

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ ІНСТИТУТ**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Директор АДІ ДВНЗ «ДонНТУ»
М.М. Чальцев
__._.2013 р.

Кафедра «Транспортні технології»

**А.В. Куниця
О.В. Толок**

**ПРАКТИКУМ З ДИСЦИПЛІНИ
«ТРАНСПОРТНЕ ПЛАНУВАННЯ ВЕЛИКИХ ТА ЗНАЧНИХ МІСТ»**

**(для студентів спеціальностей 7.07010104 та 8.07010104 «Організація і
регулювання дорожнього руху»)**

16/ – 2013 – 13

«РЕКОМЕНДОВАНО»
Навчально-методична комісія
факультету «Транспортні технології»
Протокол № _ від __.__.2013 р

«РЕКОМЕНДОВАНО»
Кафедра
«Транспортні технології»
Протокол № _ від __.__.2013 р.

Горлівка 2013

УДК 656.13

Куниця А. В. Практикум з дисципліни «Транспортне планування великих та значних міст» [Електронний ресурс] / А. В. Куниця, О. В. Толок - Електрон. дані – Горлівка: ДВНЗ «ДонНТУ» АДІ, 2013. – 1 електрон. опт. диск (CD-R); 2 см. – Систем. вимоги: Pentium; 32 RAM; WINDOWS 98/2000/NT/XP; MS Word 2000. – Назва з титул. екрану.

У навчальному посібнику розглянуті такі питання: формування мережі магістральних вулиць і доріг з безперервним рухом у значних і найзначніших містах; проектування поперечного профілю міської магістральної вулиці; проектування вуличної стоянки; проектування каналізованого перехрестя; розміщення і устаткування зупинок міського маршрутного пасажирського транспорту. Наведені індивідуальні завдання і рекомендації до виконання практичних робіт з дисципліни «Транспортне планування великих та значних міст».

Призначений для студентів спеціальностей 7.07010104 та 8.07010104 «Організація і регулювання дорожнього руху».

Відповідальний за випуск:

Куниця А.В., д.т.н.

Рецензенти:

Виноградов М.С., к.т.н.

© Державний вищий навчальний заклад
«Донецький національний технічний університет»
Автомобільно-дорожній інститут, 2013.

ЗМІСТ

Основні терміни та визначення	4
Вступ	5
1. Формування мережі вулиць і доріг з безперервним рухом у значних і найзначніших містах	7
1.1. Рекомендації з формування мережі магістральних вулиць і доріг з безперервним рухом	7
1.2. Практичне завдання	16
1.3. Запитання для самоконтролю	18
2. Проектування поперечного профілю міської магістральної вулиці . . .	19
2.1. Методичні рекомендації із проектування поперечного профілю міської магістральної вулиці	19
2.2. Практичне завдання	28
2.3. Запитання для самоконтролю	30
3. Проектування вуличної стоянки	31
3.1. Рекомендації з проектування вуличної стоянки на міський магістральній вулиці	31
3.2. Практичне завдання	35
3.3. Запитання для самоконтролю	36
4. Каналізування перехрестя	37
4.1. Рекомендації з каналізування перехрестя	37
4.2. Практичне завдання	44
4.3. Запитання для самоконтролю	45
5. Розміщення й устаткування зупинок міського маршрутного пасажирського транспорту	47
5.1. Рекомендації з розміщення й устаткування зупинок міського маршрутного пасажирського транспорту	47
5.2. Практичне завдання	50
5.3. Запитання для самоконтролю	52
Література	53
Додаток А. Типові схеми розв'язок в різних рівнях, що можуть бути побудовані при формуванні мережі магістралей безперервного руху у вигляді мережі Штейнера	55
Додаток Б. Організація кільцевого руху на перехрестях магістральних вулиць у районі Оболонь міста Києва	56
Додаток В. Приклади влаштування спеціалізованих смуг для руху маршрутного пасажирського транспорту	58
Додаток Д. Приклади влаштування велосмуг і велодоріжок	62

ОСНОВНІ ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ

Вулиці населених пунктів – смуга міської або сільської території, обмежена геодезично фіксованими границями – червоними лініями, яка призначена для руху транспортних засобів і пішоходів, з усіма розташованими на ній спорудами – складовими елементами вулиці [2].

Дороги населених пунктів – ділянки вуличної мережі з рухом переважно транзитного або вантажного автомобільного транспорту, які проходять у межах перспективної забудови населених пунктів або промислових і комунально-складських зон [2].

Червоні лінії – визначені в містобудівній документації межі існуючих та запроектованих вулиць, доріг, майданів, які відмежовують території мікрорайонів, кварталів та території іншого призначення [2].

Елементи вулиці чи дороги – одна чи декілька проїзних частин, крайові запобіжні та перехідно-швидкісні смуги, тротуари, узбіччя (у разі відкритої системи водовідведення), пішохідні та велосипедні доріжки, трамвайні лінії, смуги зелених насаджень, центральні розділювальні смуги між проїзними частинами зустрічних напрямків руху, розділювальні смуги між основною проїзною частиною і місцевими (бічними) проїздами, між проїзними частинами і тротуарами, укоси насипів та виїмок, підпірні стінки, шумозахисні пристрої, технічні та резервні смуги, зупинки громадського транспорту, розміщені в межах червоних ліній автостоянки, торговельно-побутові об'єкти, штучні споруди та підземно-наземні інженерні комунікації, технічні засоби регулювання дорожнього руху тощо [2].

Смуга руху – поздовжня смуга на проїзній частині вулиці (дороги), непозначена чи позначена дорожньою розміткою, яка має ширину, достатню для руху в один ряд транспортних засобів, крім мотоциклів без бокового причепа [2].

Бордюр – бортові камені, які відокремлюють проїзну частину вулиці (дороги) від тротуару, а також тротуар від газонів, клумб та ін. Висота бордюру – відстань від покриття проїзної частини вулиці (дороги) до верхньої площини бордюру [2].

Коефіцієнт приведення – коефіцієнт, що дозволяє представити змішаний транспортний потік у вигляді однорідного потоку, що складається з легкових автомобілів [8].

Перегін міської вулиці – ділянка вулиці між перехрестями.

Поперечний профіль вулиці – масштабне зображення розрізу вулиці, виконане по перпендикуляру до осі проїзної частини і призначене для надання уявлення про склад і характеристики елементів вулиці.

ВСТУП

Дисципліна «Транспортне планування великих та значних міст» входить до нормативної частини освітньо-професійної програми підготовки спеціалістів і магістрів спеціальності «Організація і регулювання дорожнього руху» і відноситься до циклу дисциплін професійної і практичної підготовки.

Вивчення дисципліни «Транспортне планування великих та значних міст» (ТПМ) спрямоване на формування здатності використовувати методи і засоби проектування і удосконалення вулично-дорожньої мережі (ВДМ) і системи міського транспорту для вирішення транспортних проблем у великих та значних містах.

Навчальними планами підготовки спеціалістів і магістрів спеціальності «Організація і регулювання дорожнього руху» при вивченні дисципліни «ТПМ» передбачено виконання аудиторних практичних робіт, а також самостійна робота студента з літературою і конспектом лекцій при підготовці до виконання практичних робіт.

В даному навчальному посібнику наведені індивідуальні завдання і рекомендації до виконання п'яти практичних робіт:

1. Формування мережі магістральних вулиць і доріг з безперервним рухом у значних і найзначніших містах (4 аудиторних години).
2. Проектування поперечного профілю міської магістральної вулиці (4 години).
3. Проектування вуличної стоянки (2 години).
4. Каналізування перехрестя (4 години).
5. Розміщення і устаткування зупинок міського маршрутного пасажирського транспорту (3 години).

У процесі виконання цих практичних робіт студент повинен освоїти методи й набути навички:

- формування вулично-дорожньої мережі міста;
- оцінки стану і розробки заходів щодо удосконалення ВДМ;
- проектування поперечного профілю міських вулиць і доріг, окремих ділянок ВДМ з метою забезпечення необхідної пропускної здатності й безпеки дорожнього руху.

При виконанні практичних робіт студенти набувають уміння самостійної творчої діяльності при розв'язанні конкретного інженерного завдання з урахуванням новітніх досягнень науки й техніки, а також уміння використовувати у своїй роботі технічну, нормативну й довідкову літературу.

Завдання, що вирішуються при виконанні практичних робіт з дисципліни «ТПМ», є типовими для подальшої професійної діяльності фахівців з «Організації і регулювання дорожнього руху». Вони

безпосередньо пов'язані з тими завданнями, які будуть вирішувати студенти спеціальності «Організація і регулювання дорожнього руху» при виконанні дипломного проекту з удосконалення організації дорожнього руху на реальних ділянках ВДМ.

Практичні заняття з дисципліни «ТПМ» проводяться в спеціалізованих аудиторіях із використанням методичної, інформаційно-довідкової та нормативної літератури, технічних засобів навчання під керівництвом викладача.

До виконання практичних робіт слід приступати після вивчення літератури, що рекомендується на початку кожної роботи. Самоперевірку засвоєних знань і практичних навиків студент здійснює по контрольних запитаннях, що надані після кожної практичної роботи.

Результати виконання кожної практичної роботи оцінюються викладачем при її захисті. Захист робіт проводиться безпосередньо на практичному занятті або на консультаціях. Консультації з дисципліни «ТПМ» проводяться протягом семестру за розкладом, що складений на кафедрі і затверджений у відповідному порядку.

Усереднена за всіма практичними роботами оцінка використовується при визначенні підсумкової рейтингової оцінки знань з дисципліни «ТПМ» з ваговим коефіцієнтом 0,4.

Студент не допускається до підсумкової атестації з дисципліни «Транспортне планування великих та значних міст», якщо не виконані і не захищені всі практичні роботи.

1. ФОРМУВАННЯ МЕРЕЖІ МАГІСТРАЛЬНИХ ВУЛИЦЬ І ДОРІГ З БЕЗПЕРЕРВНИМ РУХОМ У ЗНАЧНИХ І НАЙЗНАЧНІШИХ МІСТАХ

Практична робота №1 (4 години)

Мета: набути навички формування мережі магістральних вулиць і доріг з безперервним рухом у значних і найзначніших містах.

Література для самостійної підготовки: [1, п. 1.6, п. 7.1 – 7.42], [3, п. 1.5 – 1.9], [13, с. 73 – 78, с. 93 - 103], [14, с. 266 - 277], [15, с. 20 - 28], [16].

1.1. Рекомендації з формування мережі магістральних вулиць і доріг з безперервним рухом

Магістральні дороги безперервного руху виконують функції швидкісного транспортного зв'язку поза житловою забудовою між віддаленими промисловими й сільбищними районами в значних і найзначніших містах; швидкісного зв'язку із зовнішніми автомобільними дорогами, аеропортами й поселеннями в системі групового розселення. Всі перетинання з іншими магістралями міста проектується в різних рівнях.

Основне призначення магістральних вулиць безперервного руху - транспортний зв'язок між житловими, промисловими районами й громадськими центрами в значних і найзначніших містах, а також з іншими магістральними вулицями, міськими й зовнішніми автомобільними дорогами. На перехрестях повинна бути забезпечена безперервність руху по основних напрямках шляхом будівництва розв'язок у різних рівнях.

Складність і висока вартість спорудження магістральних вулиць і доріг безперервного руху (МБР) визначають особливе значення проектного обґрунтування їхнього будівництва й правильність вибору їхнього напрямку. Проектними організаціями накопичений великий досвід рекомендацій з цих питань, але методик їх однозначного комплексного вирішення поки ще не створено. Із цієї причини в цей час завдання проектування мережі МБР у значних і найзначніших містах вирішується з застосуванням евристичних методів варіантного проектування (по суті, заснованих на накопиченому досвіді, інтуїції, здоровому глузді). Математичні методи використовуються лише для вирішення окремих фрагментів цього завдання, що піддаються математичному моделюванню.

У проблемі формування мережі МБР (як втім, і формування вулично-дорожньої мережі міста в цілому або формування пішохідної мережі чи мережі швидкісного міського пасажирського транспорту) можна виділити дві сторони, що вступають одна з одною у протиріччя. Одна сторона пов'язана з уявленнями про найкоротший і зручний зв'язок заданих центрів тяжіння транспорту один з одним і мінімумі витрат часу на пересування.

Інша сторона - це економічність будівництва й експлуатації мережі МБР. Ці сторони - яскраво виражені антиподи, і раціональна мережа повинна враховувати їх обидві.

На рис. 1.1 наведений приклад побудови мережі МБР для групи заданих точок (центрів тяжіння) трьома різними способами:

- з урахуванням тільки вимог прямолінійності зв'язку із суспільними центрами міста (рис. 1.1 а);
- максимум економічності будівництва - найкоротша мережа МБР (рис 1.1 б);
- раціональна мережа МБР із урахуванням обох вимог (рис. 1.1 в).

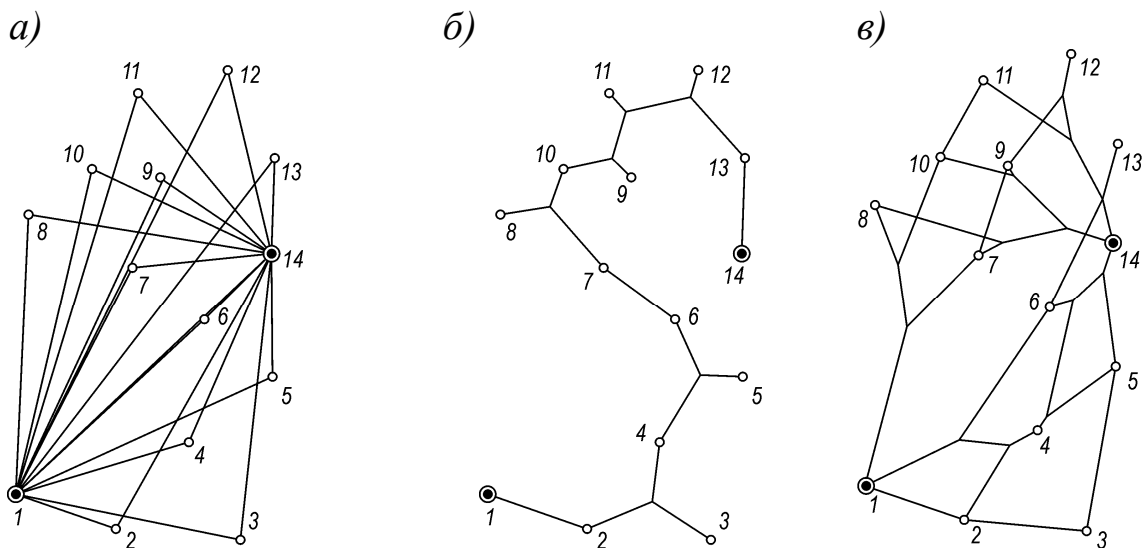


Рисунок 1.1 - Формування мережі магістралей безперервного руху

Для заданої сукупності вихідних точок може бути побудовано безліч раціональних мереж магістралей безперервного руху, вибір з яких можна вести за критерієм сумарної довжини мережі МБР.

На практиці, для формування раціональної мережі МБР використовують так званий метод «спрямованого пошуку», що відрізняється від простого перебору можливих варіантів мереж МБР послідовним поліпшенням якості вихідного варіанта мережі МБР. А саме, на першій ітерації визначають найкоротшу мережу, що зв'язує кореспондуючі пункти (ця найкоротша мережа і є вихідним варіантом мережі МБР). На наступних ітераціях ураховують містобудівні й інші обмеження формування мережі й перевіряють можливості доповнення мережі зв'язками або заміни одних зв'язків іншими так, щоб на кожній ітерації характеристики, що визначають якість ВДМ (прямолінійність мережі, витрати часу на пересування й т.д.), поліпшувалися.

Етап переходу від найкоротшої мережі МБР до раціональної за тими або іншими критеріями відрізняється великою складністю й тому не може бути формалізований. Це значною мірою творчий процес. А от синтез найкоротшої

мережі МБР при заданому розташуванні центрів транспортного тягіння без врахування містобудівних обмежень (на вільній площині) більш просте завдання, для вирішення якого розроблено ряд формальних методів.

Є дві основні постановки завдання пошуку найкоротшої мережі МБР:

1. З'єднати N заданих центрів тягіння (далі заданих вершин) магістралями безперервного руху так, щоб з будь-якої заданої вершини можна було б доїхати до будь-якої іншої по побудованих магістралях і сумарна довжина цих магістралей була б мінімальна. Утворення вузлів мережі поза заданими вершинами не допускається.

2. Побудувати мережу найкоротшої довжини, що з'єднає N заданих вершин, з можливістю утворення необмеженої кількості вузлів, що не збігаються із заданими вершинами.

Перша постановка завдання в теорії графів одержала назву «задача Прима», друга - «задача Штейнера».

Задача Прима має простий і зручний для практики графічний метод вирішення. На рис. 1.2 наведений приклад побудови найкоротшої мережі методом Прима між центрами тягіння 1, 2 ... 7 із заданою відстанню між ними по повітряних прямим.

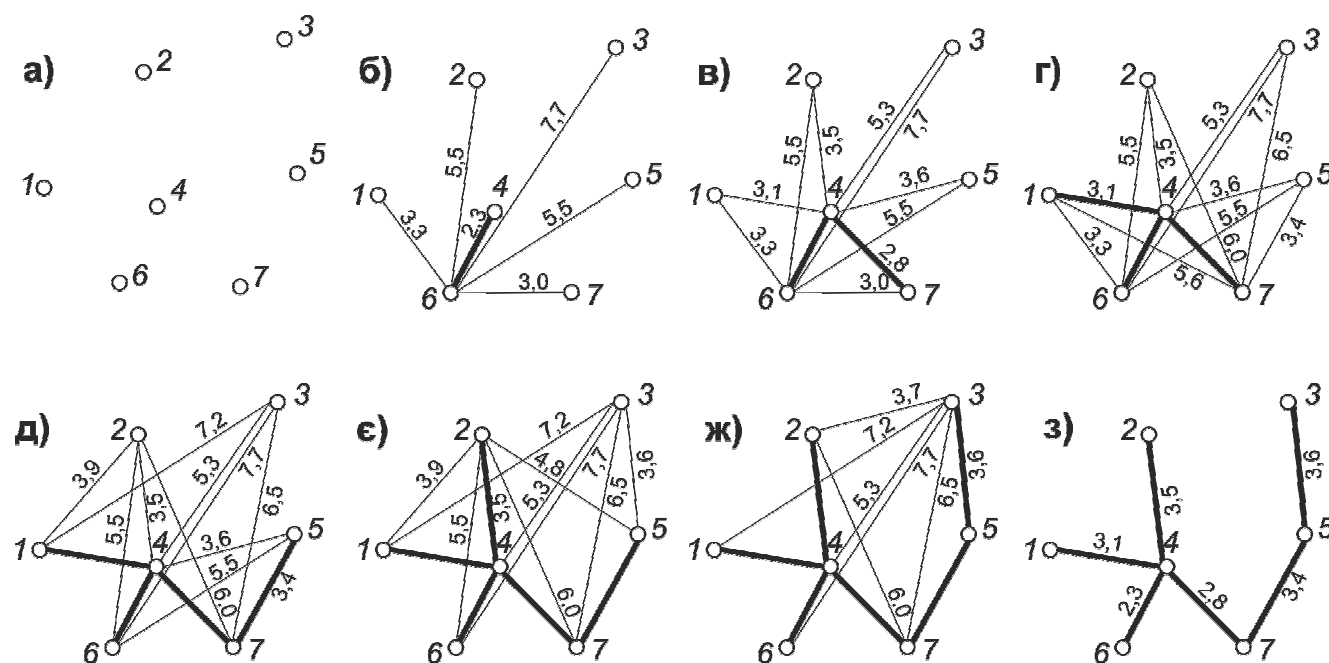


Рисунок 1.2 - Приклад побудови найкоротшої мережі за методом Прима

За центр побудови прийнятий вузол 6 (за центр побудови може бути взятий будь-який інший із заданих транспортних вузлів. При цьому буде побудована аналогічна мережа). Процедура побудови найкоротшої мережі наступна:

- визначається зв'язок мінімальної довжини між вузлом 6 і всіма іншими вузлами мережі. Будується перший фрагмент мережі 6 – 4 (рис. 1.2 б);

- визначається зв'язок мінімальної довжини між вузлами 6 і 4 і всіма вузлами мережі, що залишилися. Будується другий фрагмент мережі 4 – 7 (рис. 1.2 в);

- визначається зв'язок мінімальної довжини між вузлами 6, 4, 7 і всіма вузлами мережі, що залишилися. Будується третій фрагмент мережі 4 – 1 (рис. 1.2 з);

- триває процедура нарощування мережі доти, поки в мережу не ввійдуть всі задані вузли. Остаточна найкоротша транспортна мережа показана на рис. 1.2 з.

Однак задача Прима некоректна у своїй постановці стосовно до формування нової мережі магістралей, оскільки забороняється створення вузлів мережі поза заданими центрами тяжіння. Можливість формування мережі меншої довжини шляхом введенні додаткових вершин показана на рис. 1.3.

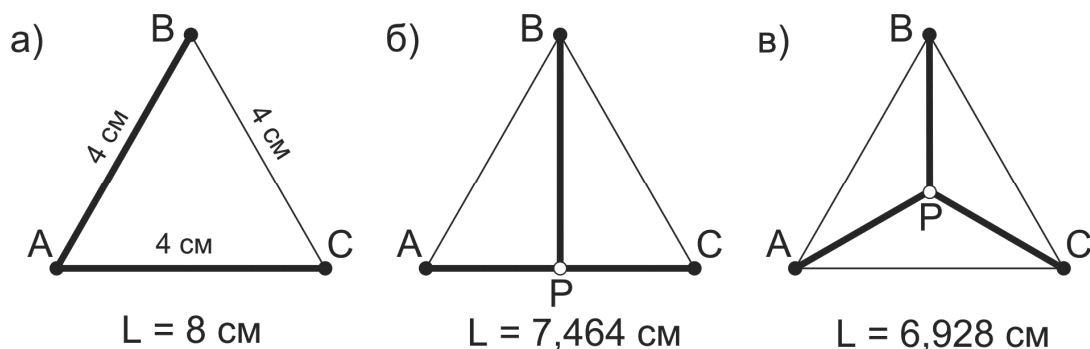


Рисунок 1.3 - Варіанти мережі, побудовані для трьох заданих вершин A, B, C
а) з використанням методу Прима; б) і в) із введенням додаткової вершини P .

На рис. 1.3 як приклад вирішене завдання пошуку мережі для точок, розташованих у вершинах рівностороннього трикутника зі стороною 4 см. У випадку а) вершини з'єднуються без введення додаткових вершин з використанням методу Прима. У випадках б) і в) утворюються мережі шляхом додавання додаткової вершини P . Як бачимо, при додаванні додаткової вершини довжина мережі (L) зменшується, причому місце розташування додаткової вершини впливає на довжину мережі.

Виникає питання - як розташувати додаткові вершини, щоб одержати мережу з мінімальною довжиною?

Додаткові вершини, які вводяться для одержання мереж з мінімальною довжиною, називаються точками Штейнера, а мережі, отримані шляхом додавання точок Штейнера, називають мережами Штейнера.

Для побудови мереж Штейнера розроблений ряд алгоритмів, в основу яких покладені такі правила:

1. З додаткової вершини (точки Штейнера) можуть виходити тільки три ребра, що утворюють між собою кути 120° (точка P , рис. 1.4 а).

2. Із заданої вершини можуть виходити одне або два ребра. Якщо виходить два ребра, то кут між ними більше або дорівнює 120° (точка C , рис 1.4 б).

3. Максимальна кількість точок Штейнера на дві менше, ніж кількість заданих вершин (рис. 1.4 а).

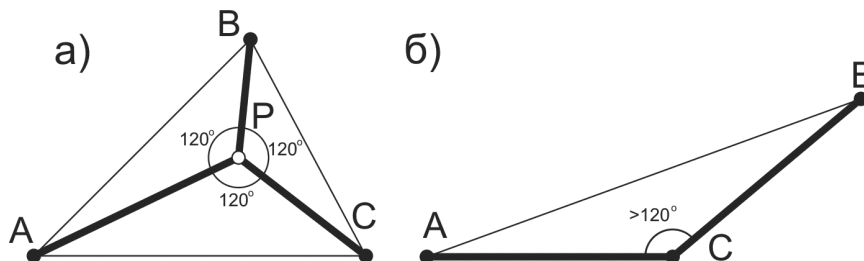


Рисунок 1.4 - Правила побудови мереж Штейнера

Розглянемо задачу побудови мережі Штейнера для трьох заданих вершин (рис. 1.5).

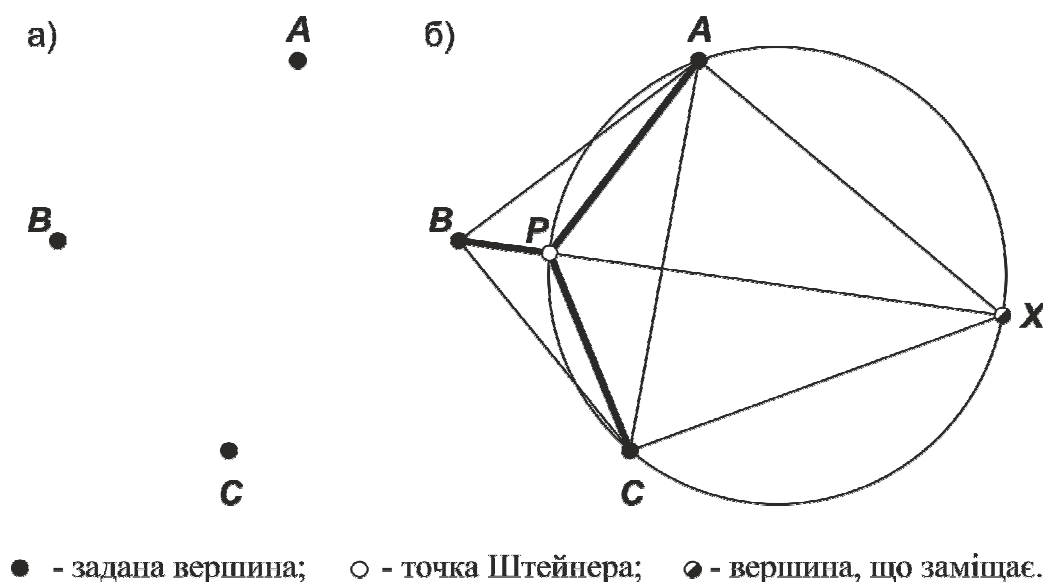


Рисунок 1.5 - Приклад побудови мережі мінімальної довжини для трьох вершин

а) задані вершини; б) побудова мережі Штейнера.

Заданими вершинами на рис. 1.5 є точки A, B, C . Необхідно побудувати мережу мінімальної довжини, що з'єднає ці точки.

Побудуємо трикутник, вершинами якого є точки A, B, C . Якщо один з кутів трикутника більше або дорівнює 120° , то точка Штейнера збігається із заданою вершиною в цьому куті трикутника. У прикладі на рис. 1.5 б всі кути трикутника менше 120° , тому точка Штейнера повинна перебувати десь усередині трикутника ABC .

Щоб знайти цю точку необхідно виконати наступні дії:

1) будуюмо рівносторонній трикутник з базою на самій довгій стороні трикутника ABC (на рис. 1.5 б це сторона AC). Третя вершина рівностороннього трикутника (позначимо її X) перебуває на протилежній стороні від точки B відносно AC ;

2) навколо трикутника ACX описуємо окружність (нагадаємо, що центр цієї окружності лежить у точці перетинання серединних перпендикулярів до сторін трикутника);

3) проводимо пряму, що з'єднує точки B і X . Точкою Штейнера є точка P перетинання прямої BX і окружності.

З'єднавши точки A, B, C з точкою P , ми одержуємо три кути, у точності рівні 120° кожний, і шукану найкоротшу мережу Штейнера. Більше того, довжина відрізка BX виявляється рівною довжині найкоротшої мережі. Тому точку X називають точкою, що заміщає, оскільки заміна точок A і C однією точкою X не змінює довжину мережі.

Для трьох заданих вершин існує тільки одна мережа Штейнера. Для чотирьох і більше заданих вершин можна побудувати кілька різних мереж Штейнера. І тільки одна (або декілька з них) є найкоротшою мережею доріг, всі інші - локально найкоротші. Математики в таких випадках говорять, що кожна мережа Штейнера дає локальний мінімум до задачі, а одна або декілька з них дають глобальний мінімум, тобто є самими короткими серед всіх можливих мереж доріг для заданих вершин.

Для кожного набору заданих вершин існує кінцеве число мереж Штейнера. Діючи методом повного перебору, можна знайти найкоротшу мережу Штейнера.

Наприклад, для чотирьох заданих вершин на рис. 1.6 а можливо побудувати дві мережі Штейнера.

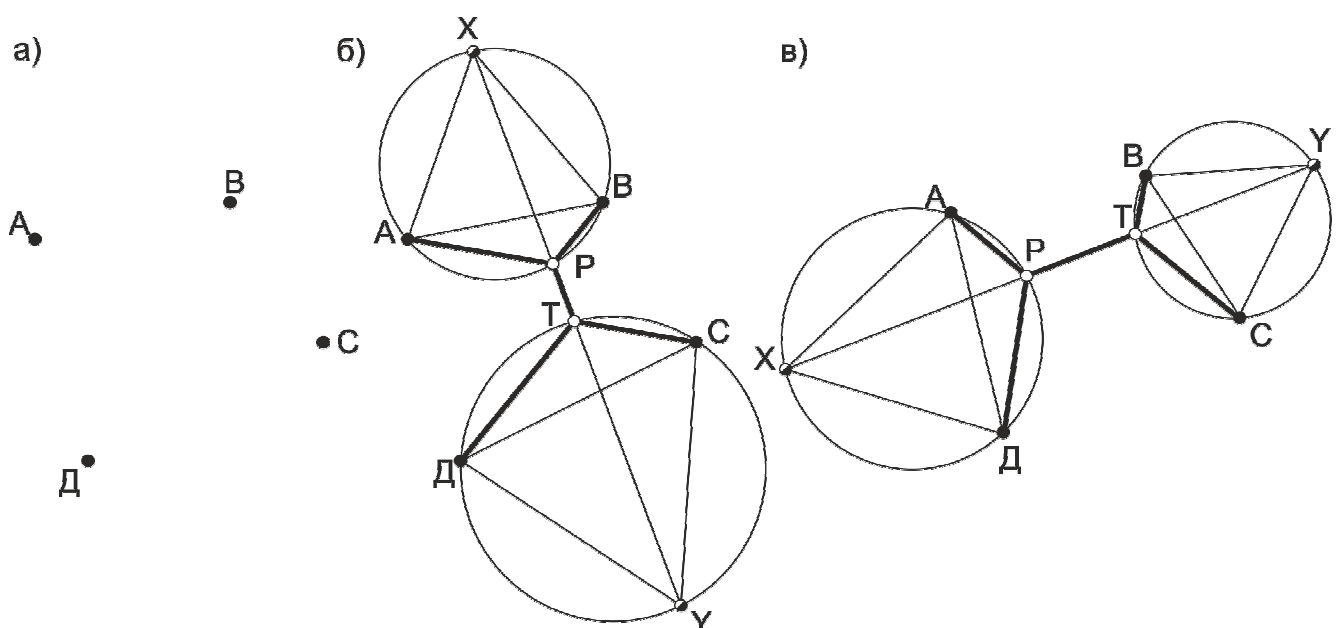


Рисунок 1.6 - Приклад побудови мережі Штейнера з використанням алгоритму попарного заміщення

На рис. 1.6 мережі Штейнера побудовані з використанням алгоритму попарного заміщення. Тут можливі три варіанти попарного заміщення:

1. Заміщаються пари вершин A, B і C, D .
2. Заміщаються пари вершин A, D і B, C .
3. Заміщаються пари вершин A, C і B, D .

Розглянемо перший варіант і побудуємо для нього мережу Штейнера. Алгоритм вирішення задачі наступний (рис. 1.6 б):

1) будуємо рівносторонній трикутник з базою на стороні AB (трикутник ABX). Вершина цього рівностороннього трикутника X є точкою, що заміщає точки A і B ;

2) навколо трикутника ABX описуємо окружність;

3) будуємо рівносторонній трикутник з базою на стороні DC (трикутник DCY). Вершина цього рівностороннього трикутника Y є точкою, що заміщає точки D і C . Навколо трикутника DCY описуємо окружність;

4) проводимо пряму, що з'єднує точки X і Y . Точки перетинання прямої XY і окружностей є точками Штейнера (точки P і T);

5) будуємо мережу Штейнера, з'єднавши точки A і B із точкою P , точки D і C із точкою T та точки P і T між собою. Довжина мережі Штейнера дорівнює довжині відрізка XY .

Аналогічним чином для другого варіанта попарного заміщення отримана мережа Штейнера на рис. 1.6 в. А от розгляд третього варіанта не дає мережі Штейнера, так само, якщо б в перших двох варіантах побудувати рівносторонні трикутники в протилежну сторону (залишимо ці випадки для самостійного розгляду).

Отже, для заданих вершин отримані дві мережі Штейнера. Порівняння довжини відрізка XY на рис. 1.6 б з довжиною відрізка XY на рис. 1.6 в приводить нас до висновку про те, що мережа Штейнера на рис. 1.6 в є глобально мінімальною, тобто мережею найменшої довжини. У теорії графів існує припущення про те, що для заданих вершин будь-яка мережа Штейнера не більше ніж на 13,4 % довша мережі найменшої довжини.

Наведений вище алгоритм попарного заміщення можливо застосовувати лише для побудови мережі Штейнера для чотирьох заданих вершин. Цей алгоритм є окремим випадком алгоритму заміщення пари вершин.

На рис. 1.7 а побудована мережа Штейнера для чотирьох заданих вершин з рис. 1.6 а. з використанням алгоритму заміщення пари вершин.

Алгоритм заміщення пари вершин наступний (рис. 1.7 а):

1) вибираємо серед заданих вершин пару. На рис. 1.7 а нами була обрана пара вершин A і B ;

2) знаходимо точку X , що заміщає пару вершин A і B ;

3) проводимо пряму, що з'єднує точку X з однією з вершин, що залишилися (на рис. 1.7 а це точка D);

4) знаходимо точку Y , що заміщає пару вершин X і D ;

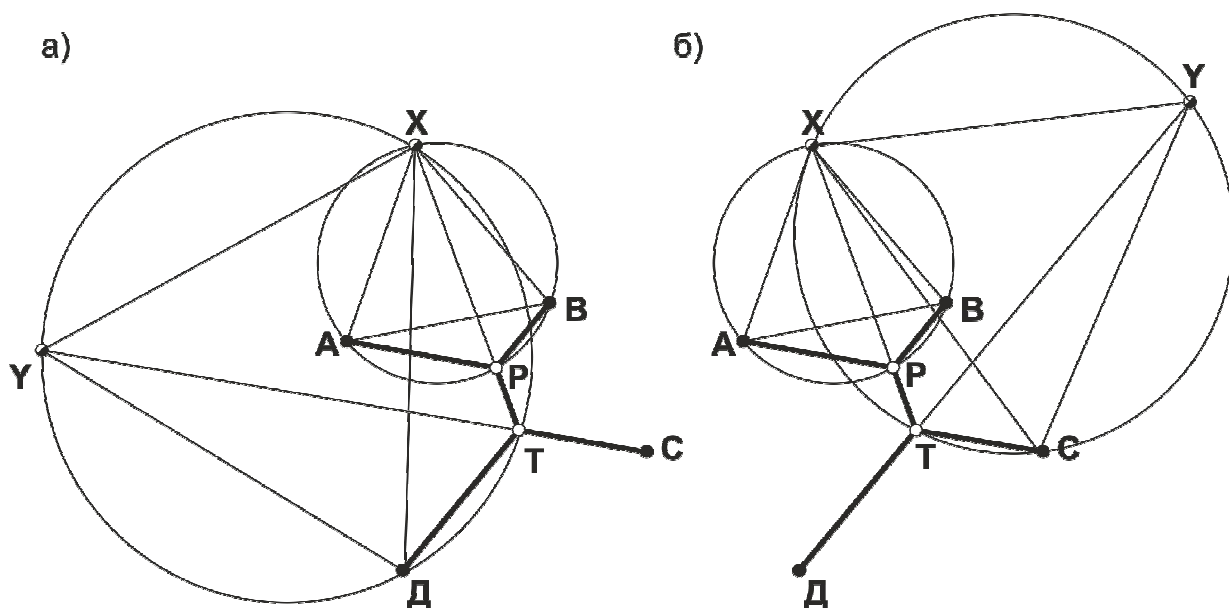


Рисунок 1.7 - Приклади побудови мережі Штейнера з використанням алгоритму заміщення пари вершин

5) проводимо пряму, що з'єднує точку Y з вершиною C . Точка перетинання прямої YC і окружності навколо рівностороннього трикутника $ХДУ$ є точкою Штейнера T ;

6) точка перетинання прямої TX і окружності навколо рівностороннього трикутника ABX є точкою Штейнера P ;

7) будуюмо мережу Штейнера, з'єднавши точки A і B із точкою P , точки D і C із точкою T і точки P і T між собою. Довжина мережі Штейнера дорівнює довжині відрізка YC .

Із застосуванням алгоритму заміщення пари вершин для чотирьох заданих вершин необхідно розглянути значно більше варіантів побудови мережі Штейнера в порівнянні з алгоритмом попарного заміщення. Так на першому кроці алгоритму можна вибрати такі пари вершин: A і B , B і C , C і D , D і A , A і C , B і D . Крім того, на другому кроці необхідно розглянути випадки заміщення з однією з вершин, що залишилися. Наприклад на рис. 1.7 а це вершина D , а на рис. 1.7 б – вершина C .

Зі збільшенням кількості заданих вершин кількість варіантів побудови мережі Штейнера істотно зростає й пошук найкоротшої мережі без застосування ЕОМ стає проблематичним. Однак у цей час навіть краще програмне забезпечення для вирішення цієї задачі при його реалізації на найсучаснішій обчислювальній техніці дає можливість за реально прийнятний час здійснювати пошук найкоротшої мережі Штейнера приблизно для 30 заданих вершин.

Приведемо приклад побудови мережі Штейнера для шести заданих вершин на рис. 1.8 а. При побудові мережі Штейнера спільно

використовували алгоритм заміщення пари вершин і алгоритм попарного заміщення.

Послідовність побудови мережі Штейнера наступна (рис. 1.8 б):

- 1) вибираємо пари вершин B і C і знаходимо точку X , що їх заміщає;
- 2) розглядаємо пари вершин A, X і E, D . З використанням алгоритму попарного заміщення знаходимо місце розташування точок Штейнера T і S ;
- 3) проводимо пряму, що з'єднує точку T з точкою X . Точка перетинання прямої TX і окружності навколо рівностороннього трикутника BCX є точкою Штейнера P ;
- 4) так як кут між ребрами ES і EF більше 120° , то ребро EF включаємо до мережі Штейнера без введення додаткових вершин Штейнера;
- 5) будуємо мережу Штейнера.

Довжина мережі Штейнера на рис. 1.8 б дорівнює сумі довжини відрізків YZ і EF .

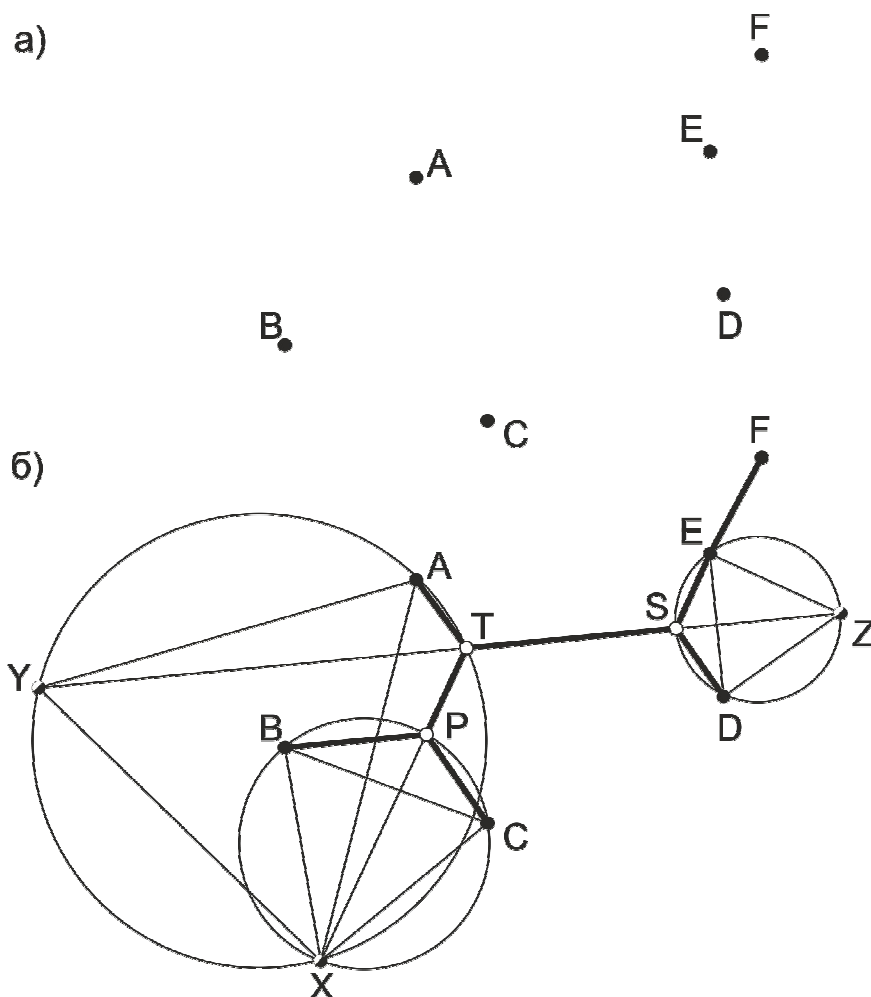


Рисунок 1.8 - Приклад побудови мережі Штейнера для шести заданих вершин

На закінчення відзначимо ще одну важливу перевагу формування мережі МБР (як і ВДМ у цілому) у вигляді мереж Штейнера. Перевага полягає в тому, що при побудові мережі Штейнера у вершинах цієї мережі

може сходитися не більше трьох вулиць (доріг). Це дає можливість організувати безперервний рух на таких тристоронніх перехрестях з меншими капітальними витратами, чим, наприклад, на чотирибічних перехрестях. У вузлах мережі МБР, сформованої як мережа Штейнера, можуть бути побудовані розв'язки в різних рівнях (додаток А) або організований рух по кільцю, як, наприклад, це зроблено на всіх перетинаннях магістральних вулиць у районі Оболонь міста Києва (додаток Б).

1.2. Практичне завдання

У результаті аналізу витрат часу на пересування, отриманих експериментально, в найзначнішому місті ухвалено рішення про проектування у місті мережі магістральних вулиць і доріг з безперервним рухом. Визначено центри тяжіння транспорту, які повинні бути зв'язані мережею МБР.

Вихідні дані для формування мережі магістралей з безперервним рухом наступні:

- місто розбито на квадрати зі стороною 4 км (рис. 1.9);
- задані 5 центрів тяжіння транспорту, які повинні бути зв'язані мережею магістралей з безперервним рухом. Місце розташування центрів тяжіння наведено в табл. 1.1. Прийняти, що центр тяжіння транспорту розташований у середині відповідного квадрату;
- з півночі на південь через місто протікає ріка. Через ріку передбачений міст, по якому повинен здійснюватися зв'язок мережі магістралей безперервного руху лівого і правого берегів.

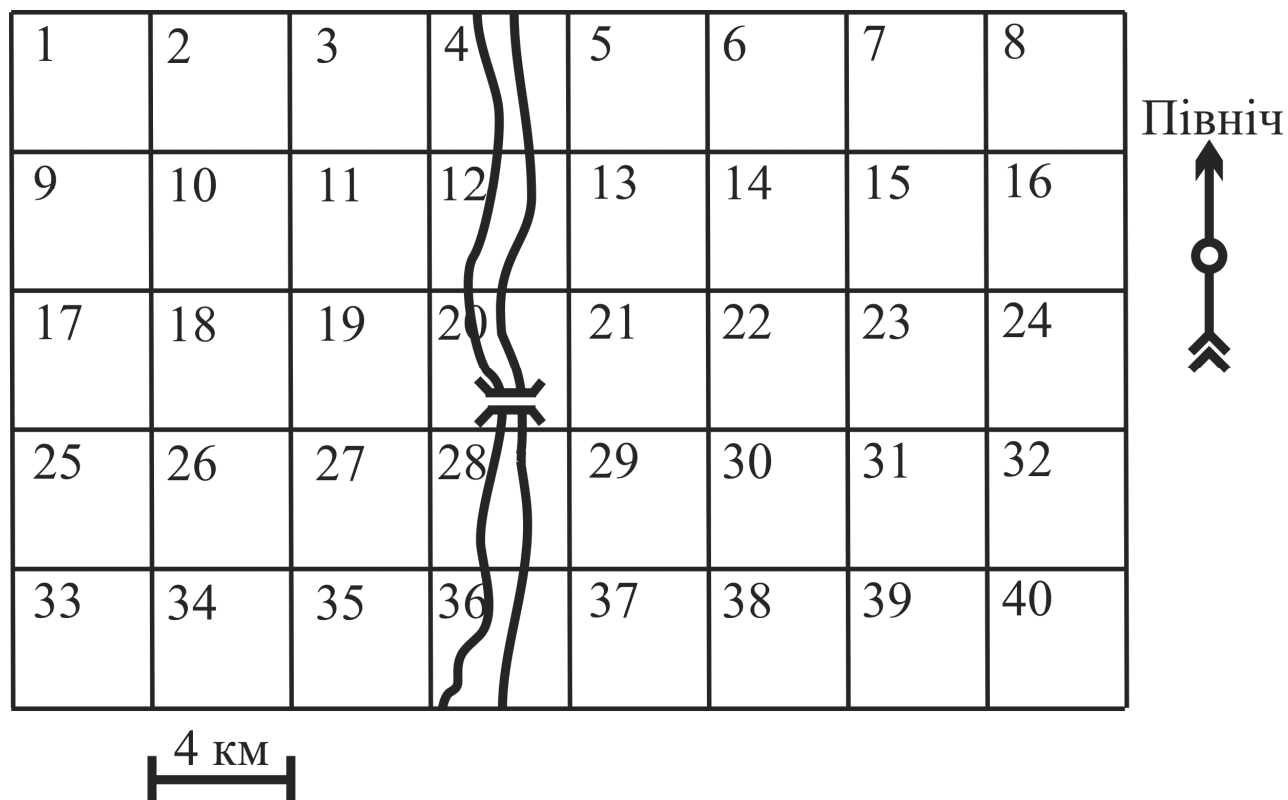
У табл. 1.1 номер варіанта відповідає порядковому номеру студента в списку групи. За узгодженням з викладачем можливе виконання практичної роботи з використанням вихідних даних для реального значного чи найзначнішого міста.

Задача 1. З'єднати задані центри тяжіння мережею магістралей з безперервним рухом таким чином, щоб сумарна довжина цих магістралей була мінімальною.

Вирішити задачу шляхом побудови мережі Прима й мережі Штейнера. Вибрати кращий з варіантів.

Задача 2. Для обраного варіанта розрахувати коефіцієнт непрямої лінійності мережі МБР і час сполучення між заданими центрами тяжіння транспорту. У розрахунках прийняти, що швидкість сполучення на мережі МБР становить 70 км/год. Запропонувати заходи з удосконалення обраного варіанта мережі МБР.

Задача 3. Чи є можливість зменшити сумарну довжину мережі магістралей безперервного руху шляхом зміни місця розташування мосту? Навести відповідне обґрунтування.



1 ... 40 - номер квадрату;  - міст через ріку

Рисунок 1.9 - Територія найзначнішого міста, розбита на квадрати

Таблиця 1.1

Номера квадратів, в яких розташовані задані центри тяжіння транспорту

Варіант	Задані центри тяжіння транспорту					Варіант	Задані центри тяжіння транспорту				
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
1	1	33	6	24	38	14	1	34	5	8	39
2	2	35	7	16	30	15	2	33	6	24	40
3	3	34	8	15	40	16	3	25	15	24	39
4	2	25	5	8	39	17	9	34	14	32	38
5	1	26	6	24	40	18	11	33	7	24	30
6	1	35	7	24	38	19	2	34	6	24	38
7	3	33	16	32	38	20	1	25	7	16	30
8	10	33	15	24	39	21	10	35	5	8	39
9	9	35	6	32	38	22	17	33	6	24	40
10	17	34	7	16	30	23	2	26	7	24	38
11	3	25	6	24	38	24	1	33	8	15	40
12	9	34	7	24	38	25	2	35	16	32	38
13	11	33	14	32	38	26	3	34	14	32	39

1.3. Запитання для самоконтролю

1. Наведіть класифікацію міст за кількістю населення, що прийнята в Україні.
2. Як класифікуються вулиці і дороги в містах України?
3. Які показники характеризують вулично-дорожню мережу міста?
4. Яке призначення магістральних вулиць і доріг безперервного руху у значних і найзначніших містах?
5. У чому полягають основні проблеми формування у містах мережі магістралей з безперервним рухом?
6. У чому суть методу «спрямованого пошуку» при формуванні мережі МБР?
7. Який алгоритм побудови найкоротшої мережі вулиць за методом Прима?
8. У чому суть пошуку найкоротшої мережі вулиць за методом Штейнера?
8. Які правила покладені в основу побудови мереж Штейнера?
9. Поясніть алгоритм побудови мережі Штейнера для трьох заданих вершин.
10. Поясніть алгоритм попарного заміщення на прикладі побудови мережі Штейнера для чотирьох заданих вершин.
11. Поясніть на прикладі алгоритм заміщення пари вершин при побудові мережі Штейнера.
12. Задана вулично-дорожня мережа у вигляді графа (рис. 1.10). Потрібно реконструювати деяку кількість ділянок ВДМ так, щоб від будь-якої вершини графа добратися до будь-якої іншої тільки по реконструйованих ділянках ВДМ, і щоб сума довжин реконструйованих ділянок ВДМ була мінімальною.

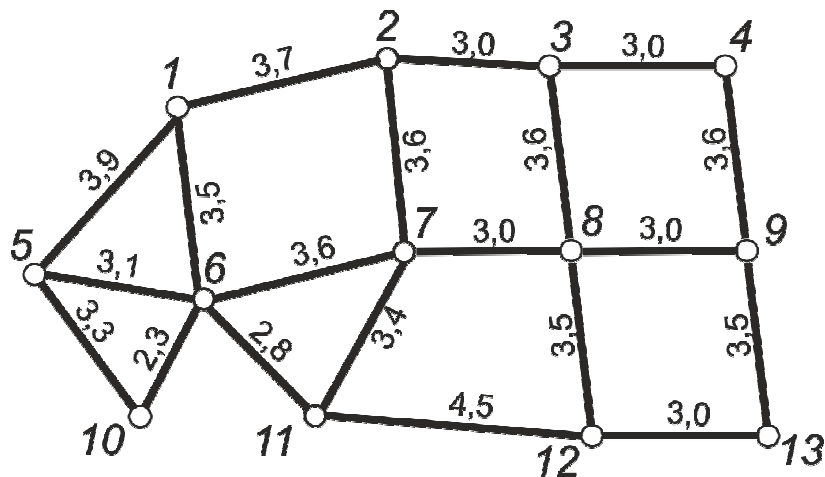


Рисунок 1.10 - Граф вулично-дорожньої мережі

2. ПРОЕКТУВАННЯ ПОПЕРЕЧНОГО ПРОФІЛЮ МІСЬКОЇ МАГІСТРАЛЬНОЇ ВУЛИЦІ

Практична робота №2 (4 години)

Мета: набути навички проектування поперечного профілю міської магістральної вулиці; набути навички використання технічної, нормативної й довідкової літератури при проектуванні елементів вулично-дорожньої мережі.

Література для самостійної підготовки: [1, с. 3, с. 37 - 43], [2, с. 5 - 11], [3, с. 25 - 33], [4, с. 16 - 21], [5], [6], [8, с. 118 – 128], [9, с. 57 – 74], [10, с. 63 – 83, 104 – 108], [11, с. 122 – 128], [12, с. 83 – 90], [13, с. 111 – 121].

2.1. Методичні рекомендації із проектування поперечного профілю міської магістральної вулиці

Основні принципи проектування поперечного профілю міської магістральної вулиці.

Елементами міської вулиці або дороги на перегонах є: одна або кілька проїзних частин, запобіжні смуги, тротуари (пішохідні, службові), пішохідні доріжки, велодоріжки, трамвайні шляхи, смуги зелених насаджень, центральні розділювальні смуги між проїзними частинами зустрічних напрямків руху, розділювальні смуги між центральною проїзною частиною й бічними проїздами, між тротуаром і проїзними частинами, укоси насипів і виїмок, підпірні стінки, технічні смуги, резервні смуги, зупинні й кінцеві майданчики маршрутного пасажирського транспорту і т.д.

При проектуванні поперечного профілю вулиці склад і кількість її елементів, їх взаємне розташування й просторове рішення визначаються особливостями прилягаючої забудови, інтенсивністю транспортного й пішохідного руху, складом транспортного потоку, використанням підземного й надземного простору. Основний принцип компонування поперечного профілю вулиці полягає в диференціації шляхів сполучення залежно від дозволеної на них швидкості. Загальноприйнятий порядок розміщення елементів вулиці в поперечному профілі, починаючи з середини, такий: проїзди для швидкісного руху, бічні проїзди для місцевого руху, велосипедні доріжки, тротуари, технічні смуги для розміщення комунікацій вздовж будівель. Кожна із зазначених смуг відокремлюється від іншої розділювальними смугами.

У випадках рівноцінної забудови й відносно рівнозначних за напрямками транспортних потоків, поперечний профіль вулиць і доріг, як правило, слід проектувати симетричним, а при одnobічній житловій або громадській забудові – асиметричним, наближаючи до забудови лінії масового пасажирського транспорту й віддаляючи автомобільний рух.

Тобто, на асиметричне рішення поперечного профілю може вплинути висока нерівномірність автомобільного руху, а також одностороннє розташування об'єктів притягання населення або автотранспорту.

Границями міських вулиць і доріг є червоні лінії. Червоні лінії позначають у координатах умовну границю між зовнішніми елементами поперечного профілю вулиць і доріг (тротуар, узбіччя, технічна зона й ін.) і прилягаючою територією (забудова, парки, сквери, різні споруди та ін.).

Різноманіття факторів, що впливають на ширину вулиць тих самих категорій, дозволяє рекомендувати тільки найбільш типові рішення поперечного профілю (див. [2, додаток В], [3, рис. 1 – 9]), які уточнюються для конкретних містобудівних умов. На рис. 2.1 зображені характерні поперечні профілі магістральних вулиць загальноміського та районного значення.

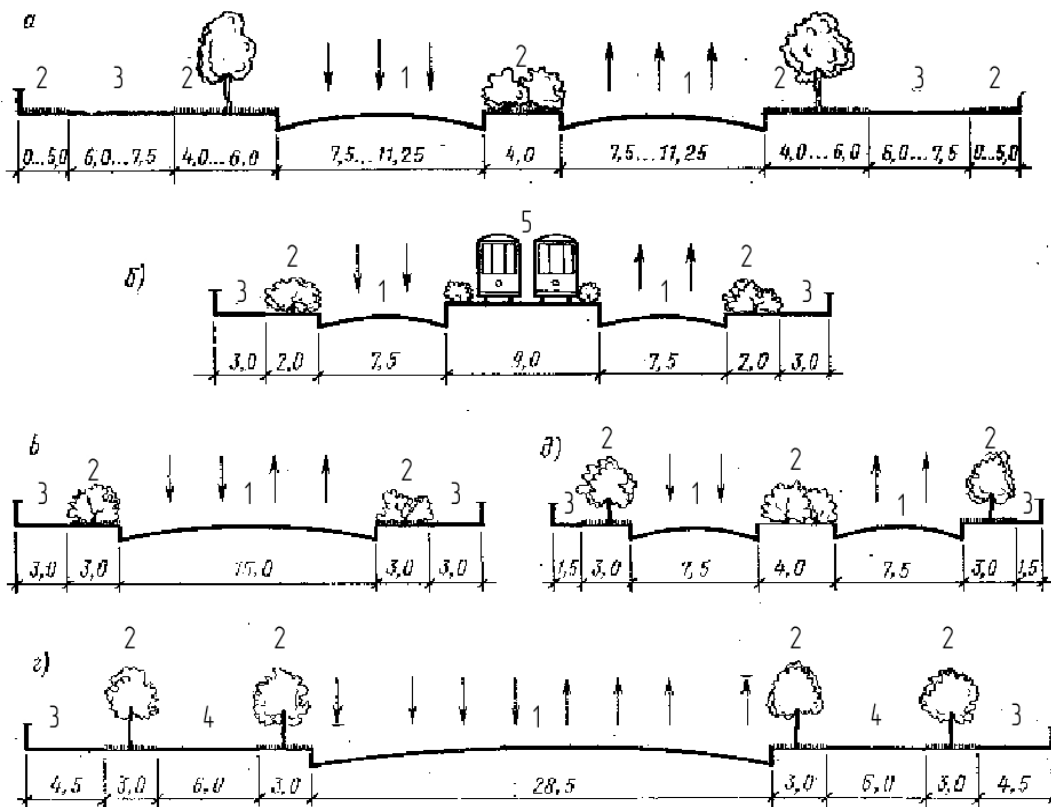


Рисунок 2.1 - Поперечні профілі магістральних вулиць

Умовні позначення: 1 – проїзна частина; 2 – розділювальні смуги та смуги озеленення; 3 – тротуар; 4 – бічні проїзди; 5 – трамвайне полотно на центральній розділювальній смузі

Ширину елементів поперечного профілю магістральних вулиць і доріг слід визначати як для усталеного руху на перегоні, так і на підходах до перехресть, де кількість смуг руху обумовлюється прийнятою схемою організації дорожнього руху на перехресті. Так на магістральних вулицях і

дорогах на підходах до перехресть із регульованим і саморегулювальним рухом, як правило, слід передбачати розширення проїзної частини на одну, дві смуги руху на відстані не менш 50 м від перехрестя. Довжина відгону ширини повинна становити не менш 20 м.

При проектуванні поперечного профілю міської магістральної вулиці необхідно враховувати ряд рекомендацій.

Найменша ширина проїзної частини повинна становити дві смуги руху у двох напрямках. Найбільша ширина проїзної частини – чотири смуги руху в одному напрямку. При інтенсивності руху в одному напрямку, що перевищує пропускну здатність чотирьохсмугової проїзної частини, необхідно влаштовувати бічні проїзди для місцевого руху.

Бічні проїзди проектують у вигляді окремої проїзної частини для руху переважно громадського транспорту, а також вантажних і легкових автомобілів, що обслуговують прилягаючу забудову. Ширину проїзної частини бічних проїздів слід приймати відповідно з [2, п. 2.4].

При організації на перегоні магістральної вулиці тролейбусного двостороннього руху ширина проїзної частини повинна бути не менш 10,5 м, автобусного руху – 9 м, з організацією «кишень» у місцях зупинок.

При пристрої спеціалізованих тролейбусно-пішохідних або автобусно-пішохідних вулиць ширину проїзної частини допускається зменшувати відповідно до 8 і 7 м при довжині таких магістралей не більш 1,5 км. Швидкість руху транспортних засобів маршрутного пасажирського транспорту на таких вулицях не повинна перевищувати 30 км/год.

Розрахунок ширини проїзної частини

Основним елементом вулиці є проїзна частина. Вона призначена для руху всіх видів нерейкового транспорту, для зупинок, а в деяких випадках і для стоянок транспортних засобів. Загальна ширина проїзної частини визначається шириною смуги руху, кількістю смуг і шириною запобіжної смуги (рис. 2.2).

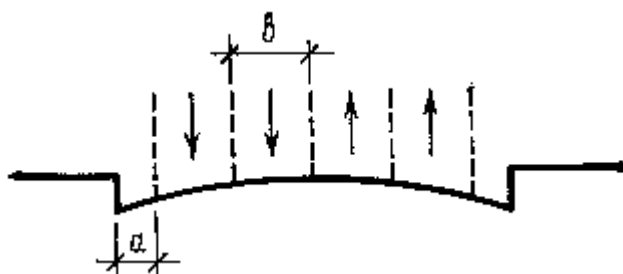


Рисунок 2.2 - Схема для розрахунку ширини проїзної частини.

$$B_{ПЧ} = bn + 2a \quad , \text{ м}, \quad (2.1)$$

де b – ширина однієї смуги руху, м;

n – кількість смуг руху;

a – ширина запобіжної смуги між проїзною частиною і бордюром, м.

Ширина однієї смуги руху приймається в залежності від категорії вулиці чи дороги у відповідності з [1, табл. 7.1]. Категорію вулиці або дороги слід призначати відповідно до класифікації, наведеної в [1, додаток 7.1]. В умовах реконструкції в центральних частинах міст на вулицях загальноміського та районного значення допускається, як виняток, зменшувати ширину смуги руху до 2,75 м при умові, що цією смугою буде здійснюватися рух переважно легкових автомобілів з уведенням необхідних обмежень на режим руху (максимальної швидкості, зупинки та стоянки).

Кількість смуг руху розраховується в залежності від перспективної інтенсивності руху транспорту і пропускної здатності проїзної частини вулиці.

Основна умова при розрахунку кількості смуг руху наступна: пропускна здатність проїзної частини ($P_{пч}$) повинна бути не менша перспективної інтенсивності руху транспорту (N).

$$P_{пч} \geq N . \quad (2.2)$$

Пропускна здатність багатосмугової проїзної частини на перегонах визначається з урахуванням коефіцієнта багатосмуговості (κ_c), який залежно від кількості смуг в одному напрямку приймається: за однієї смуги – $\kappa_c=1,0$; двох смуг – $\kappa_c=1,9$; трьох смуг – $\kappa_c=2,7$; чотирьох смуг $\kappa_c=3,5$ [2, примітка 3 до табл. 1.2].

$$P_{пч} = \kappa_c \cdot P_{1c} , \quad (2.3)$$

де P_{1c} – пропускна здатність однієї смуги руху, прив. од./год.

При проектуванні і реконструкції міських вулиць і доріг пропускну здатність однієї смуги руху приймають рівною розрахунковій інтенсивності руху на смузі в залежності від категорії вулиці чи дороги [2, табл. 1.2]. За розрахункову інтенсивність приймають таку величину інтенсивності руху транспортного потоку, при якій не менш 80 % транспортних засобів цього транспортного потоку рухаються зі швидкістю, не меншою за 70 % від розрахункової швидкості руху для даної категорії вулиці чи дороги.

З урахуванням формул (2.2) та (2.3) маємо:

$$\kappa_c \geq \frac{N}{P_{1c}} . \quad (2.4)$$

Необхідно прийняти таку кількість смуг, при якій значення коефіцієнта багатосмуговості κ_c відповідало б нерівності (2.4). Кількість смуг руху на

основній проїзній частині не повинна бути меншою зазначеної у [1, табл. 7.1] для даної категорії вулиці чи дороги.

У процесі розрахунків за формулою (2.4) інтенсивність руху різних типів транспортних засобів слід приводити до легкового автомобіля, застосовуючи коефіцієнти з [2, п. 1.7].

З обох боків проїзної частини магістральних вулиць і доріг, а також центральної розділювальної смуги повинні передбачатись запобіжні смуги, ширина яких (a) визначається відповідно з [2, п. 2.10].

При визначенні ширини проїзної частини необхідно враховувати ще ряд рекомендацій.

При інтенсивності руху на міських дорогах більш 500 вантажних автомобілів у годину й наявності в потоці понад 25-30 % автомобілів із числом осей 3 і більше (автопоїзди, напівпричепи та ін.) одну зі смуг руху необхідно передбачати завширшки 4,5 м.

При інтенсивності руху маршрутного пасажирського транспорту (МПТ) не менш 40 од./год необхідно виділяти для руху такого транспорту спеціалізовану смугу руху. При цьому інтенсивність руху інших транспортних засобів у розрахунку на одну смугу повинна бути не менш 400 *привед. од./год* [5].

У якості спеціалізованих смуг, як правило, повинні виділятися крайня права смуга в напрямку загального потоку або крайня ліва смуга в напрямку проти загального потоку на вулицях одностороннього руху. Ширина спеціалізованої смуги для руху МПТ повинна бути не менш 3,5 м при русі МПТ у попутному напрямку із загальним транспортним потоком і не менш 3,75 м при русі МПТ у зустрічному загальному транспортному потоку напрямку.

Допускається сполучати відобособлену смугу для руху автобусів із трамвайними шляхами попутного напрямку, що розташовані в одному рівні із проїзною частиною.

Приклади влаштування спеціалізованих смуг для руху маршрутного пасажирського транспорту представлені в додатку В.

Якщо на крайній правій смузі передбачається стоянка автомобілів з поздовжнім розміщенням транспортних засобів уздовж бордюру, то рекомендується збільшувати ширину цієї смуги на 2,5 м.

Розрахунок ширини тротуарів

Тротуар призначається для руху пішоходів. Загальна ширина тротуару складається із пішохідної частини ($B_{пт}$, рис. 2.3), смуги для розміщення елементів інженерного обладнання і благоустрою (c , рис. 2.3), а також резервної смуги (на випадок необхідності розширення проїзної частини чи тротуару, для розміщення посадкових майданчиків на зупинках МПТ, опор ліній електропередач і т.д) (d , рис. 2.3).

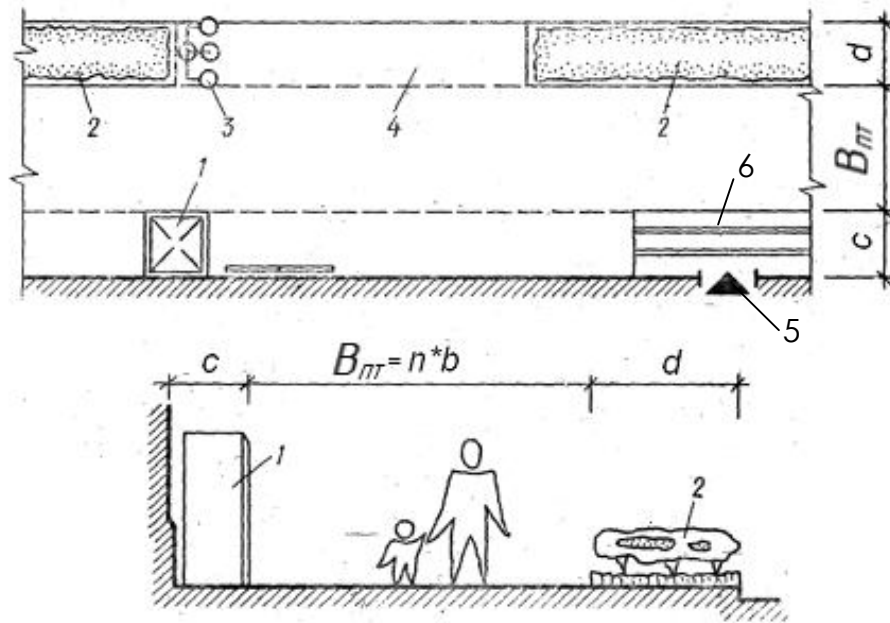


Рисунок 2.3 - Планувальна схема тротуару:

Умовні позначення: 1 – телефонна будка; 2 – газон; 3 – опора лінії електропередач;
4 – посадковий майданчик; 5 – вихід з будинку; 6 – сходи

Розрахункова ширина пішохідної частини тротуару визначається за максимальною інтенсивністю руху пішоходів в годину пік. Це особливо важливо для тротуарів, які ведуть до великих підприємств, стадіонів, станцій метро та ін. Для визначення ширини пішохідної частини тротуару за розрахункову смугу приймається умовна смуга шириною 0,75 м. Біля вокзалів, універмагів, виставкових центрів, стадіонів рекомендується приймати умовну смугу шириною 0,9 м.

Ширина пішохідної частини тротуару розраховується за формулою:

$$B_{пт} = n \cdot b = \frac{N_{пик}}{P} \cdot b, м, \quad (2.5)$$

де n – кількість умовних смуг тротуару;

$N_{пик}$ – величина максимальної інтенсивності руху пішоходів, $пик./год$.

b – ширина однієї умовної смуги руху тротуару, $м$;

P – пропускна здатність однієї смуги руху тротуара, $пик./год$; пропускну здатність смуги руху тротуару слід приймати з [2, табл. 2.20].

Ширину пішохідної частини тротуару, що визначена за формулою (2.5), збільшують до розміру, кратного ширині однієї умовної смуги. Найменша ширина пішохідної частини тротуару може бути дві смуги руху, найбільша – вісім смуг руху. Якщо розрахована ширина пішохідної частини тротуара є більшою ніж вісім смуг руху, то необхідно передбачити два тротуари з розділювальною смугою між ними у вигляді смуги озеленення.

Ширина пішохідної частини тротуару не повинна бути меншою зазначеної у [2, табл. 2.6] для даної категорії вулиці чи дороги.

Додаткова смуга c (рис. 2.3) необхідна в тих випадках, коли на червону лінію виходить забудова й тротуар безпосередньо прилягає до неї. У цьому випадку тротуар не може повноцінно використовуватися пішоходами через наявність вітрин, входів у будинки і т.д. Ширина цієї смуги повинна призначатися від 0,5 до 1,0 м залежно від місцевих умов. Якщо тротуар безпосередньо не примикає до забудови, то додаткова смуга c не передбачається.

Резервна смуга d (рис. 2.3) між тротуаром і проїзною частиною необхідна для розміщення на цій смузі опор світильників і підвіски контактної мережі електротранспорту. Ширина цієї смуги повинна призначатися залежно від місцевих умов. Якщо між тротуаром і проїзною частиною розташовується смуга озеленення, то необхідність у резервній смузі d відпадає.

Розрахунок ширини велодоріжок.

Велосипедні смуги і доріжки влаштовують на магістральних вулицях регульованого руху і вулицях місцевого значення при інтенсивності руху більше 50 велосипедистів за годину «пік». Велосипедні доріжки слід проектувати, як правило, відбособленими від основної проїзної частини і тротуарів. Велосипедні смуги проектують по краю проїзної частини вулиць або тротуарів і виділяють їх лініями розмітки.

Ширина смуги для велосипедного руху приймається 1,5 м (в обмежених умовах 1,0 м), а велосипедних доріжок, відповідно, при односторонньому русі 2,5 м (1,75 м), при двосторонньому – 3,0 м (2,5 м).

Кількість смуг на велосипедних доріжках необхідно приймати виходячи з розрахункової пропускної здатності однієї смуги – 300 велосипедистів на годину. Кількість велосипедних доріжок вздовж вулиці може бути:

- одна при проектуванні велодоріжок вздовж одного боку вулиці;
- дві при проектуванні велодоріжок вздовж обох боків вулиці.

Приклади влаштування велосмуг і велодоріжок представлені в додатку Д.

Ширина розділювальних смуг.

Умови безпеки руху транспорту і пішоходів вимагають ізоляції транспортних потоків від пішохідного руху, а в деяких випадках і розділення зустрічних напрямків руху на основній проїзній частині. Ця вимога реалізується за допомогою спеціальних розділювальних смуг.

Центральні розділювальні смуги повинні передбачатись на магістральних вулицях і дорогах з безперервним рухом завширшки не менше 4 м; на вулицях і дорогах регульованого руху з проїзною частиною в 6 смуг

– не менше 3 м. На інших магістралях допускається центральна розділювальна смуга завширшки 2 м за умови влаштування її у рівні проїзної частини та виділення суцільною лінією розмітки.

Інші вимоги до проектування центральної розділювальної смуги викладені в [2, п. 2.11].

Ширину розділювальних смуг між окремими елементами поперечного профілю вулиць і доріг слід приймати з урахуванням розташування підземних комунікацій, вимог безпеки руху та охорони навколишнього середовища, але не менш розмірів, наведених у [2, табл. 2.3].

Вимоги до зелених насаджень на розділювальних смугах наведені в [2, розділ 8]. Вимоги до розміщення опор світильників штучного освітлення проїзної частини і тротуарів наведені в [2, п. 7.10 – 7.13].

Трамвайні шляхи сполучення.

В Україні експлуатуються трамвайні лінії із шириною рейкової колії на прямих ділянках 1524 мм із розрахунковими швидкостями сполучення менш 24 км/год (звичайний трамвай) і 24 км/год і більше (швидкісний трамвай).

Відносно проїзної частини вулиці трамвайні шляхи розташовують у загальному з нею рівні (рис. 2.4 а), на відбособленому полотні (рис. 2.4 б) або на власному полотні (рис. 2.4 в).

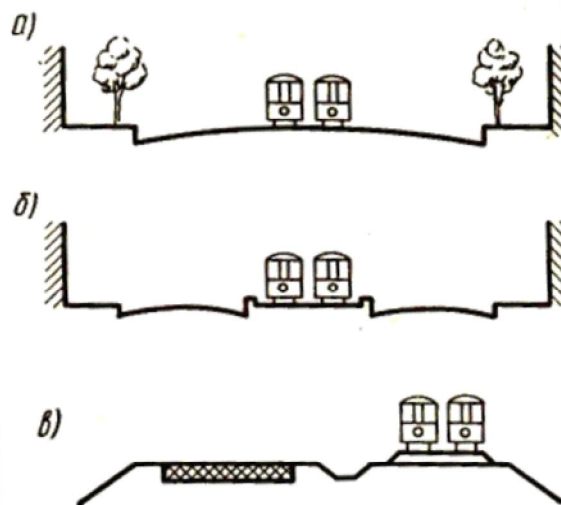


Рисунок 2.4 - Типи трамвайного полотна

У першому випадку головки рейок перебувають у рівні з дорожнім покриттям і трамвайне полотно становить як би єдине ціле із проїзною частиною. Це дає можливість автотранспорту використовувати трамвайне полотно при обгонах, об'їзді перешкод та ін. На нових магістралях пристрій трамвайних ліній такого типу не допускається.

При побудові відбособленого й власного трамвайного полотна його

ізолюють від проїзної частини бортовим каменем, що виключає його використання іншими видами транспорту. Застосування відобособленого трамвайного полотна практично можливо на вулицях шириною не менш 35 м.

Швидкісні лінії трамвая слід проектувати, як правило, наземними на відобособленому полотні, розташованому уздовж магістральних вулиць, або на самостійному полотні — поза межами населених пунктів.

Елементи, що визначають габаритні розміри трамвайного полотна на прямих ділянках при різних способах його пристрою, показані на рис. 2.5.

Відстані між осями суміжних шляхів на кривих ділянках трамвайної лінії слід призначати згідно з [6, табл. 1].

Ширину двоколійного обособленого полотна на всьому протязі трамвайної лінії з урахуванням розміщення посадкових майданчиків слід призначати не менш 9,6 м, одноколійного — 5 м.

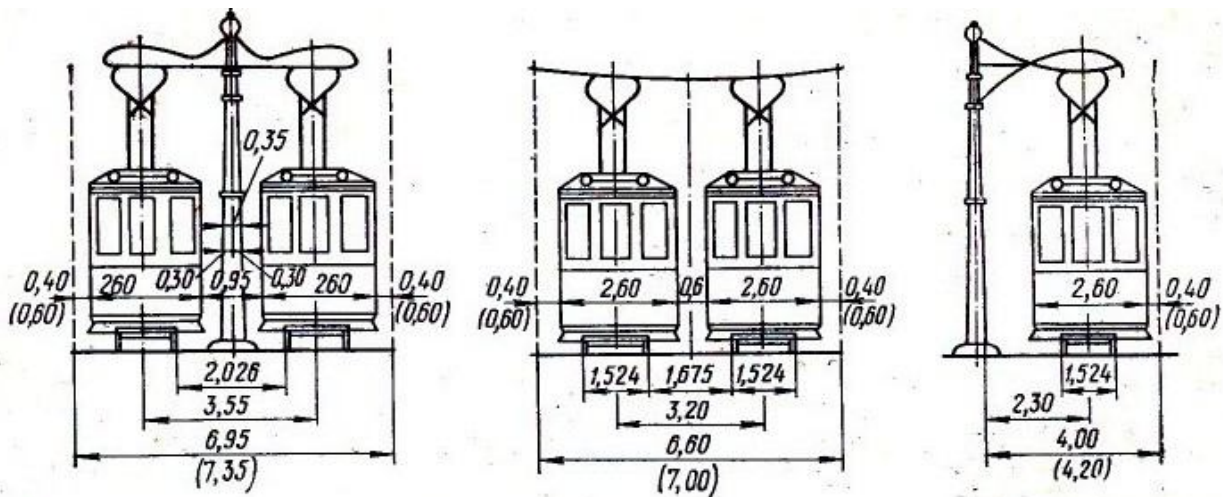


Рисунок 2.5 - Габаритні розміри трамвайного полотна без урахування посадкових майданчиків*

* - у дужках зазначені розміри для проектування ліній швидкісного трамвая

При наявності трамвайного полотна в загальному рівні із проїзною частиною пристрій центральних опор не допускається.

Опори контактної мережі трамвая слід розташовувати на відстані не менш 1 м від лицьової поверхні бордюру до зовнішньої поверхні опори. На вулицях житлових районів цю відстань може бути зменшено до 0,6 м. Діаметр опор — 0,35 м.

Мінімальна відстань від осі трамвайного шляху на прямих ділянках до будинків, споруджень, пристроїв і дерев слід призначати відповідно до [6, п. 2.5].

Вимоги до поперечних похилів проїзної частини вулиць

Вимоги до поперечних похилів проїзної частини вулиць містяться в [2, п. 2.16 і 2.17].

2.2. Практичне завдання

Запроектувати поперечний профіль на перегоні міської магістральної вулиці в найзначнішому місті при вихідних даних, що наведені в таблицях 2.1 – 2.4.

Номер варіанта відповідає порядковому номеру студента в списку групи. Якщо порядковий номер студента в списку групи є від 1 до 9, то номер варіанта буде 01 ... 09 відповідно.

Запроектований поперечний профіль міської магістралі повинен бути накреслений на окремому аркуші формату А4 (орієнтація – альбомна) чи А3 з використанням одного з наступних масштабів: 1:200, 1:250, 1:400. На рисунку повинні бути надані розміри всіх елементів вулиці, наприклад, як це зроблено на рис. 2.1 чи на рис. 2.6.

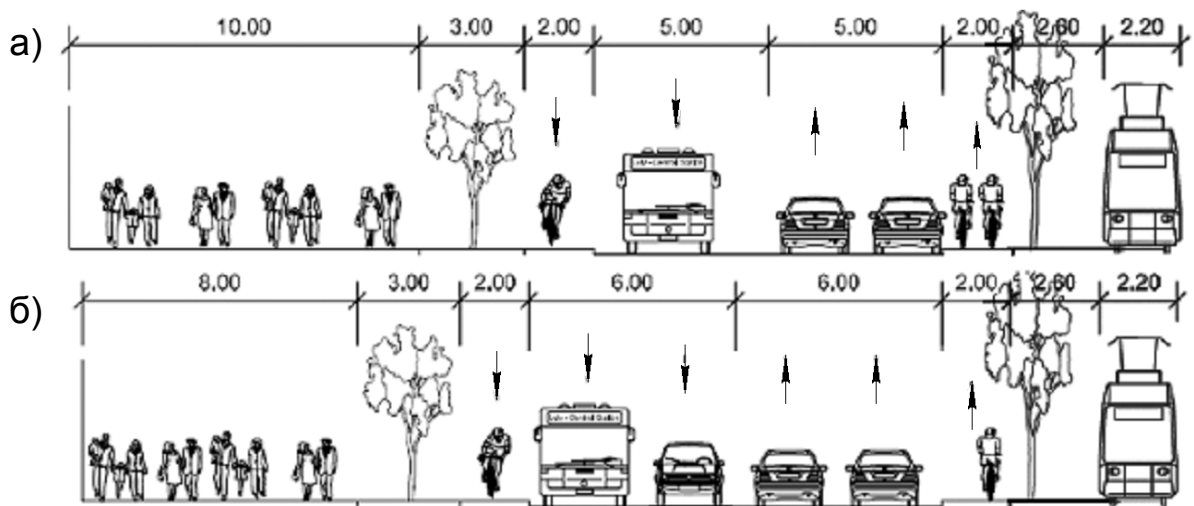


Рисунок 2.6 - Приклад оформлення поперечного профілю міської магістральної вулиці

У пояснювальній записці навести необхідні для проектування розрахунки, обґрунтувати геометричні розміри планувальних елементів вулиці з обов'язковими посиланнями на нормативну літературу.

Порядок виконання практичної роботи наступний:

1. З урахуванням функціонального призначення вулиці визначити категорію вулиці й нормативні параметри проектування її поперечного профілю, які звести у таблицю.

2. Визначити необхідність виділення спеціалізованої смуги для руху маршрутного пасажирського транспорту.

3. Розрахувати ширину проїзної частини.

4. Розрахувати ширину тротуарів і велосипедних смуг і доріжок.

5. Скомпонувати поперечний профіль міської магістралі з урахуванням

проведених розрахунків і вимог нормативних документів. Визначити ширину вулиці в червоних лініях.

Таблиця 2.1

Основне призначення вулиці і розташування трамвайного полотна

Основне призначення вулиці				Розташування трамвайного полотна			
Передостання цифра номеру варіанта	0	1	2	Передостання цифра номеру варіанта	0	1	2
транспортний зв'язок між адміністративними районами міста	+			на обособленому полотні			+
транспортний зв'язок в межах адміністративного району міста		+		на центральній розподільчій смузі	+		
вихід на зовнішню автомобільну дорогу			+	відсутнє		+	

Таблиця 2.2

Тип і розташування забудови

Тип и розташування забудови	Остання цифра номеру варіанта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Забудова двостороння вздовж червоних ліній. В будинках розташовані магазини.	+					+				
Забудова двостороння вздовж червоних ліній. Житлові будинки.		+					+			
Забудова одностороння праворуч вздовж червоних ліній. В будинках розташовані магазини.			+					+		
Забудова одностороння ліворуч вздовж червоних ліній. В будинках розташовані магазини.				+					+	
Забудова відсутня					+					+

Таблиця 2.3

Інтенсивність руху пішоходів по тротуарам

	Варіант								
	1-3	4-6	7-9	10-12	13-15	16-18	19-21	22-24	25-27
Максимальна інтенсивність руху пішоходів по тротуарам, піш./год	1000	2000	3000	1500	2500	3500	4000	4500	5000

Максимальна інтенсивність руху транспорту в одному напрямку*

Остання цифра номера варіанта	Інтенсивність руху транспорту за типами, авт./год						
	велосипеди	легкові автомобілі	автобуси	тролейбуси	вантажні до 2 т	вантажні від 2 до 6 т	автопоїзди від 12 до 20 т.
0	52	700	35	10	110	0	0
1	30	800	40	5	70	2	4
2	65	900	25	0	50	8	20
3	120	1000	60	0	120	15	8
4	100	900	30	15	25	0	0
5	25	1100	15	10	60	10	10
6	40	1200	0	20	40	15	15
7	60	850	45	0	30	0	0
8	35	1500	20	10	20	25	8
9	70	1200	50	0	100	20	6

Примітка: * - прийняти, що інтенсивність руху за напрямками однакова.

2.3. Запитання для самоконтролю

1. Що є елементами міської вулиці чи дороги?
2. Яким є загальноприйнятий порядок розміщення елементів вулиці у поперечному профілі?
3. Що таке «червоні лінії» вулиці чи дороги?
4. Які основні принципи проектування поперечного профілю міської магістралі?
5. Які вихідні дані необхідні для проектування поперечного профілю міської магістральної вулиці?
6. Яким чином розраховується ширина проїзної частини магістральної вулиці?
7. Які є обмеження при визначенні ширини проїзної частини вулиці?
8. При яких умовах виділяється спеціалізована смуга для руху маршрутного пасажирського транспорту?
9. Як розраховується ширина тротуарів?
10. Які основні вимоги до проектування велосмуг і велодоріжок на вулицях міст?
11. Які основні вимоги до проектування трамвайного полотна на міських вулицях і дорогах?

3. ПРОЕКТУВАННЯ ВУЛИЧНОЇ СТОЯНКИ

Практична робота №3 (2 години)

Мета: набути навички проектування вуличної стоянки на міський магістральній вулиці.

Література для самостійної підготовки: [7], [10, с. 115 - 125], [13, с. 132 - 136], [17, с. 16 - 27], [18].

3.1. Рекомендації з проектування вуличної стоянки на міський магістральній вулиці

Автостоянка – спеціально обладнана відкрита площадка для постійного або тимчасового зберігання легкових автомобілів та інших транспортних засобів.

Під терміном вулична стоянка слід розуміти комплекс місць для паркування автомобілів, розташованих в межах червоних ліній вулиці.

Вуличні стоянки можуть бути організовані:

- на смузі руху (на проїзній частині вулиці вздовж бордюру або під кутом к бордюру);
- на тротуарі;
- в «кишені» (місцеве розширення проїзної частини за рахунок зеленої смуги або тротуару); ширина «кишені» залежить від прийнятої схеми постановки автомобілів на стоянку;
- на центральній розділювальній смузі завширшки не менш 5,5 м або на напрямному островці;
- змішані.

Вуличні стоянки не можуть бути розміщені на вулицях і дорогах безперервного руху.

По способу постановки автомобілів на стоянку відносно осі вулиці вуличні стоянки прийнято ділити на:

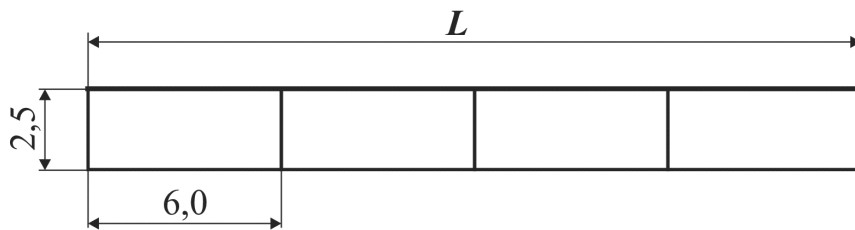
- з паралельним способом постановки (рис. 3.1 а);
- під кутом 30^0 ; 45^0 або 60^0 (рис. 3.1 б – г);
- з перпендикулярним способом постановки (рис. 3.1 д).

При збільшенні кута постановки автомобіля збільшується місткість стоянки, але при цьому збільшується ширина стоянки та підвищується час необхідний для в'їзду-виїзду на стоянку.

Влаштування вуличної стоянки супроводжується зниженням пропускної здатності вулиці в цілому. Тому однією із головних оцінок планувального рішення вуличної стоянки є оцінка її впливу на пропускну здатність вулиці.

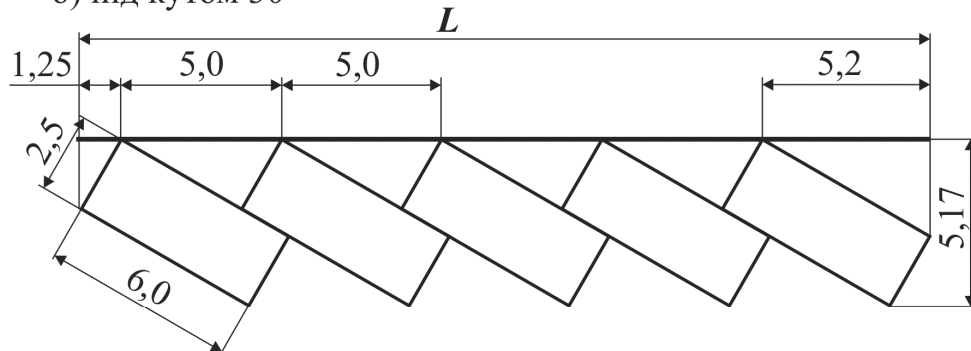
Приймається, що пропускна здатність смуги руху проїзної частини

а) паралельно осі вулиці



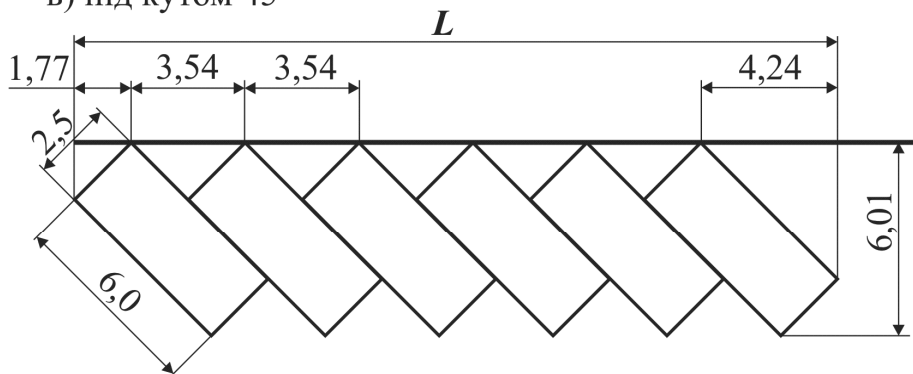
$$n_{CT} = \frac{L}{6} ;$$

б) під кутом 30°



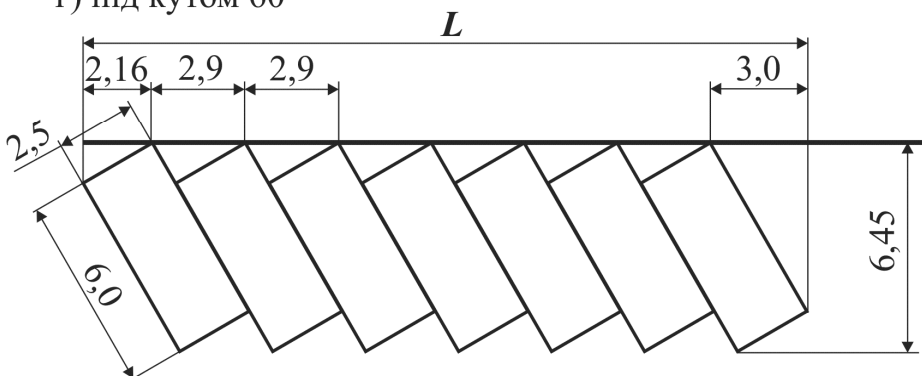
$$n_{CT} = \frac{L - 1,45}{5} ;$$

в) під кутом 45°



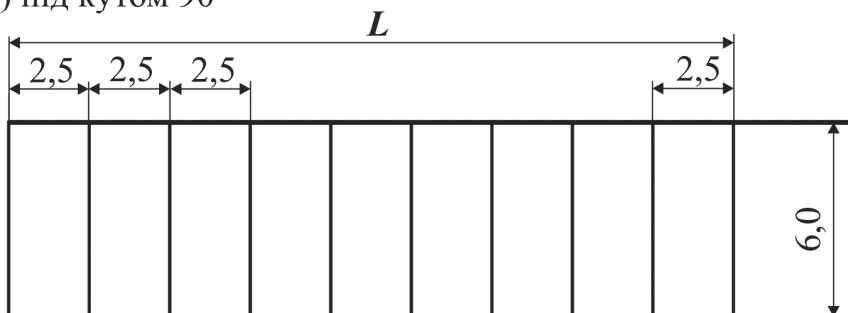
$$n_{CT} = \frac{L - 2,47}{3,54} ;$$

г) під кутом 60°



$$n_{CT} = \frac{L - 2,26}{2,9} ;$$

д) під кутом 90°



$$n_{CT} = \frac{L}{2,5} .$$

Рисунок 3.1 - Планувальні рішення вуличних стоянок

вулиці, на якій стоять автомобілі, дорівнює нулю. Якщо автомобіль припаркований частково на газоні або тротуарі, а займана їм ширина смуги руху проїзної частини більша, ніж 0,7 м, то прийнято допущення, що він займає всю смугу руху і пропускна здатність цієї смуги дорівнює нулю.

Для оцінки впливу вуличної стоянки на пропускну здатність смуг руху вулиці, з яких здійснюється маневр заїзду (виїзду) автомобілів на місце стоянки, пропонується ввести коефіцієнт (k) зниження пропускної здатності смуги руху проїзної частини вулиці:

$$k = 1 - \frac{1}{c_{CT}} \cdot n_{CT} \cdot c_M, \quad (3.1)$$

де c_{CT} – середній час стоянки автомобілів на стоянці, с (приймається відповідно до функціональних характеристик об'єкту тяжіння населення);

n_{CT} – кількість місць на вуличній стоянці;

c_M – сумарний час необхідний для заїзду та виїзду одного автомобіля на місце стоянки:

$$c_M = c_z + c_v + c_p, \quad (3.2)$$

c_z – час заїзду автомобіля (в середньому 4-5 с);

c_v – час виїзду автомобіля (залежить від способу постановки автомобілів). В залежності від кута постановки автомобіля на стоянку слід приймати: для $0^\circ - 1$ с, $30^\circ - 5$ с, $45^\circ - 6$ с, $60^\circ - 8$ с, $90^\circ - 16$ с;

c_p – час набору початкової швидкості 5-6 км/год (2 с).

Враховуючи коефіцієнт k , розрахункова пропускна здатність смуги, на якій здійснюється маневр в'їзду – виїзду автомобіля на стоянку буде рівною:

$$P_c^p = k \cdot P_c, \text{ од./год}; \quad (3.3)$$

де P_c – пропускна здатність смуги руху без врахування вуличної стоянки, од./год.; приймається в залежності від категорії вулиці з урахуванням коефіцієнта багатосмуговості:

$$P_c = P_{1c} \cdot k_c, \text{ од./год}; \quad (3.4)$$

де P_{1c} – пропускна здатність однієї смуги руху, од./год; приймається відповідно до [2, табл. 1.2];

k_c – коефіцієнт багатосмуговості; для першої смуги $k_c = 1,0$, для другої смуги $k_c = 0,9$, для третьої і четвертої смуги $k_c = 0,8$.

Маневр в'їзду – виїзду на стоянку здійснюється на одній смузі руху (3,5 м) при постановці автомобілів під кутом 0° , 30° , 45° , та на двох смугах руху при кутах 60° та 90° (5 м та 7 м відповідно).

Загальна пропускна здатність вулиці в одному напрямку після влаштування вуличної стоянки буде:

$$P_{ПЧ}^{вс} = \sum_{i=1}^m P_{ci}^p + \sum_{j=1}^n P_{cj}, \text{ од./год}; \quad (3.5)$$

де i - смуги руху проїзної частини вулиці, на яких здійснюється маневр в'їзду – виїзду автомобілів на стоянку;

m – кількість смуг руху проїзної частини вулиці, на яких здійснюється маневр в'їзду – виїзду автомобілів на стоянку;

j - смуги руху проїзної частини вулиці, на яких не здійснюється маневр в'їзду – виїзду автомобілів на стоянку;

n - кількість смуг руху проїзної частини вулиці, на яких не здійснюється маневр в'їзду – виїзду автомобілів на стоянку.

Коефіцієнт пониження пропускної здатності вулиці вуличною стоянкою розраховується як:

$$K_{вс} = (1 - \frac{P_{ПЧ}^{вс}}{P_{ПЧ}}) \cdot 100, \%, \quad (3.6)$$

де $K_{вс}$ – коефіцієнт, що показує на скільки відсотків знизиться пропускна здатність вулиці після влаштування вуличної стоянки, %;

$P_{ПЧ}$ – пропускна здатність вулиці без вуличної стоянки.

Можливість влаштування вуличної стоянки визначається на основі порівняння пропускної здатності вулиці з врахуванням наявності стоянки та перспективної інтенсивності транспортних потоків в час пік.

З застосуванням формул (3.1) – (3.6) можна вирішувати зворотну задачу – знаходити оптимальні місткість вуличної стоянки та спосіб постановки автомобілів на ній. Для цього необхідно прирівняти інтенсивність транспортних потоків на вулиці до її пропускної здатності після влаштування вуличних стоянок з різними характеристиками. При проектуванні вуличної стоянки потрібно знайти оптимум між місткістю стоянки та її впливом на пропускну здатність вулиці шляхом зміни кута постановки автомобілів.

Машиномісце на стоянці – площа, необхідна для встановлення одного автомобіля, що складається із площі горизонтальної проекції нерухомого автомобіля з додаванням розривів наближення (захисних зон) до сусідніх автомобілів або будь яких перешкод.

Мінімальні розміри одного місця для стоянки легкових автомобілів повинні бути $2,5 \text{ м} \times 6,0 \text{ м}$. Планувальні рішення вуличних стоянок легкових автомобілів наведені на рис. 3.1. На рис. 3.1 також наведені формули для розрахунку кількості місць для стоянки легкових автомобілів ($n_{ст}$) при заданій довжині вуличної стоянки ($L, \text{ м}$).

3.2. Практичне завдання

На магістральній вулиці районного значення з одностороннім рухом і $n_{пч}$ смугами руху по 3,5 м кожна біля збудованого об'єкту торгівлі необхідно влаштувати вуличну стоянку.

Практичне завдання полягає у вирішенні двох задач.

Задача 1. Визначити оптимальний кут постановки легкових автомобілів на вуличній стоянці при наступних вихідних даних (табл. 3.1). Як критерій оптимальності прийняти мінімум зниження пропускної здатності вулиці вуличною стоянкою.

Розглянути наступні варіанти постановки автомобілів на стоянці:

- постановка автомобілів на крайній правій смузі уздовж бордюру;
- постановка автомобілів в «кишені» праворуч від проїзної частини по ходу руху під кутом 30^0 ; 45^0 , 60^0 та 90^0 .

Таблиця 3.1

Вихідні дані для вирішення задач

Варіант*	Задача 1			Задача 2	
	$n_{пч}$	$n_{СТ}$	$ч_{СТ}, хв.$	$K_{вс}, \%$	$L, м$
1	2	7	12	10	30
2	3	8	14	12	31
3	2	9	16	14	32
4	3	10	18	16	33
5	2	11	20	18	34
6	3	12	13	20	35
7	2	13	15	22	36
8	3	14	17	24	37
9	2	15	19	26	38
10	3	7	21	26	39
11	2	8	23	24	40
12	3	9	25	22	30
13	2	10	30	20	31
14	3	11	12	18	32
15	2	12	14	16	33
16	3	13	16	14	34
17	2	14	18	12	35
18	3	15	20	10	36
19	2	7	13	18	37
20	3	8	15	16	38
21	2	9	17	14	39
22	3	10	19	20	40
23	2	11	21	12	30
24	3	12	23	22	31
25	2	13	25	10	32
26	3	14	30	26	33

Примітка*. Номер варіанта відповідає порядковому номеру студента в списку групи.

Задача 2. Визначити максимальну місткість вуличної стоянки й спосіб постановки автомобілів на стоянку за умови, що пропускна здатність вулиці після пристрою стоянки зменшиться не більше ніж на $K_{вс}$. Довжина вуличної стоянки повинна бути не більше L . Значення $n_{пч}$ та $ч_{СТ}$ взяти з вихідних даних до першої задачі у відповідності з варіантом.

За результатами вирішення задачі 2 виконати проект у вигляді креслення на аркуші формату А4. На кресленні повинен бути представлений план ділянки ВДМ з вуличною стоянкою із вказівкою всіх геометричних параметрів ділянки в метрах і з дислокацією технічних засобів організації дорожнього руху (рекомендується масштаб 1 : 200).

3.3. Запитання для самоконтролю

1. Поясніть сутність термінів «автостоянка» і «вулична стоянка».
2. За якими ознаками класифікуються вуличні стоянки?
3. Які характеристики вуличної стоянки впливають на пропускну здатність вулиці?
4. Які переваги і недоліки паркування автомобілів уздовж бордюрного каменю?
5. Які переваги і недоліки паркування автомобілів на вуличній стоянці під кутом 30^0 , 45^0 і 60^0 ?
6. Які переваги і недоліки постановки автомобіля на вуличну стоянку під кутом 90^0 ?
7. Який показник використовується для оцінки зниження пропускної здатності смуги руху проїзної частини вулиці при влаштуванні вуличної стоянки і як його розрахувати?
8. Як розрахувати пропускну здатність вулиці в одному напрямку після влаштування вуличної стоянки?
9. Що таке «машиномісце» на стоянці і які мінімальні розміри одного місця для стоянки легкових автомобілів.
10. Як розрахувати максимальну кількість місць для стоянки легкових автомобілів якщо відома довжина вуличної стоянки і кут постановки автомобіля на стоянку?

4. КАНАЛІЗУВАННЯ ПЕРЕХРЕСТЯ

Практична робота №4 (4 години)

Мета: набути навички проектування каналізованих перехресть.

Література для самостійної підготовки: [10, с. 137 -144], [13, с. 221 -224] [19, с. 40 – 43, с. 55 - 110], [20, п. 8.4, п. 9.2].

4.1. Рекомендації з каналізування перехрестя

Основи каналізування перехресть.

Оптимальним планувальним рішенням перехрестя з нерегульованим рухом на ВДМ міста слід вважати таке, при якому для кожного напрямку руху транспорту виділена окрема смуга (смуги) проїзної частини. Транспортні потоки повинні рухатись виділеними для них смугами руху як каналами: траєкторія руху повинна розташовуватися тільки в межах цього каналу, а вхід та вихід можливі лише в строго визначених місцях. Така організація руху носить назву «каналізований рух».

Перехрестя називають «необладнаним», якщо в його плануванні відсутні елементи, що каналізують рух. Як елементи, що каналізують рух на перехресті, використовують напрямні островці. Такі островці можуть бути позначені на проїзній частині розміткою або підняті над проїзною частиною шляхом установки по їхньому периметру бордюрів.

Якщо напрямні островці є тільки на одній з вулиць (доріг), що пересікаються, то перехрестя називається «частково каналізованим». Якщо напрямні островці є на обох вулицях, що пересікаються, то таке перехрестя є «повністю каналізованим».

Методика каналізування перехресть (у спрощеному виді) містить у собі два основних етапи:

1. Нанесення на плані перехрестя «коридора» руху транспортних засобів за всіма дозволеними напрямками руху у відповідності зі схемою організації руху на перехресті.

2. Зони на поверхні перехрестя, що невикористані для руху, закривають островцями.

Оскільки каналізування вимагає строгого руху автомобілів по відведених їм смугах проїзної частини, обриси цих смуг, особливо для руху, що повертає, повинні відповідати оптимальним обрисам траєкторій руху автомобіля.

Траєкторія руху автомобіля на закругленні складається із трьох елементів: вхідної перехідної кривої, кругової кривої малого радіуса й вихідної перехідної кривої. Такі криві утворюють коробову криву, яка є основою для проектування траєкторій руху при каналізуванні перехресть (рис. 4.1). Співвідношення радіусів кривизни ділянок коробової кривої наступне: $R_1 : R_2 : R_3 = 2 : 1 : 3$. Установлено співвідношення між кутом

повороту φ і всіма елементами закруглення (табл. 4.1).

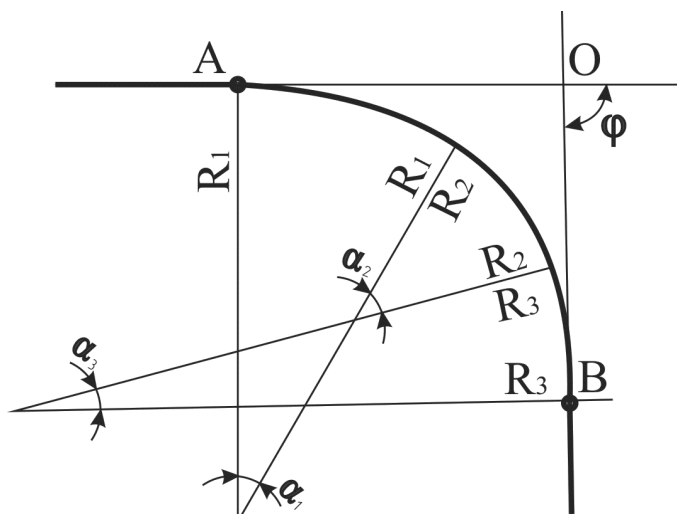


Рисунок 4.1 - Розбивка правоповоротного з'їзду за коробовою кривою

Таблиця 4.1

Елементи коробової кривої

Кут повороту, φ , град.	Вхідна крива		Кругова крива, R_2 , м	Вихідна крива	
	R_1 , м	α_1 , град		R_3 , м	α_3 , град
до 44	-	-	50	-	-
45 – 74	60	16	30	90	10
75 – 112	50	20	25	75	12
113 – 149	40	27	20	60	16
150 - 180	35	34	15	60	21

При проектуванні закруглень положення початку коробової кривої (точка A на рис. 4.1) і кінця коробової кривої (точка B на рис. 4.1) визначають розрахунком:

$$AO = (R_1 - R_2) \cdot \sin \alpha_1 + \frac{R_2 + \Delta R_3}{\cos(\varphi - 90)} + (R_2 + \Delta R_1) \cdot \operatorname{tg}(\varphi - 90) \quad , \text{ м}; \quad (4.1)$$

$$OB = (R_3 - R_2) \cdot \sin \alpha_3 + \frac{R_2 + \Delta R_1}{\cos(\varphi - 90)} + (R_2 + \Delta R_3) \cdot \operatorname{tg}(\varphi - 90) \quad , \text{ м}; \quad (4.2)$$

$$\Delta R_1 = (R_1 - R_2) \cdot (1 - \cos \alpha_1) \quad , \text{ м}; \quad (4.3)$$

$$\Delta R_3 = (R_3 - R_2) \cdot (1 - \cos \alpha_3) \quad , \text{ м}, \quad (4.4)$$

де φ – кут повороту, $^\circ$:

$$\varphi = \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3. \quad (4.5)$$

Ширина смуг при русі по закругленню призначається за величиною радіуса R_2 кругової кривої [10]:

радіус кривої R_2	10	15	20	25	30
ширина однієї смуги руху без врахування висоти бордюру, м	4,6	4,3	4,1	4,0	3,9
ширина двох смуг руху з врахування висоти бордюру, м	10,0	9,3	9,0	8,8	8,5

При каналізуванні перехресть необхідно прагнути до такого планувального рішення, при якому рух по головному напрямку не буде мати перешкод від руху потоків, що повертають. Це досягається шляхом пристрою на головній дорозі спеціальних смуг для лівих поворотів і перехідно-швидкісних смуг.

Для лівого повороту з головної дороги в плануванні перетинання необхідно передбачати спеціальні смуги, що дозволяють автомобілям, що повертають, знижувати швидкість і при необхідності очікувати можливості виконання маневру (рис. 4.2). Довжина цієї смуги (L_T) визначається з умови забезпечення плавного гальмування автомобіля і умови, пов'язаної з визначенням імовірності утворення черги з i автомобілів:

$$L_T = L_{гал} + L_q, \quad \text{м}, \quad (4.6)$$

де $L_{гал}$ – довжина ділянки гальмування на смузі для лівого повороту з головної дороги від швидкості організації руху по головній дорозі (V , км/год) до повної зупинки, м:

$$L_{гал} = \frac{V^2}{26 \cdot a}, \quad \text{м}, \quad (4.7)$$

a – середнє уповільнення автомобіля, м/с² (див. табл. 4.2);

L_q – довжина черги з i автомобілів, що очікують можливості повороту ліворуч з головної дороги на другорядну, м:

$$L_q = i \cdot (l_a + \Delta l_a), \quad \text{м}, \quad (4.8)$$

l_a – габаритна довжина автомобіля, м;

Δl_a – відстань між автомобілями, що стоять у черзі, м.

Таблиця 4.2 - Середнє уповільнення (прискорення) автомобіля у м/с² в залежності від величини поздовжнього ухилу на смузі гальмування (розгону)

Поздовжній ухил, ‰	-40	-20	0	20	40
Середнє уповільнення, м/с ²	0,5	1,0	1,5	2,2	3,0
Середнє прискорення, м/с ²	2,0	1,5	1,0	0,6	0,3

Мінімальна ширина смуги для повороту ліворуч для легкових автомобілів – 3,0 м, для вантажних автомобілів – 3,5 м.

Якщо на головній вулиці, де виділяється смуга для лівого повороту, розділової смуги немає, то лівоповоротний потік повинен бути відділений від зустрічного прямого руху напрямним острівцем. Довжина відгону ширини додаткової смуги для повороту ліворуч ($L_{від}^{dc}$) повинна бути не менш 30 м на вулицях і дорогах загальноміського значення й не менш 20 м на вулицях районного значення.

Інтенсивність відгону ширини напрямних острівців на головній дорозі повинна бути у межах 1 : 10 – 1 : 15, 1 : 20 – 1 : 30 та 1 : 40 – 1 : 50 за дозволеної швидкості руху на ділянці не більш ніж 60 км/год, від 60 км/год до 90 км/год та більше ніж 90 км/год відповідно ($L_{від}^{no}$, рис. 4.2).

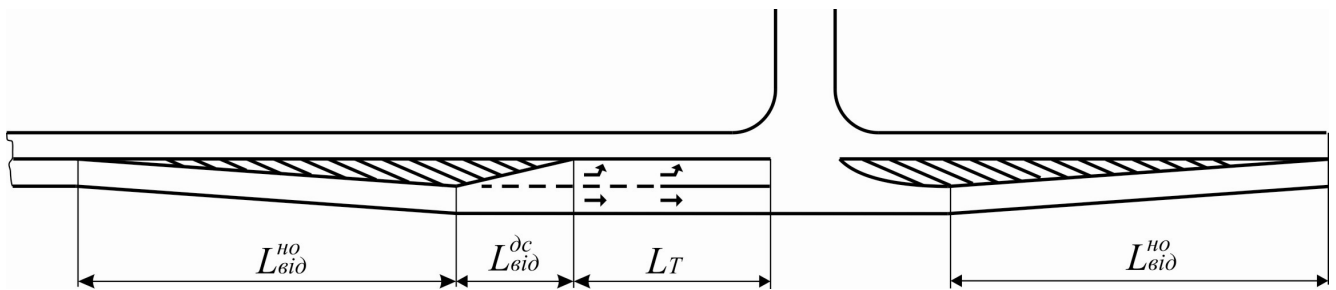
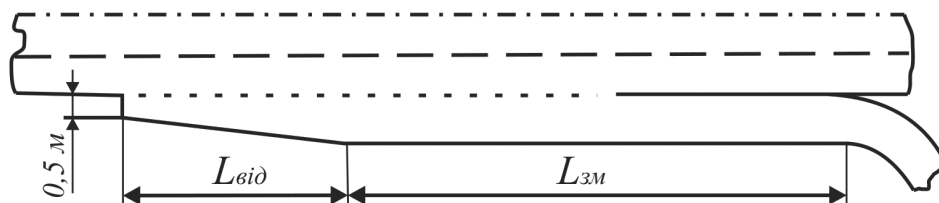


Рисунок 4.2 - Схема розташування напрямних острівців на проїзній частині головної дороги

Додатково до основних смуг проїзної частини влаштовують перехідно-швидкісні смуги для гальмування й розгону (рис. 4.3), що дозволяють збільшити пропускну здатність, усунути перешкоди прямому руху, поліпшити організацію руху автомобілів і підвищити безпеку руху.

а) елементи перехідно-швидкісної смуги гальмування



б) елементи перехідно-швидкісної смуги розгону

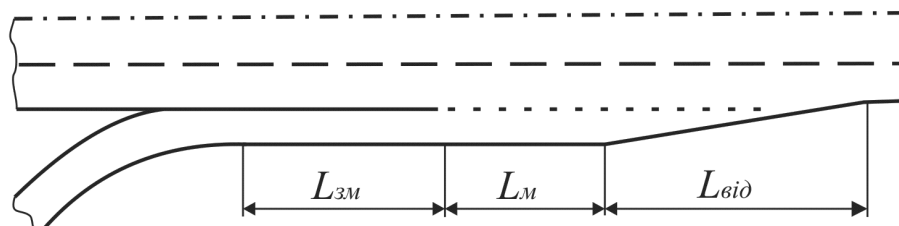


Рисунок 4.3 - Елементи перехідно-швидкісних смуг руху

Довжина перехідно-швидкісних смуг для гальмування й розгону визначається залежно від розрахункової швидкості руху по магістралі й поздовжнього ухилу проїзної частини магістралі.

Довжина перехідно-швидкісної смуги для гальмування складається з довжини ділянки відгону ширини смуги ($L_{від}$, рис. 4.3 а, приймається по табл. 4.3) і довжини ділянки зміни швидкості руху ($L_{зм}$). Перехідно-швидкісна смуга для розгону додатково містить у собі ділянку маневрування при вході в основну смугу (L_m , рис. 4.3 б, приймається по табл. 4.4). Основною є смуга проїзної частини, з якої з'їжджає або на яку виїжджає автомобіль з перехідно-швидкісної смуги.

Відгін перехідно-швидкісної смуги для гальмування починається з уступу шириною 0,5 м (рис. 4.3 б).

Таблиця 4.3

Довжина ділянки відгону ширини перехідно-швидкісної смуги

Розрахункова швидкість руху, км/год	Довжина ділянки відгону ширини перехідно-швидкісної смуги, $L_{від}$, м	
	гальмування	розгону
120	80	80
100	40	60
80	40	40

Таблиця 4.4

Довжина ділянки маневрування перехідно-швидкісної смуги розгону

	Інтенсивність руху по основній смузі у приведених одиницях, од./год				
	200	400	600	800	1000
L_m , м	75	100	120	130	150

Довжина ділянки зміни швидкості руху визначається за формулою:

$$L_{зм} = \frac{V_1^2 - V_2^2}{26 \cdot a}, \text{ м}, \quad (4.9)$$

де V_1 – швидкість на початку уповільнення (для смуги гальмування) або наприкінці розгону (для смуги розгону), км/год; повинна відрізнятись не більше ніж на 20 % від середньої швидкості потоку по основній смузі руху;

V_2 – швидкість наприкінці уповільнення (для смуги гальмування) або на початку розгону (для смуги розгону), км/год;

a – середнє уповільнення (прискорення) автомобіля, м/с² (табл. 4.2).

Методика проектування каналізованого перехрестя.

Типове рішення каналізованого перехрестя включає такі планувальні елементи:

а) центральний каплеподібний острівець на другорядній вулиці (дорозі), що розділяє потоки зустрічних напрямків руху;

б) два трикутних напрямні острівці на другорядній вулиці (дорозі), які відокремлюють праві повороти від основного руху; конфігурація цих острівців залежить від кута пересічення вулиць (рис. 4.4);

в) напрямні острівці на головній вулиці для забезпечення лівих поворотів з головної вулиці на другорядну.

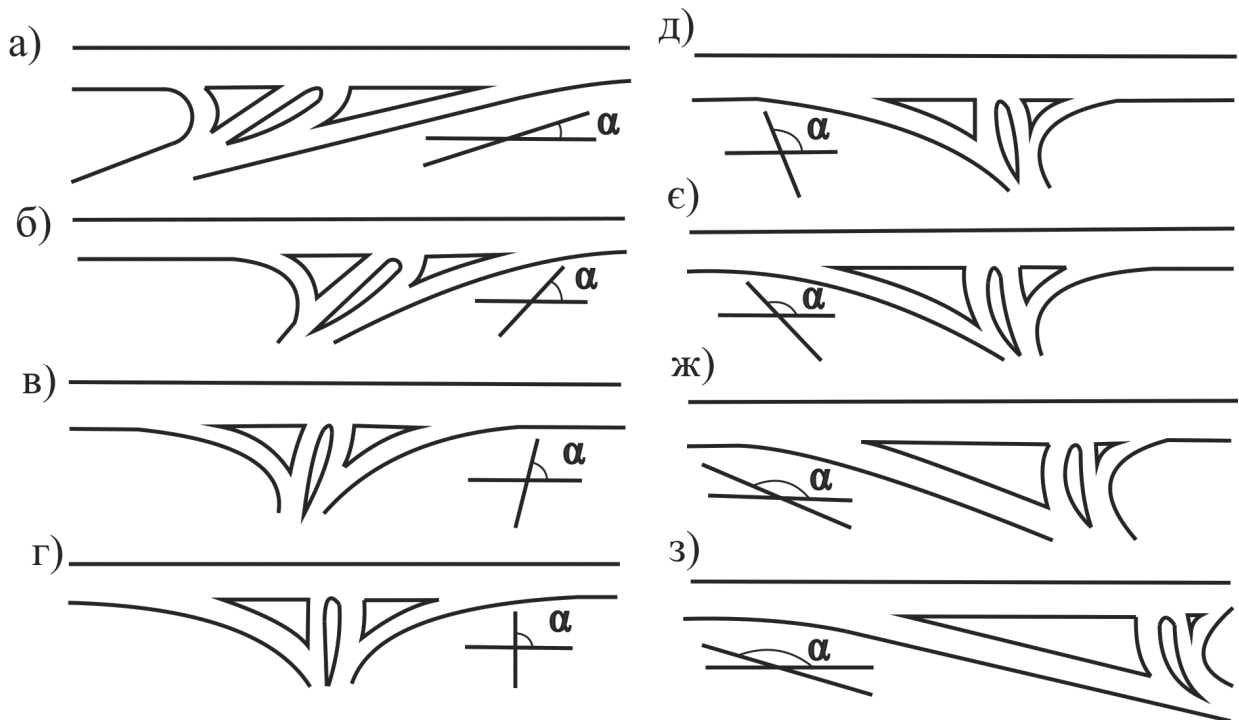


Рисунок 4.4 - Зміна планування перехрестя в залежності від кута пересічення вулиць

а) $\alpha = 30^\circ$; б) $\alpha = 45^\circ$; в) $\alpha = 75^\circ$; г) $\alpha = 90^\circ$; д) $\alpha = 115^\circ$; е) $\alpha = 135^\circ$;
ж) $\alpha = 150^\circ$; з) $\alpha > 150^\circ$.

Послідовність проектування повністю каналізованого перехрестя представлена на рис. 4.5.

Перехрестя починають проектувати з вибору типу планувального рішення й установлення окремих його елементів: кута перетинання осей вулиць α , радіусів правих і лівих поворотів, ширини смуг руху. Визначають необхідність пристрою перехідно-швидкісних смуг і встановлюють їхні розміри. Для проектування використовують план перехрестя в масштабі 1:250 або 1:500. На план наносять ряд ліній, що розмежовують зони, у яких будуть розташовані елементи планувального рішення (рис. 4.5 а).

Лінії 1 і 2 обмежують смугу, де повинні бути розташовані розділові острівці на головній дорозі. Лінія 1 відстоїть від осьової на відстані не менш

3 м, лінія 2 – на 1 м. Лінії 3 і 5 позначають край проїзної частини головної дороги. При пристрої розділових островців ширина смуги руху повинна призначатися з урахуванням необхідного розширення.

Лінія 4 - зовнішній край перехідно-швидкісних смуг.

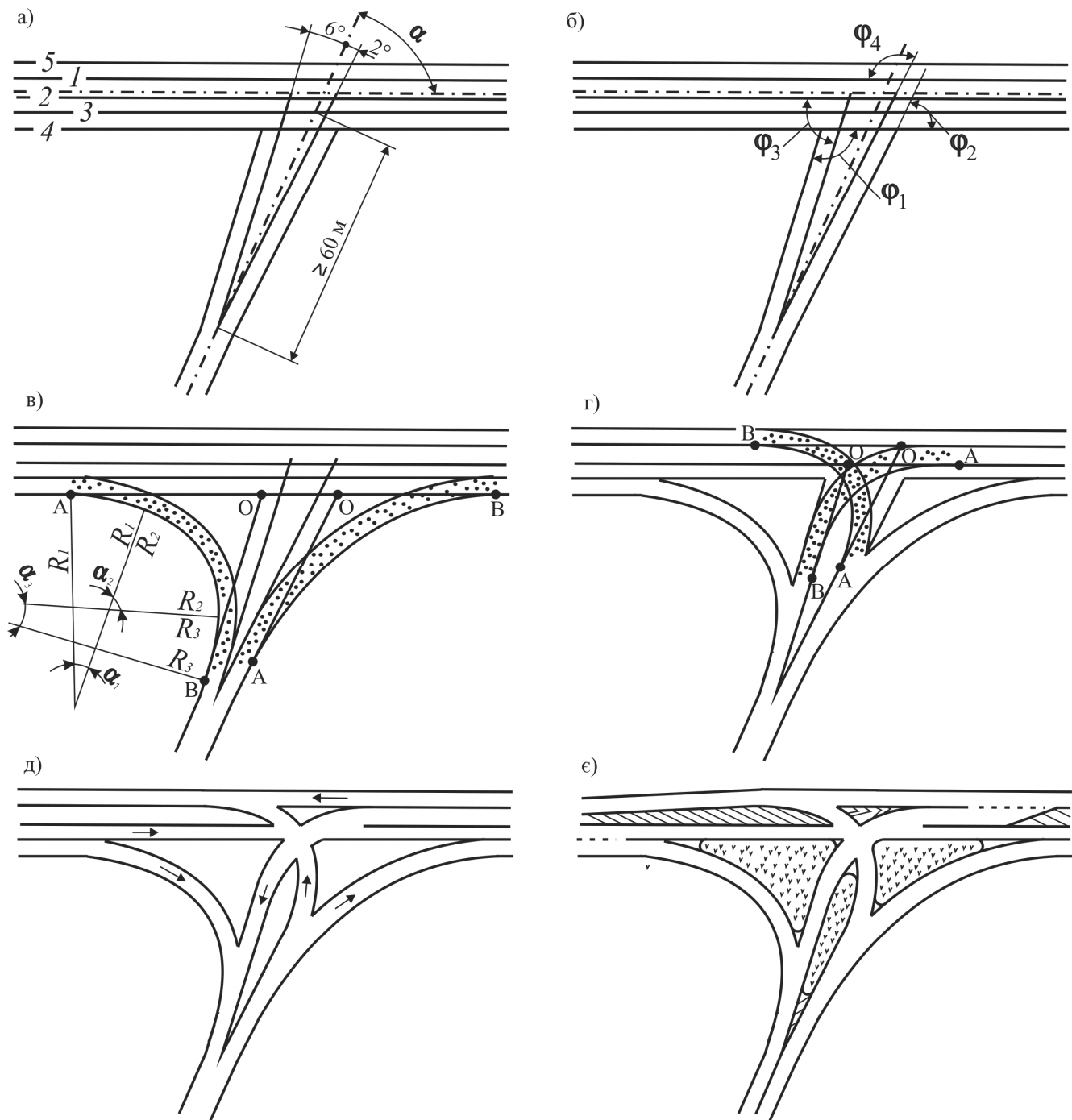


Рисунок 4.5 - Послідовність проектування каналізованого перехрестя

а) розмежування смуг руху й зон для розташування напрямних островців; б) визначення кутів повороту на з'їздах; в) проектування правоповоротних з'їздів; г) проектування лівоповоротних з'їздів; д) розташування з'їздів на поверхні перехрестя; е) форма напрямних островців на перехресті.

На другорядній дорозі вибирають зону, де буде розташований

центральный каплеподобный островец. Этот островец обмежується лініями, які утворюють між собою кут 8° , а віссю дороги 2° і 6° (рис. 4.5 а). Вершина островця віднесена від краю проїзної частини головної дороги на відстань не менш 60 м.

Наступним кроком каналізування перехрестя є визначення кутів повороту на з'їздах. Так, наприклад, на рис. 4.5 б:

- φ_1 – кут повороту на правому з'їзді з головної дороги на другорядну;
- φ_2 – кут повороту на правому з'їзді з другорядної дороги на головну;
- φ_3 – кут повороту на лівому з'їзді з головної дороги на другорядну;
- φ_4 – кут повороту на лівому з'їзді з другорядної дороги на головну.

Всі правоповоротні з'їзди на перехресті проектується по коробовій кривій, параметри якої визначають через кут повороту φ по табл. 4.1. За формулами 4.1 і 4.2 розраховують положення початку й кінця коробової кривої, потім вписують коробову криву й по радіусу R_2 визначають ширину з'їзду й окреслюють границі смуги руху.

Лівоповоротні з'їзди описують по коробовим кривим з радіусами $R_1 = 10$ м, $R_2 = 20$ м і $R_3 = 60$ м для швидкостей повороту у вільних умовах 20 – 25 км/год і з радіусами $R_1 = 15$ м, $R_2 = 30$ м і $R_3 = 45$ м у стиснених умовах для швидкостей руху 15 км/год.

Перехідно-швидкісну смугу гальмування розташовують по головній дорозі, починаючи від початку коробової кривої (точка А, рис. 4.5 в). Перехідно-швидкісну смугу розгону розташовують по головній дорозі, починаючи від кінця коробової кривої (точка В)

Невикористані для руху зони на поверхні перетинання утворюють геометричні границі напрямних островців (рис. 4.5 є). Островці зі сторонами менш 5 м і площею менш 10 м^2 виділяють на поверхні перетинання розміткою. Якщо розміри островців більші – то їх виконують піднятими над проїзною частиною. При цьому фізичні границі таких островців віддаляють від геометричних границь на відстань не менш 0,5 м. Кути піднятих над проїзною частиною островців, які спрямовані на зустріч руху, округляються кривими радіусом 1 м. У вершину центрального островця, розташованого на другорядній дорозі, уписується крива радіусом 1,5 – 2 м.

4.2. Практичне завдання

Розробити проект каналізування Т-подібного перехрестя магістральних вулиць у місті.

Вихідні дані для проектування наведені в табл. 4.5.

На перехресті дозволені усі напрямки руху транспорту. Рух пішоходів на перехресті відсутній.

За результатами аналізу дорожніх умов і характеристик руху транспорту на перехресті, оцінки пропускну здатності і рівня завантаження

рухом перехрестя, оцінки безпеки руху на перехресті з урахуванням планувальних обмежень ухвалено рішення передбачити на перехресті наступні планувальні елементи (табл. 4.6).

Таблиця 4.5

Вихідні дані для проектування каналізованого перехрестя

Варіант	1 - 7	8 - 14	15 - 20	21 - 26
Категорія головної вулиці ¹	1	2	1	2
Ширина проїзної частини головної вулиці, м	14	8	12	11,5
Ширина проїзної частини другорядної вулиці, м	8	8	8	8
Наявність центральної розділювальної смуги шириною 3,5 м на головній вулиці	є	немає	немає	немає
Поздовжній ухил проїзної частини головної вулиці, ‰	-20	-30	0	20
Кут перетинання вулиць α , град.	90	45	115	135
Інтенсивність руху по основній смузі головної вулиці у приведених одиницях, од./год	400	200	300	200
Довжина черги автомобілів на смузі для лівого повороту з головної вулиці L_q , м	30	20	25	16

Примітка¹: 1 – магістральна вулиця загальноміського значення регульованого руху, 2 – магістральна вулиця районного значення.

Усі лівоповоротні з'їзди розбити по коробовій кривій. Якщо на правому з'їзді завданням не передбачена коробова крива, то радіус закруглення на з'їзді прийняти рівним R_2 (див. табл. 4.1).

Проект виконати у вигляді креслення на аркуші формату А3 і пояснювальної записки обсягом до 3 стор. На кресленні повинне бути представлено архітектурно-планувальне рішення каналізованого перехрестя із вказівкою всіх геометричних параметрів ділянки в метрах і з дислокацією технічних засобів організації дорожнього руху (рекомендується масштаб 1 : 500).

У пояснювальній записці навести необхідні для проектування розрахунки, обґрунтувати геометричні розміри планувальних елементів перехрестя і необхідність використання технічних засобів організації дорожнього руху з обов'язковими посиланнями на нормативну літературу.

Номер варіанта відповідає порядковому номеру студента в списку групи. За узгодженням з викладачем можливе виконання практичної роботи з використанням вихідних даних, отриманих у результаті обстеження реального перехрестя міських вулиць.

4.3. Запитання для самоконтролю

1. Що таке «каналізування руху», які види каналізування існують?
2. Які основні принципи каналізування руху на перехрестях?

Таблиця 4.6

Планувальні елементи, що необхідно передбачити на перехресті

Варіант	Планувальні елементи на перехресті					
	Смуга для лівого повороту з головної дороги	Капелюподібний острівцець на другорядній вулиці	Перехідно-швидкісна смуга гальмування на головній вулиці	Перехідно-швидкісна смуга розгону на головній вулиці	Розбивка правого з'їзду з головної вулиці на другорядну по коробовій кривій	Розбивка правого з'їзду з другорядної вулиці на головну по коробовій кривій
1	є	є	є	немає	є	немає
2	є	є	немає	є	є	немає
3	є	є	є	немає	є	немає
4	є	є	немає	є	немає	є
5	є	є	є	немає	немає	є
6	є	є	немає	є	немає	є
7	є	є	є	немає	є	немає
8	є	є	немає	є	є	немає
9	є	є	є	немає	є	немає
10	є	є	немає	є	немає	є
11	є	є	є	немає	немає	є
12	є	є	немає	є	немає	є
13	є	є	є	немає	є	немає
14	є	є	немає	є	є	немає
15	є	є	є	немає	є	немає
16	є	є	немає	є	немає	є
17	є	є	є	немає	немає	є
18	є	є	немає	є	немає	є
19	є	є	є	немає	є	немає
20	є	є	немає	є	є	немає
21	є	є	є	немає	є	немає
22	є	є	немає	є	немає	є
23	є	є	є	немає	немає	є
24	є	є	немає	є	немає	є
25	є	є	є	немає	є	немає
26	є	є	немає	є	є	немає

3. Які переваги й недоліки каналізування руху на перехрестях у містах?
4. Яке співвідношення радіусів дуг у коробовій кривій, що використовується для проектування траєкторій руху на правих з'їздах?
5. Яким чином здійснюється розбивка з'їзду на перехресті за коробовою кривою?
6. Як визначається довжина смуги для лівого повороту з головної дороги?
7. Як визначаються довжина перехідно-швидкісної смуги гальмування?
8. Як визначається довжина перехідно-швидкісної смуги розгону?
9. Яка послідовність проектування каналізованого перехрестя?

5. РОЗМІЩЕННЯ Й УСТАТКУВАННЯ ЗУПИНОК МІСЬКОГО МАРШРУТНОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

Практична робота №5 (3 години)

Мета: набути навички проектування зупинок міського маршрутного пасажирського транспорту.

Література для самостійної підготовки: [1, розділ 7], [2, с. 13 - 14], [13, с. 125 - 132], [21].

5.1. Рекомендації з розміщення й устаткування зупинок міського маршрутного пасажирського транспорту

Загальні положення.

Розміщення та обладнання зупинок міського електро - та автомобільного транспорту на вулицях і дорогах міст повинне здійснюватися з урахуванням вимог ДБН 360 [1], КДП -204/12 Укр 240 [21] і ДБН В.2.3-5 [2].

Зупинки міського маршрутного пасажирського транспорту (МПТ) класифікуються за ознаками:

- а) виду маршрутного транспортного засобу, що користується зупинкою (автобусні, трамвайні, тролейбусні, суміщені);
- б) типу маршрутних транспортних засобів (для звичайних, зчленованих, здвоєних і тривагонних транспортних засобів);
- в) кількості маршрутних транспортних засобів, що одночасно здійснюють висадження й посадку пасажирів на зупинці (одиначні, подвійні).

Одиничні зупинки МПТ, в тому числі й суміщені (автобусно - тролейбусні), улаштовують за умови, якщо сумарна частота руху маршрутних транспортних засобів, які користуються однією зупинкою, не перевищує 30 од./год; подвійні - коли обслуговується декілька маршрутів одного виду транспортних засобів з сумарною частотою руху більше як 30 од./год. За частоти руху автобусів і тролейбусів більше 30 од./год їх зупинки слід розосереджувати: розміщується тролейбусна, а за нею автобусна зупинка, при цьому відстань між їх посадочними площадками повинна бути не менше 10 м.

Територіально зупинка МПТ включає посадочну площадку для пасажирів і місце для зупинки маршрутних транспортних засобів.

Місце для зупинки автобуса чи тролейбуса може бути звичайним при незмінній ширині проїзної частини або влаштованим, при можливості, за рахунок розширення проїзної частини у вигляді відкритої «кишені» (відокремлення «кишень» від проїзної частини бордюром чи іншою

перешкодою для руху забороняється). Ширина «кишені» приймається такою, що дорівнює ширині смуги руху, але не менше 3,5 м за рахунок технічних і розділювальних смуг між проїзною частиною і тротуаром, а також смуг зелених насаджень. У стиснених умовах ширина «кишені» може бути зменшена до 3 м і виконана за рахунок тротуару, якщо ширина тротуару, що залишилась, забезпечує нормальне функціонування посадочної площадки та належні умови для руху пішоходів по тротуару. Довжина перехідної ділянки на в'їзді до зупинки, що розташована у «кишені» - 20 м, на виїзді - 15 м (в обмежених умовах довжина цих перехідних ділянок може бути зменшена до 10 м). Довжина прямої ділянки «кишені» повинна бути більше на 10 м, ніж довжина посадочної площадки (по 5 м з кожного її кінця).

У разі розміщення «кишені» за перехрестям на відстані 10 м від межі пішохідного переходу розширення проїзної частини слід улаштовувати так, щоб воно розпочиналось на перехресті від його заокруглення (тобто без вхідної перехідної ділянки «кишені»).

Дорожнє покриття «кишені» повинне мати поперечний ухил у межах 15 – 20 ‰, спрямований убік основної проїзної частини. При цьому поперечний ухил «кишені» повинен закінчуватися на одній лінії.

Автобусні та тролейбусні зупинки.

Автобусні та тролейбусні зупинки, як правило, повинні розміщуватися за перехрестями на відстані не менше 5 і 20 м відповідно від пішохідного переходу та перехрестя до посадочної площадки. Як виняток, розміщення автобусних і тролейбусних зупинок допускається до перехрестя вулиць і доріг у випадках, коли:

- до перехрестя розташований великий пасажироутворюючий об'єкт або вхід у підземний пішохідний перехід;
- резерв пропускної здатності проїзної частини вулиці (дороги) до перехрестя більший ніж за ним;
- за перехрестям починається під'їзд до моста, тунелю або шляхопроводу;
- істотно скорочується час, що витрачають пасажери на пересадження по основних пересадних напрямках на перехресті.

При цьому відстань від зупинки до перехрестя повинна бути не менша 20 м.

На перегонах магістралей безперервного руху зупинки необхідно розміщувати одна проти одної при одночасному будівництві між ними підземних пішохідних переходів.

У випадку розміщення автобусних і тролейбусних зупинок на магістральних вулицях і дорогах регульованого руху з кількістю смуг руху чотири і більше посадкову площадку потрібно влаштовувати по ходу руху за пішохідним переходом на відстані 2 – 3 м від нього. На перегонах магістральних вулиць і доріг, проїзна частина яких має дві або три смуги

руху, автобусні (тролейбусні) зупинки зустрічних напрямків повинні бути розміщені на відстані не менш 50 м друг від друга (відстань між посадковими площадками). Якщо зупинка влаштовується в «кишені», то перехідна ділянка розширення проїзної частини повинна починатися після пішохідного переходу за 1 – 2 м від нього.

За умови розміщення зупинок поблизу штучних споруд слід забезпечувати безперешкодний рух основних транспортних потоків. Для перестроювання автобуса чи тролейбуса в потрібний ряд руху після виїзду з зупинки відстань від дорожнього знака, що позначає зупинку транспорту, до лівого повороту на перехресті, в'їзду в тунель, на міст або шляхопровід повинна бути не менше 60, 90 і 120 м при перестроюванні відповідно на другу, третю і четверту смуги руху.

Біля залізничних переїздів автобусні та тролейбусні зупинки слід розміщувати на відстані не менше 100 м за ними (відстань від колії до межі посадочної площадки).

Трамвайні зупинки.

Трамвайні зупинки та роз'їзди слід розміщувати на прямих ділянках міських вулиць і доріг з поздовжнім похилом проїзної частини не більше 30 ‰. В обмежених умовах допускається розміщення зупинок і роз'їздів на ділянках радіусом не менше 100 м, а також на проїзній частині з поздовжнім похилом до 40 ‰ за складного рельєфу місцевості.

Трамвайні зупинки слід розташовувати до перехрестя міських вулиць і доріг перед пішохідним переходом на відстані не менше 5 м від перехрестя. Розміщення трамвайних зупинок за перехрестям вулиць і доріг допускається як виняток у випадках, коли за перехрестям розташований великий об'єкт масового відвідування, вхід у підземний пішохідний перехід або пропускна здатність проїзної частини вулиці (дороги) за перехрестям більша ніж до нього.

У разі розташування трамвайної колії на відокремленому полотні трамвайну зупинку з боку проїзної частини слід зміщувати від автобусних чи тролейбусних зупинок на довжину посадочної площадки.

За умови розташування трамвайної колії в межах проїзної частини (посередині або зі зміщенням в один чи обидва боки) і влаштування посадочних площадок на тротуарах автобусні та тролейбусні зупинки повинні бути віддалені від трамвайних на відстань між їх посадочними площадками не менше 50 м.

Розворотні петлі на кінцевих зупинках трамвайних маршрутів слід улаштовувати поза проїзною частиною вулиць і площ.

Вимоги до посадочних площадок.

Посадочні площадки на автобусних і тролейбусних зупинках улаштовуються на тротуарах на 20 см вище поверхні проїзної частини; на трамвайних зупинках, суміщених з проїзною частиною, - на 15 - 30 см вище її поверхні, а за умови розміщення трамвайної колії на відокремленому

полотні - на 10 - 30 см над верхом головок рейок.

Поперечний похил площадок повинен бути у межах 10 – 15 ‰ і спрямований: на автобусних і тролейбусних зупинках - у бік лотка проїзної частини, а на трамвайних - на протилежний від трамвайної колії бік.

Довжина посадочної площадки визначається типами і кількістю маршрутних транспортних засобів, що одночасно здійснюють висадку - посадку пасажирів на зупинці, і повинна прийматися згідно з табл. 5.1.

Таблиця 5.1

Довжина посадочної площадки

Типи маршрутних транспортних засобів	Довжина посадочної площадки, м	
	одиначної	подвійної
Звичайні	20	35
Зчленовані	25	45
Здвоєні	35	65
Тривагонні	50	-

Ширину посадочної площадки слід приймати залежно від пасажирообігу зупинки, часу чекання пасажирями маршрутних транспортних засобів, виходячи з розрахункової щільності пасажирів на площадці 2 чол./м², але не менше 1,5 м.

Розміщення зупинок міського транспорту на площах дозволяється тоді, коли вони мають значний резерв пропускної здатності проїзної частини, а розміщені на них зупинки не будуть створювати перешкод транспортним потокам.

На зупинках необхідно передбачати павільйони або навіси для пасажирів, які не повинні погіршувати видимість для водіїв і заважати руху пішоходів.

Дорожні знаки, які позначають зупинки міського транспорту, розміщуються відповідно до ДСТУ 4100 [23] та ДСТУ 3308 [24]. Дорожня розмітка наноситься відповідно до ДСТУ 2587 [25].

5.2. Практичне завдання

Розробити проект розміщення й обладнання зупинок міського маршрутного пасажирського транспорту на ділянці вулично-дорожньої мережі міста.

Проект виконати у вигляді креслення на аркуші формату А3 і пояснювальної записки (1 – 2 стор.). На кресленні повинні бути представлені:

- план ділянки ВДМ із розташуванням зупинок МПТ і із вказівкою всіх

геометричних параметрів ділянки в метрах і з дислокацією технічних засобів організації дорожнього руху (рекомендується масштаб 1 : 500); зупинки обладнати «кишенями»;

- поперечний переріз ділянки в районі однієї із зупинок із вказівкою геометричних розмірів і поперечних ухилів проїзної частини і «кишені».

У пояснювальній записці обґрунтувати розміщення й геометричні розміри зупинок МПТ і необхідність використання технічних засобів організації дорожнього руху з обов'язковими посиланнями на нормативну літературу.

Вихідні дані прийняти відповідно до табл. 5.2. Номер варіанта відповідає порядковому номеру студента в списку групи. За узгодженням з викладачем можливе виконання практичної роботи з використанням вихідних даних, отриманих у результаті обстеження реальної ділянки ВДМ.

Таблиця 5.2

Вихідні дані до практичної роботи №5

а) Ділянка вулично-дорожньої мережі				
Варіант	1 - 7	8 - 14	15 - 20	21 - 26
Ділянка	перехрестя	перегін магістральної вулиці безперервного руху	перегін магістральної вулиці загальноміського значення з 4 смугами руху	перегін магістральної вулиці районного значення з 2 смугами руху
б) інтенсивність руху тролейбусів (N_{mp}) й автобусів (N_a)				
Варіант	1, 5, 9, 13, 17, 21	2, 6, 10, 14, 18, 22	3, 7, 11, 15, 19, 23, 25	4, 8, 12, 16, 20, 24, 26
$N_{mp}, \text{од./год}$	10	0	10	5
$N_a, \text{од./год}$	10	35	25	35
в) типи маршрутних транспортних засобів, що здійснюють висадку-посадку пасажирів на зупинці				
Варіант	1 - 13		14 - 26	
Типи МТЗ	звичайні		зчленовані	

Кількість зупинок МПТ, що проектуються, – 2 (по одній в кожному з напрямків). Ширину смуги руху прийняти рівною 3,75 м. Ширина тротуарів – 3 м. Тротуари розташовані по обидва боки проїзної частини. Близня границя тротуару знаходиться на відстані 3 м від проїзної частини.

Для перехрестя прийняти: кількість смуг по вулиці, на якій проектується зупинки МПТ, – 4 (головна вулиця); по другорядній вулиці – 2 смуги руху; радіуси заокруглень проїзних частин вулиць – 8 м.

5.3. Запитання для самоконтролю

1. За якими ознаками класифікуються зупинки МПТ?
2. Коли проектуються одиночні зупинки МПТ, а коли подвійні?
3. Які геометричні параметри заїзної «кишені» на зупинці МПТ?
4. Які правила розміщення автобусних і тролейбусних зупинок в районі перехресть?
5. Які правила розміщення автобусних і тролейбусних зупинок на перегонах магістральних вулиць?
6. Які правила розміщення трамвайних зупинок?
7. Які фактори необхідно враховувати при визначенні довжини та ширини посадочної площадки на зупинці МПТ?
8. Які технічні засоби регулювання дорожнього руху використовуються для організації руху транспорту і пішоходів в районі зупинок МПТ?

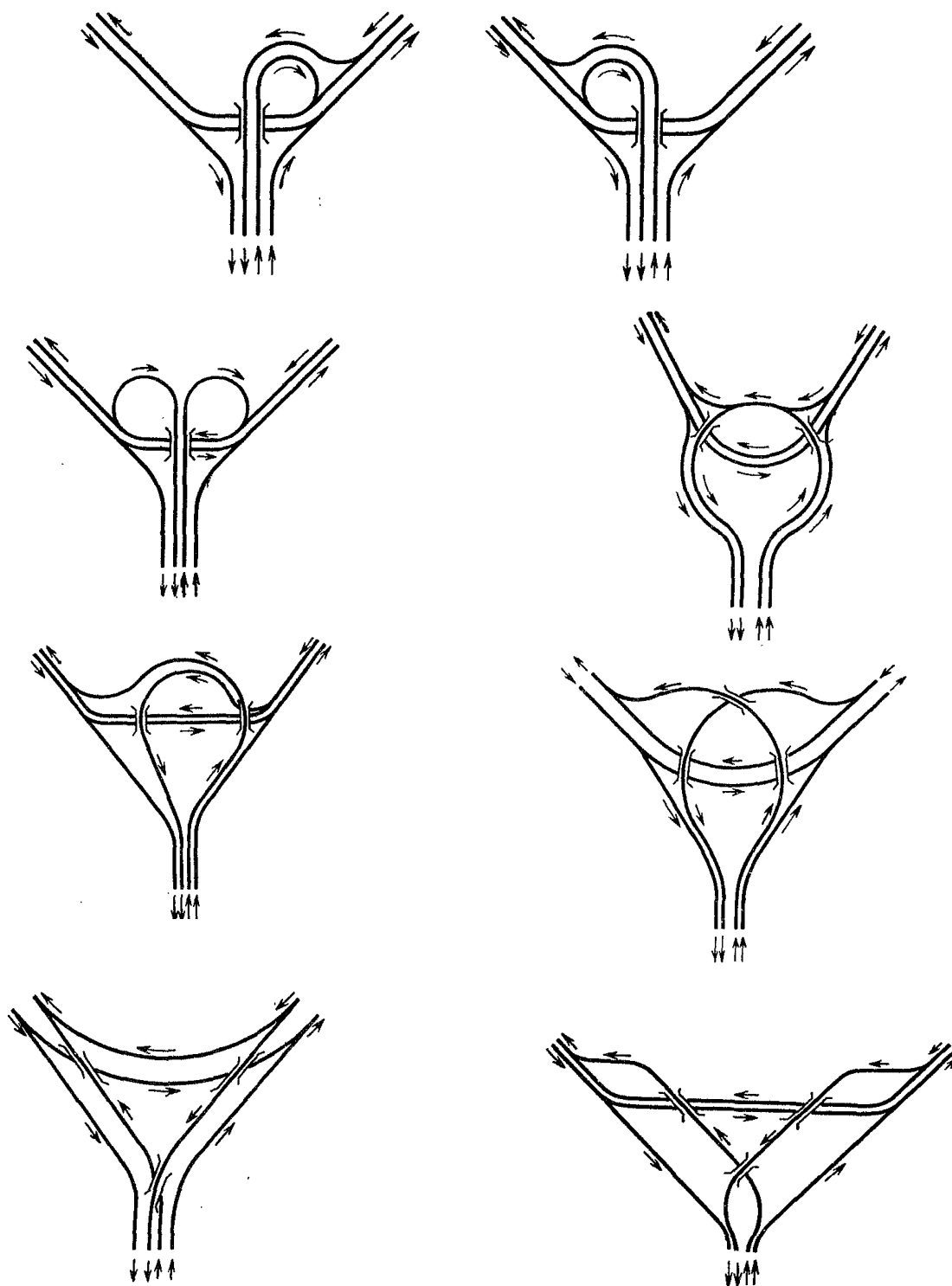
ЛІТЕРАТУРА

1. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений: ДБН 360-92**. – [Чинний від 2002-04-19]. – К.: Госстрой Украины, 2002. – 92 с. – (Державні будівельні норми України).
2. Споруди транспорту. Вулиці та дороги населених пунктів: ДБН В.2.3-5-2001. – [Чинний від 2001-10-01]. – К.: Держбуд України, 2001. – 51 с. – (Державні будівельні норми України).
3. Руководство по проектированию городских улиц и дорог / ЦНИИП градостроительства. – М.: Стройиздат, 1980. – 222 с.
4. Рекомендации по проектированию улиц и дорог городов и сельских поселений / ЦНИИП по градостроительству Минстроя России. – М.: ЦНИИП градостроительства, 1994. – 54 с.
5. Указания по организации приоритетного движения транспортных средств общего пользования. – М.: Транспорт, 1984. – 32 с.
6. Трамвайные и троллейбусные линии: СНиП 2.05.09-90. – [Введены в действие 1991-01-01]. – М.: Минжилкомхоз РСФСР, 1990. – 84 с.
7. Споруди транспорту. Автостоянки і гаражі для легкових автомобілів: ДБН В.2.3-15:2007. – [Чинний від 2007-08-01]. – К.: Мінбуд України, 2007. – 37 с. – (Державні будівельні норми України).
8. Планування міст і транспорт: Навчальний посібник / О. С. Безлюбченко, С. М. Гордієнко, О. В. Завальний. – Харків: ХНАМГ, 2006. – 138 с.
9. Фишельсон М. С. Городские пути сообщения: Учебное пособие для вузов. / М. С. Фишельсон. – М.: Высшая школа, 1980. – 296 с.
10. Лобанов Е. М. Транспортная планировка городов : Учебник для студентов вузов / Е. М. Лобанов. – М.: Транспорт, 1990. – 240 с.
11. Буга П. Г. Организация пешеходного движения в городах : Учебное пособие для вузов / П. Г. Буга, Ю. Д. Шелков. – М.: Высш. школа, 1980. – 232 с.
12. Фишельсон М. С. Транспортная планировка городов : Учеб. пособие для вузов / М. С. Фишельсон. – М.: Высш. школа, 1985. – 239 с.
13. Організація та регулювання дорожнього руху: підручник / за заг. ред. В. П. Поліщука; О. О. Бакуліч, О. П. Дзюба, В. І. Єресов та ін. – К.: Знання України, 2011. – 467 с.
14. Ефремов И. С. Теория городских пассажирских перевозок : Учеб. пособие вузов / И. С. Ефремов, В. М. Кобозев, В. А. Юдин. – М.: Высш. школа, 1980. – 535 с.
15. Протасов В. Ю. Максимумы и минимумы в геометрии / В. Ю. Протасов. – М.: МЦНМО, 2005. – 56 с.
16. Маршалл У. Берн. Поиск кратчайших сетей / Маршалл У. Берн, Рональд Л. Грэм // В мире науки, 1989, №3.

17. Лобашов О. О. Моделювання впливу мережі паркування на транспортні потоки в містах : монографія / О. О. Лобашов. – Х.: ХНАМГ, 2010. – 170 с.
18. Стельмах О. В. Містобудівні принципи й методи формування системи паркування легкових індивідуальних автомобілів у великих й найбільших містах України (на прикладі м. Києва) : Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.23.20 / О. В. Стельмах / Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт. – К., 2004. – 16 с.
19. Гохман В. А. Пересечение и примыкания автомобильных дорог: учебное пособие для вузов / В. А. Гохман, В. М. Визгалов, М. П. Поляков. – М.: Высш. школа, 1977. – 310 с.
20. Рекомендации по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах / Государственная служба дорожного хозяйства. – М.: Росавтодор, 2002. – 255 с.
21. Правила розміщення та обладнання зупинок міського електро- та автомобільного транспорту : КДП-204-12Укр240-95. - [Чинний від 1995-05-30]. – К.: Держжитлокомунгосп, 1995. – 10 с.
22. Агасьянц А. А. Развитие сети автомобильных магистралей в крупнейших городах. Транспортно-градостроительные проблемы : монография / А. А. Агасьянц. – М.: Издательство АСВ, 2010 – 248 с.
23. Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування : ДСТУ 4100-2002. - [Чинний від 2002-06-03] – 109 с. – (Національний стандарт України).
24. Знаки маршрутні для міського електротранспорту. Технічні умови та правила застосування : ДСТУ 3308-96. - [Чинний від 1996-05-27] – 11 с. – (Національний стандарт України).
25. Розмітка дорожня. Загальні технічні вимоги. Методи контролю. Правила застосування : ДСТУ 2587:2010. - [Чинний від 2010-12-27] – 49 с. – (Національний стандарт України).

Додаток А

Типові схеми розв'язок в різних рівнях, що можуть бути побудовані при формуванні мережі магістралей безперервного руху у вигляді мережі Штейнера



Додаток Б

Організація руху по кільцю на перехрестях магістральних вулиць у районі Оболонь міста Києва





Додаток В
Приклади влаштування спеціалізованих смуг для руху
маршрутного пасажирського транспорту





notonews.ru → novostey.com





Додаток Д

Приклади влаштування велосмуг і велодоріжок







Київ



