

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

ГАСЕНКО ЛІНА ВОЛОДИМИРІВНА

УДК 625.767

**ПРИНЦИПИ МІСТОБУДІВНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ
ВЕЛОІНФРАСТРУКТУРИ У СЕРЕДНІХ І ВЕЛИКИХ МІСТАХ**

05.23.20 – містобудування та територіальне планування

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2015

Дисертацією є рукопис

Роботу виконано в Полтавському національному технічному університеті імені Юрія Кондратюка, Міністерство освіти і науки України

Науковий керівник кандидат технічних наук, доцент
Литвиненко Тетяна Петрівна,
Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Клюшниченко Євген Єлисейович,
Київський національний університет будівництва і архітектури, завідувач кафедри міського господарства;

кандидат технічних наук, доцент
Голик Йоланна Миколаївна,
Ужгородський національний університет, завідувач кафедри міського будівництва і господарства

Захист відбудеться 22 жовтня 2015 року о 13.00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.056.09 у Київському національному університеті будівництва і архітектури за адресою: 03037, м. Київ, Повітрофлотський проспект, 31, ауд. 466.

З дисертацією можна ознайомитись у науково-технічній бібліотеці Київського національного університету будівництва і архітектури за адресою: 03037, м. Київ, Повітрофлотський проспект, 31.

Автореферат розісланий 16 вересня 2015 року

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради
кандидат технічних наук, доцент



О. П. Ісаєв

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Постійна безперервна автомобілізація і розвиток дорожнього будівництва супроводжуються потужними негативними змінами умов життєдіяльності людини (збільшення смертності та каліцтва, руйнування природного ландшафту, забруднення атмосферного повітря, води і ґрунтів важкими складовими відпрацьованих газів і дорожнім пилом, шумове і вібраційне забруднення, транспортні затори). Зараз науковці і дослідники розвинених країн світу активно працюють над розробленням альтернативних автомобілю індивідуальних (розрахованих на 1 або 2 людини) екологічних (таких що не задають шкоди навколишньому середовищу) транспортних засобів (ІЕТЗ): різноманітних велосипедів, скутерів, самокатів, Segway і т.інш., найпоширенішим з яких на сьогоднішній день є велосипед. Зі зростанням популярності таких видів транспорту постає проблема непристосованості до них вулично-дорожньої мережі населених пунктів.

На розробку та формування теми дослідження вплинули праці, в яких піднімається питання еволюції міських систем, а саме праці Агасьянц А. А., Азаренкової З. В., Голубєва Г. Є., Гутнова А. Е., Іконнікова А. В., Лобанова Є. М., Смиковської Г. Ю.

Проблемами формування міського простору у різні часи займалися Агафонов Н. Т., Габрель М. М., Говард Е., Голик Й. М., Дьомін М. М., Ключніченко Є. Є., Литовка О. П., Райт Ф. Л., Самойлович В. В., Тріпп А., Хорев Б. С.

Про необхідність пошуку альтернативних індивідуальному автомобілю транспортних засобів йдеться у роботах Бартона Х., Бочарова Ю. П., Вучика В. Р., Гольц Г. А., Коляснікова В. А., Саркісова О. Р.

Дослідженням велосипедної інфраструктури активно займаються Рейцен Е.О., Христюк Н.М., Токміленко О.С., вчені Данії (періодично видають збірник «Collection of Cycle Concepts» («Колекція велосипедних ідей»)). Рекомендації до створення велоінфраструктури викладено у працях: «Bicycle Master Plan» («Генеральний план велосипедної інфраструктури»), складений союзом авторів США, «Non-Motorized Transportation Plan» («План немоторизованого транспортного руху»), створений ученими штату Вірджинія, США, та «Bikeway Facility Design Manual» («Посібник з проектування велосипедної інфраструктури»), складений у штаті Мінесота, США. Статті, присвячені проектуванню велосипедних доріжок і смуг руху, з'являються у щомісячнику «Highway design manual» («Довідник з проектування автомобільних доріг», Англія). Громадська організація «Асоціація велосипедистів Києва», починаючи з 2007 року, видає технічні рекомендації з облаштування велосипедної інфраструктури у м. Київ. У ПолтНТУ розроблено рекомендації з проектування та влаштування велосипедних стоянок в м. Полтава. Однак, існуючі теоретичні дослідження розрізнені, фрагментарні, охоплюють лише окремі елементи велоінфраструктури і не розглядають їхнє комплексне розташування у вулично-дорожній мережі населеного пункту. В окремих випадках

створення велосипедної інфраструктури носить стихійний і часто необдуманий характер.

В Україні розвиток велосипедного руху також стрімко набирає обертів. Україна постала перед проблемою недостатньої кількості технічної інформації щодо створення мережі для руху альтернативних видів транспорту. Тому необхідно узагальнити досвід проектування велоінфраструктури та визначити основні принципи її організації.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційне дослідження відповідає загальнодержавним інтересам, спрямованим на реалізацію «Концепції Державної цільової програми підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2016 року» (постанова Кабінету Міністрів України від 8 серпня 2012 р. № 771), «Транспортній стратегії України на період до 2020 року» (розпорядження Кабінету Міністрів України від 20 жовтня 2010 р. № 2174-р), «Концепції сталого розвитку населених пунктів України» (постанова Верховної Ради України від 24.12.99 № 1359 – XIV).

Обраний напрямок наукового дослідження пов'язаний з тематикою пріоритетних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 2015 року (постанова Кабінету Міністрів України від 07.09.2014 р. № 942) і з науково-дослідною роботою кафедри автомобільних доріг, геодезії, землеустрою та сільських будівель Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка «Благоустрій автомобільних доріг і вулично-шляхової мережі» (державний реєстраційний номер 0114 U 000354).

Мета і задачі дослідження. *Метою* дисертаційного дослідження є визначення принципів містобудівної організації велоінфраструктури у середніх і великих містах.

Для досягнення поставленої мети в роботі вирішуються такі *задачі*:

- 1) обґрунтувати доцільність включення велоінфраструктури у вулично-дорожню мережу населених пунктів;
- 2) визначити елементи, що формують велоінфраструктуру;
- 3) встановити основні принципи формування архітектурно-планувальних рішень при проектуванні велосипедної інфраструктури
- 4) розкрити прийоми містобудівної організації велосипедного руху;
- 5) запропонувати доповнення до існуючої нормативної бази України даними про включення велосипедних шляхів у вулично-дорожню мережу населених пунктів;
- 6) розробити методiku організації велоінфраструктури у середніх і великих містах;
- 7) підготувати пропозиції щодо розвитку велоінфраструктури у м. Полтава.

Об'єктом дослідження є велосипедна інфраструктура.

Предметом дослідження є принципи містобудівної організації велоінфраструктури.

Методи дослідження базуються на історичному методі визначення об'єктивного взаємозв'язку між розвитком транспортних засобів та принципами

планування населених пунктів; порівняльному аналізу різних видів міського транспорту; описі, узагальненні, знаходженні аналогій між різними видами індивідуальних екологічних транспортних засобів; вивченні закордонного досвіду проектування велосипедної інфраструктури, його аналізу та узагальненні; системному аналізу основних вимог, що висуваються до велосипедної інфраструктури в Україні та за кордоном; класифікації елементів, що формують велоінфраструктуру; узагальненні результатів, виявленні закономірностей; перевірці експериментальним проектуванням попередньо прийнятої гіпотези.

Наукова новизна одержаних результатів.

У дисертації вперше комплексно вирішуються питання включення велоінфраструктури у вулично-шляхову мережу населених пунктів, а саме:

- удосконалено класифікацію елементів велосипедної інфраструктури;
- встановлено основні принципи формування архітектурно-планувальних рішень при проектуванні велосипедної інфраструктури та визначено засоби реалізації цих принципів;
- визначено основні прийоми організації велосипедного руху, їх переваги і недоліки і фактори, які слід враховувати при виборі того чи іншого прийому;
- розроблено методику влаштування велоінфраструктури у населеному пункті.

Практичне значення одержаних результатів.

1. Результати теоретичних досліджень дають змогу виконувати розрахунки необхідної щільності велосипедної мережі, товщини шарів дорожнього покриття, динамічного габариту велосипеда і мінімальної довжини вертикальних кривих на велосипедних шляхах.

2. Виконані дослідження дають змогу запропонувати доповнення ДБН В. 2. 3 – 5 – 2001 «Вулиці та дороги населених пунктів» типовими поперечними профілями вулиць населених пунктів із врахуванням велосипедних шляхів.

3. Підготовлено пропозиції щодо розвитку велоінфраструктури у м. Полтава.

4. Окремі результати дослідження були використані:

- ТОВ «Інтерпроект-Інжиніринг», м. Запоріжжя – при розробленні генерального плану та транспортно-логістичної інфраструктури підприємства ПАТ «Вінницький олійножировий комбінат» на Немирівському шосе, 26 в м. Вінниця;
- ТОВ «Прогресстех-Україна», м. Київ – при проектуванні транспортної інфраструктури для ряду об'єктів, розміщених в Україні та за кордоном, зокрема місцевих під'їздів до споруд аеропортового комплексу міста Туркменабад, Туркменістан;
- ТОВ «Кіровоградський Будівельний Альянс», м. Кіровоград – при реконструкції будівель і споруд під комбінат побутового обслуговування населення по вул. Радянська, 42б в м. Олександрія Кіровоградської обл. та при наданні проектних пропозицій реконструкції автовокзального комплексу у м. Кіровоград.

Особистий внесок здобувача. Основні результати роботи були отримані автором самостійно. Розробки автора, основні положення та ідеї дисертації відображено в публікаціях автора. Особистий внесок здобувача в наукових працях,

опублікованих у співавторстві: в [1] – визначені основні принципи включення велоінфраструктури в транспортну мережу, запропоновані способи врахування велосипедного руху у різних схемах планування населених пунктів; в [2] – визначено засоби забезпечення комфортного велосипедного руху; в [3] – досліджено закордонний досвід впровадження велоінфраструктури у вулично-шляхову мережу населеного пункту; в [4] – проаналізовано особливості індивідуальних екологічних транспортних засобів та сформульовано вимоги, що мають висуватись до вулично-шляхової інфраструктури для забезпечення комфортного руху на них; в [5] – проаналізовано основні вимоги, що висувуються до велосипедної інфраструктури в Україні та за кордоном; в [6] – виконано дослідження основних положень теорії проектування велоінфраструктури; в [7] – запропоновано спосіб визначення незадіяних зон на міських вулицях, виконано пошук відомостей про аналоги заявленого способу; в [8] – проаналізовано особливості проектування інфраструктури для руху велосипедистів, запропоновано варіанти доповнення типових поперечних профілів вулиць населених пунктів велосипедними шляхами; в [9] – розглянуто типи покриттів велосипедних доріжок і способи їх влаштування, проаналізовано закордонний досвід проектування і реконструкції велосипедних шляхів; в [10] – виконано порівняльний аналіз основних видів міського транспорту, визначено позитивні зміни, що приносить розвиток велосипедного руху у населених пунктах, обґрунтовано доцільність включення велоінфраструктури у вулично-шляхову мережу; в [11] – запропоновано перші кроки впровадження велосипедних шляхів у планувальну систему м. Полтава; в [12] – проаналізовано історію планування населених пунктів у контексті розвитку транспортних засобів, досліджено сучасну літературу, присвячену влаштуванню міст, зручних для пересування перспективних видів транспорту; в [13] – встановлено ряд питань, які мають вирішуватись при проектуванні велоінфраструктури; в [14] – встановлено принципи формування архітектурно-планувальних рішень при проектуванні велоінфраструктури, визначено засоби їх втілення; в [15] – виконано класифікацію елементів велоінфраструктури; в [16] – визначено засоби організації руху на перехрестях велосипедних та автомобільних шляхів.

Апробація результатів дисертаційної роботи. Основні положення дисертації доповідались на науково-практичних конференціях, у тому числі міжнародних:

- Міжнародній науково-технічній конференції «Гідротехнічне та транспортне будівництво» (Одеська державна академія будівництва та архітектури, 11 – 12 жовтня 2012 р.);

- III Міжнародній науково-технічній конференції «Науково-прикладні аспекти автомобільної і транспортно-дорожньої галузей» (Луцький національний технічний університет, 29 травня – 01 червня 2014 р.);

- V Міжнародній науково-практичній конференції «Інтегровані енергоефективні технології в архітектурі і будівництві» (Київський національний університет будівництва і архітектури, 15 – 17 квітня 2015 р.);

- V Міжнародній науковій конференції молодих вчених «Геодезія, архітектура та будівництво 2013» (Національний університет «Львівська політехніка», 21–23 листопада 2013 р.);

- Всеукраїнській науково-практичній конференції «Економічні, правові та соціально-гуманітарні процеси в Україні: теорія, методологія і практика» (Полтавський інститут економіки і права, 28 – 29 квітня 2011 р.);

- Міжнародній науково-практичній конференції «Строительство: проблемы и перспективы» (Дагестанський державний інститут народного господарства, 29 – 30 березня 2013 р.);

- V Міжнародній науково-практичній конференції «Архітектура та екологія» (Національний авіаційний університет, 29 – 30 жовтня 2013 р.);

- Міжнародній науково-практичній конференції «Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе» (Пермський національний дослідницький політехнічний університет, 24 – 25 квітня 2014 р.);

- Всеукраїнській конференції молодих учених і студентів «Проблеми сучасного будівництва» (Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, 17 грудня 2014 р.);

- 66-й науковій конференції професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів університету (Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, 15 квітня – 15 травня 2014 р.).

Публікації. За матеріалами дисертації опубліковано 15 наукових праць, у тому числі 6 наукових публікацій у фахових збірниках наукових праць, затверджених МОН України; 2 публікації у закордонних виданнях, одна з яких входить до наукометричної бази даних SCOPUS і одна до наукометричної бази даних РІНЦ; 7 публікацій у збірниках праць за матеріалами конференцій. Один патент України на корисну модель.

Структура та обсяг роботи. Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків до кожного розділу, загальних висновків, списку використаних джерел і додатків. Загальний обсяг дисертації становить 171 сторінку, із них 122 сторінки – основна частина. У тексті міститься 99 ілюстрацій, з них 14 на окремих сторінках, 14 таблиць, список використаних джерел із 126 найменувань на 13 сторінках і 7 додатків на 26 сторінках. Додатки містять акти впровадження результатів досліджень за темою дисертації.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтована актуальність обраної теми, визначені мета, задачі, об'єкт, предмет та методи дослідження, розкриваються наукова новизна, теоретичне і практичне значення роботи, окреслюється особистий внесок здобувача, наводяться дані щодо апробації основних результатів, структури та обсягу дисертації.

У розділі 1 **«Науково-методичні передумови формування велоінфраструктури»** в результаті аналізу історії планування населених пунктів у контексті розвитку вулично-шляхової інфраструктури встановлено, що після періоду інтенсивного будівництва автомобільних доріг і пристосування населених

пунктів до всезагальної автомобілізації у багатьох країнах світу починають винаходити альтернативні автомобільні види транспорту, а принципи планування територій переглядають із врахуванням забезпечення комфортних умов пішохідного та велосипедного руху. У країнах пострадянського простору період автомобілізації розпочався пізніше, ніж у США і розвинених країнах Європи, отже і період пошуку альтернативних видів транспорту розпочинається в них лише зараз. Україна найближчим часом також постане перед потребою перепланування населених пунктів для забезпечення комфортних умов для руху індивідуальних екологічних транспортних засобів, найпоширенішим з яких на сьогоднішній день є велосипед.

Для визначення доцільності включення велоінфраструктури у вулично-дорожню мережу населеного пункту виконано порівняльний аналіз найпоширеніших видів міського транспорту: індивідуального автомобіля, автобуса, трамвая, тролейбуса, мопеда і велосипеда. Порівняльні дані свідчать про великі перспективи велосипеда, що не забруднює навколишнє середовище, не створює шуму, сприяє оздоровленню населення, не потребує додаткових джерел енергії та потребує найменшої площі для влаштування відокремлених смуг руху. В міських умовах велосипед майже не програє у швидкості пересування автомобілю чи мопеду і має середню швидкість, що приблизно дорівнює середній швидкості трамвая, автобуса чи тролейбуса.

За результатами досліджень найчастіше велосипед використовують студенти, люди, що їздять на велосипеді на роботу, спортсмени та мандрівники. Здебільшого велосипед у населеному пункті застосовується для поїздок загальною протяжністю до 10 км.

Огляд індивідуальних екологічних транспортних засобів, що зараз використовують у різних країнах світу, показав, що створення системи велосипедних доріжок у вулично-дорожній мережі населених пунктів не лише вирішує проблеми сьогодення, а і забезпечує підготовленість інфраструктури міста до майбутнього прогресу у сфері транспортних засобів. Існує цілий ряд екологічних, медико-профілактичних, соціальних та економічних факторів, що обумовлюють створення комфортних умов для велосипедного руху в структурі населеного пункту (рис. 1).

Аналіз статистичних даних щодо кількості велосипедистів і ДТП за участю велосипедистів у містах Полтава, Львів, Київ і в цілому в Україні показав, що кількість велосипедистів в Україні з кожним роком зростає, а створення велоінфраструктури сприяє зменшенню кількості ДТП за участі велосипедистів.

Для зручного орієнтування у багатоманітні засобів, що можуть використовуватись для забезпечення комфортного руху велосипедистів виконано класифікацію елементів велосипедної інфраструктури. Всі елементи пропонуються розподілити на наступні групи: велосипедні шляхи; засоби організації дорожнього руху; об'єкти сервісу; елементи благоустрою; штучні споруди.

Порівняльний аналіз основних вимог, що висуваються до велосипедних шляхів в Україні та за кордоном показав, що:

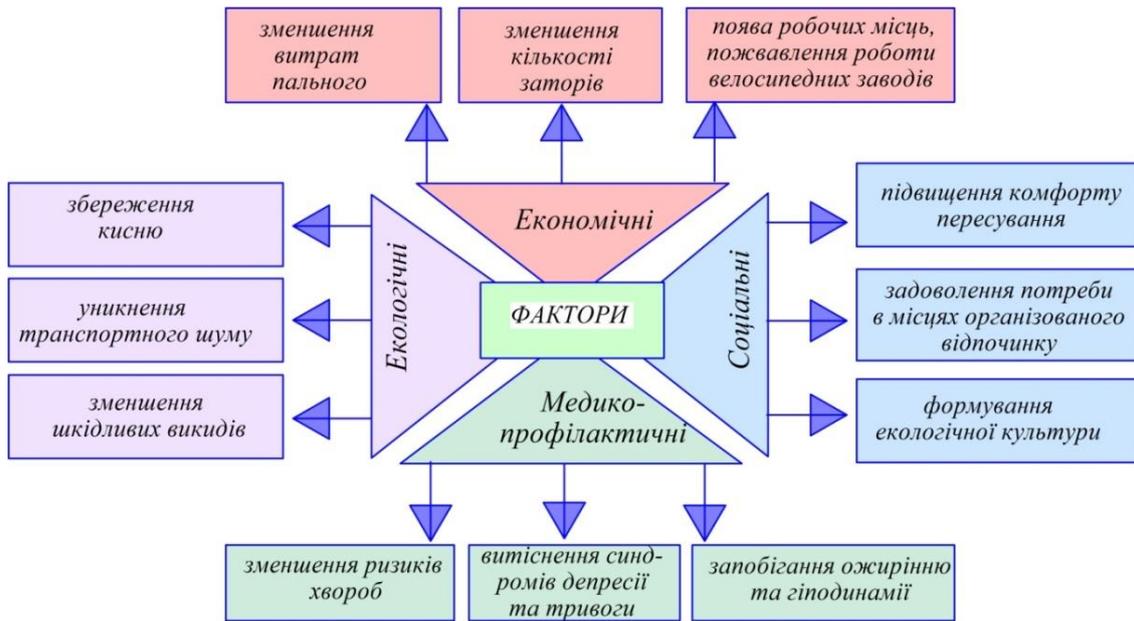


Рис. 1. Фактори, що обумовлюють розвиток велоінфраструктури у населеному пункті

1) технічна інформація про проектування елементів велосипедної інфраструктури в Україні представлена у різних нормативних документах фрагментарно і не в повній мірі;

2) в нормативних документах України прокладання велодоріжок передбачається там, де велосипедний рух вже розвинений, натомість у багатьох розвинених країнах Європи та США велосипедна складова має розглядатись при кожному новому будівництві та реконструкції транспортної інфраструктури;

3) у типових поперечних профілях вулиць і доріг населених пунктів України елементи велосипедної інфраструктури відсутні;

4) в українських нормативних документах не вистачає даних щодо методів розрахунку необхідної щільності велосипедної мережі, мінімальної довжини опуклої вертикальної кривої і динамічного габариту велосипеда;

5) уточнення потребують значення мінімально допустимої ширини велосипедної смуги руху (в різних документах ці значення різняться) і ширини розділової смуги між тротуаром і велодоріжкою.

Аналіз закордонного досвіду проектування велосипедних шляхів показав, що у світі вже знайдені вирішення дуже багатьох задач, які постають при створенні велоінфраструктури у населеному пункті. На основі узагальнення закордонного досвіду необхідно визначити принципи проектування велоінфраструктури і прийоми містобудівної організації велосипедного руху. Для ефективної роботи над дисертаційним дослідженням складена структурно-логічна схема роботи, в якій сформульовано задачі дослідження та визначено методи наукового пізнання, за допомогою яких можна вирішити поставлені задачі.

У розділі 2 «**Прийоми включення велоінфраструктури у вулично-шляхову мережу населеного пункту**» на основі проведених досліджень визначено принципи

і засоби формування архітектурно-планувальних рішень при проектуванні велосипедної інфраструктури, що наведені на рисунку 2. Під принципами розуміються основні, вихідні положення теорії проектування, під засобами – дії, що дають можливість втілити ці принципи у життя.

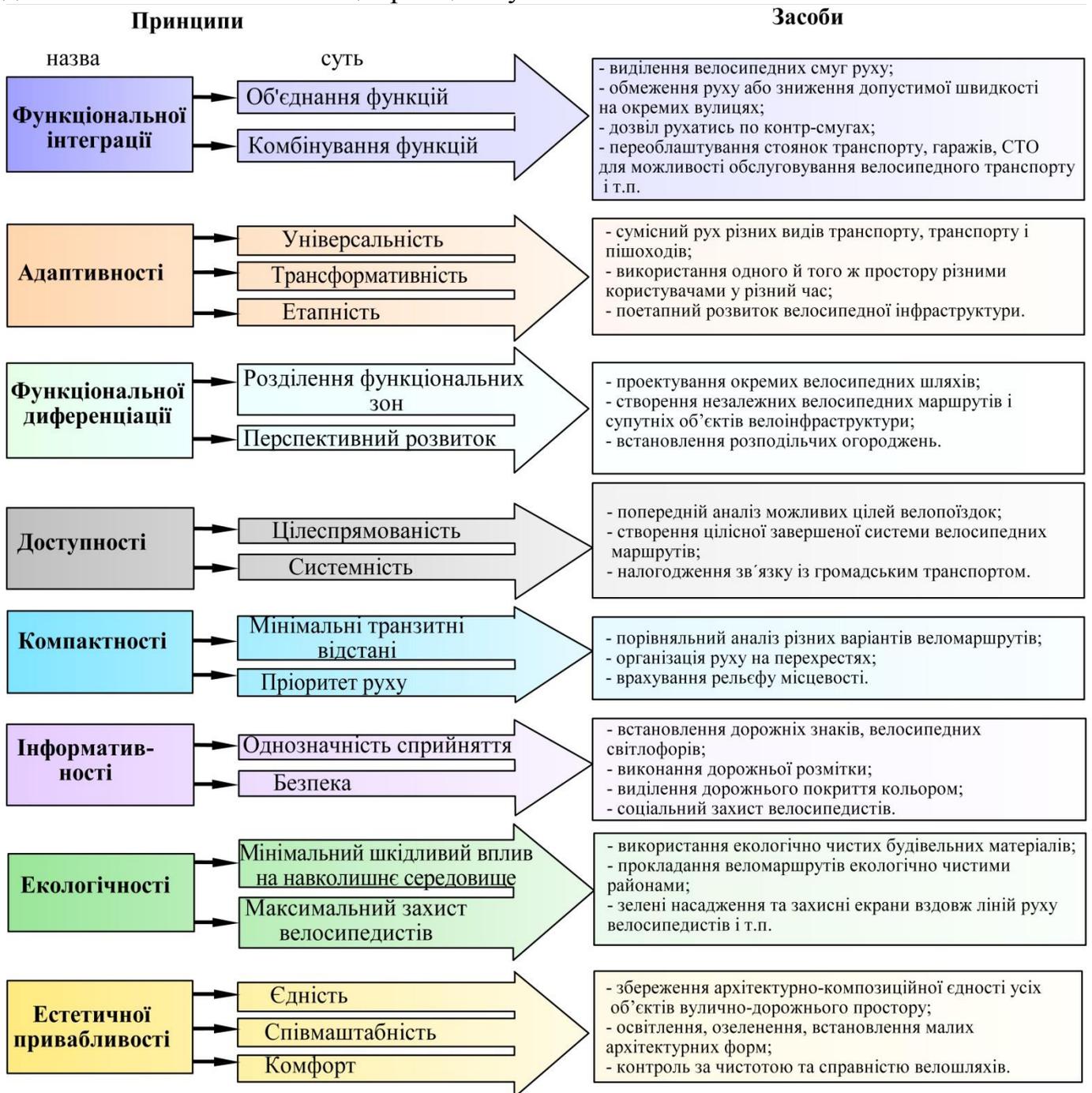


Рис. 2. Принципи і засоби формування архітектурно-планувальних рішень при проектуванні велосипедної інфраструктури

Дослідження закордонного досвіду проектування шляхів для руху індивідуальних транспортних засобів надало автору змогу виокремити основні прийоми організації велосипедного руху, що показані на рисунку 3.

У результаті аналізу кожної з перерахованих схем організації велосипедного руху виявлено, що кожний прийом має свої переваги і недоліки, які необхідно враховувати при проектуванні велосипедної інфраструктури у населеному пункті. Рішення при проектуванні велосипедної інфраструктури рекомендується приймати дотримуючись вищенаведених принципів (рис.2) і враховуючи такі фактори як: призначення велосипедного маршруту, рельєф місцевості, завантаженість вулично-дорожньої мережі транспортом, середня швидкість руху автомобілів, наявність паркувань на вулиці, можливі витрати і обсяги будівництва і т.п.

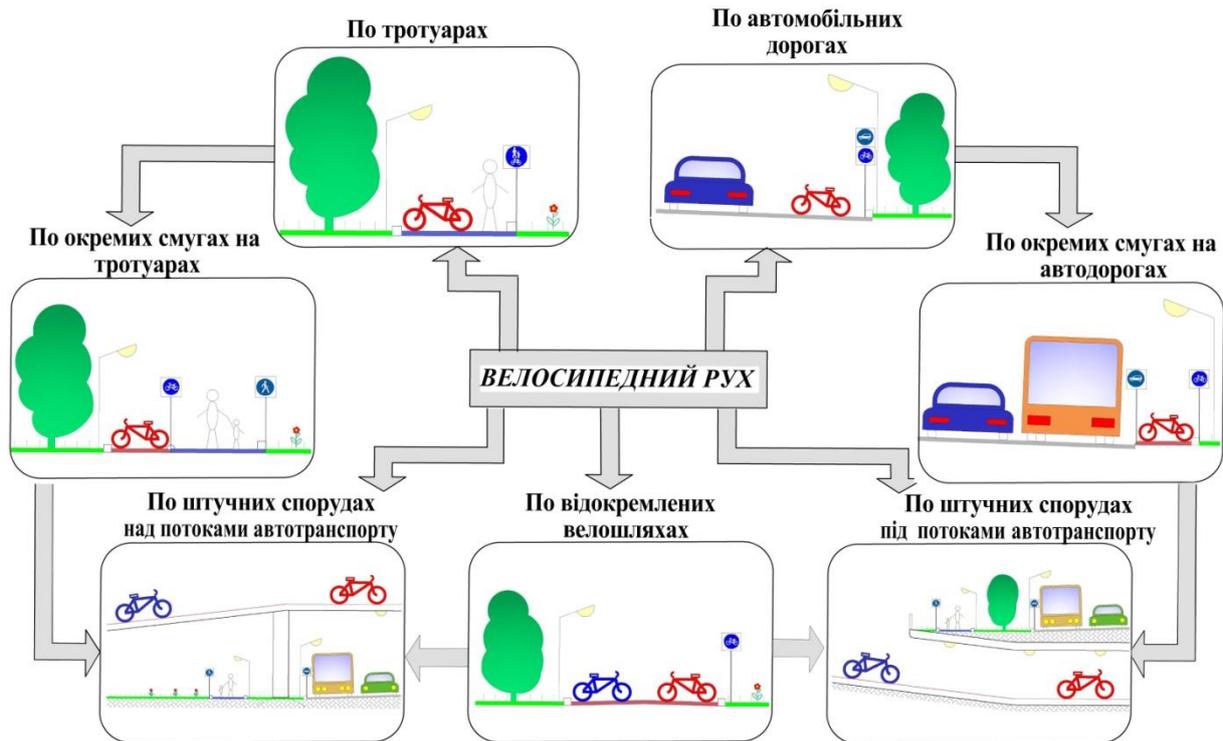


Рис. 3. Прийоми включення велосипедного руху у вулично-дорожню мережу населених пунктів

Наступним етапом роботи стало розроблення пропозицій щодо включення велосипедного руху у вулично-дорожню мережу населеного пункту. При проектуванні велосипедних шляхів, суміщених з автомобільною дорогою чи з тротуаром, напрямки велосипедних маршрутів повторюють напрямки основних магістралей населеного пункту. Проектуючи окремі велосипедні шляхи, можливий варіант прокладання їх по другорядних проїздах, між магістральними вулицями. Недоліком цих двох схем є додаткове навантаження на центральний транспортний вузол, який при таких системах планування як радіальна, радіально-кільцева, променева, радіально-периметральна і т.п. і без цього виявляється перевантаженим. Більш раціональним в таких випадках може виявитися виведення велосипедного руху на кільцеві маршрути або прокладання їх за довільною схемою.

Недоліком прямокутної схеми є відсутність найкоротших прямолінійних зв'язків в діагональних напрямках. Подальшим удосконаленням такої схеми є

прямокутно-діагональна. Тому, якщо є така можливість, доцільним бачиться прокладання велосипедних шляхів по діагональних напрямках.

При розгляданні різних варіантів включення велосипедного руху у планувальні схеми виникло питання про необхідну кількість наскрізних велосипедних магістралей.

За вихідне для методики розрахунку необхідної щільності велосипедної мережі прийнято положення: *гарантоване транспортне обслуговування районів досягається за умови, що вся освоєна територія населеного пункту покрита зонами впливу наскрізних магістралей.*

Зоною впливу велосипедної магістралі прийнято територію, параметри якої обумовлюються двома факторами:

1) розрахунковими затратами часу на проїзд з найбільш віддаленої точки зони впливу до району тяжіння ($t_{зв}$), обмеженими максимально допустимими затратами часу (t_{max}) для даної категорії населеного пункту:

$$t_{зв} \leq t_{max} \quad (1)$$

2) наявністю потоку велосипедистів ($\Pi_{зв}$), що виправдовує влаштування велосипедної магістралі:

$$\Pi_{зв} \geq \Pi_{min} \quad (2)$$

Планувальні параметри зони впливу велосипедної магістралі пропонується визначати за кутом α між двома зовнішніми межами сектору обслуговування (при радіальній схемі планування) або за шириною смуги між зовнішніми межами зони обслуговування a (при прямокутній схемі планування).

Виходячи з умови обмеження максимальними витратами часу:

- величина кута між зовнішніми межами сектору, рад:

$$\alpha = \frac{\left(t_{max} - \frac{R-l}{V_M}\right) \cdot 2V_{вул} - l}{R-l}, \quad (3)$$

де R – радіус зони обслуговування, км (рис. 4а);

l – орієнтовна відстань від найвіддаленішої точки зони впливу до найближчої поперечної вулиці, км;

V_M – швидкість руху велосипедиста по магістралі, км/год;

$V_{вул}$ – швидкість руху велосипедиста по другорядних вулицях, км/год;

- ширина смуги між зовнішніми межами зони обслуговування:

$$a = \left(t_{max} - \frac{B-l}{V_M}\right) \cdot 2 \cdot V_{вул} - 2 \cdot l, \quad (4)$$

де B – половина довжини населеного пункту, км (рис. 4б).

Виходячи з умови наявності потоку велосипедистів:

- величина кута між зовнішніми межами зони обслуговування:

$$\alpha \geq \frac{2 \cdot \Pi_{min}}{R^2 \cdot \gamma \cdot q \cdot p}, \quad (5)$$

де γ – щільність населення, тис. чол./ км²;

q – відсоток активних велосипедистів серед мешканців зони впливу;

p – транспортна рухомість велосипедистів (кількість поїздок у день).

- ширина смуги між зовнішніми межами сектору, км:

$$a \geq \frac{\Pi_{\min}}{B \cdot \gamma \cdot q \cdot p}. \quad (6)$$

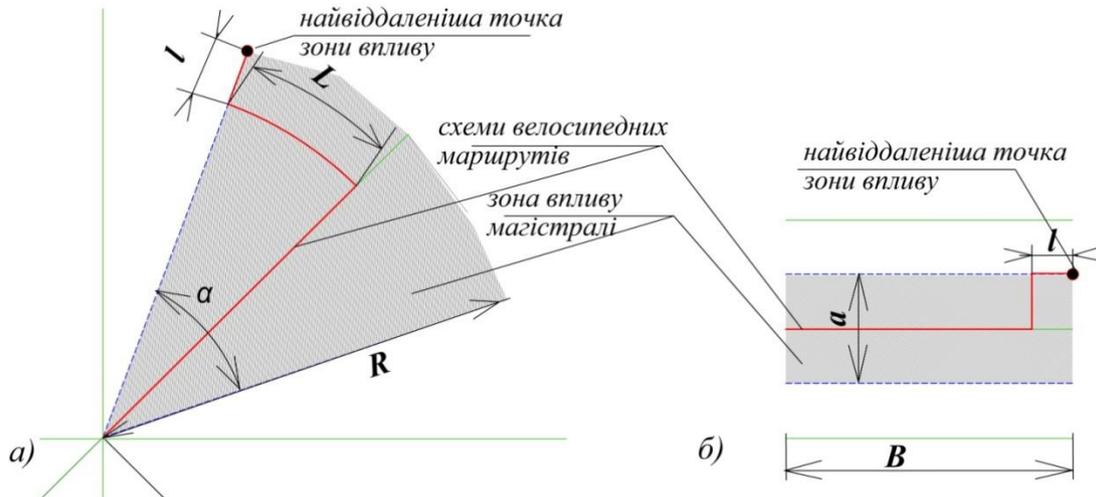


Рис. 4. Розрахункові схеми для визначення необхідної кількості велосипедних магістралей

Остаточне значення величини кута між сусідніми магістралями рекомендується приймати, враховуючи результати розрахунків (3) і (5). Визначивши остаточне значення α можна визначити необхідну кількість наскрізних магістралей для радіальної схеми планування населеного пункту:

$$Q_{\text{рад}} = \frac{\pi}{\alpha}. \quad (7)$$

Остаточне значення ширини смуги між магістралями рекомендується приймати, враховуючи результати розрахунків (4) і (6). Тоді необхідна кількість наскрізних магістралей для прямокутної схеми планування населеного пункту:

$$Q_{\text{пр}} = \frac{A}{a}. \quad (8)$$

де A – ширина населеного пункту, км.

Наступним етапом дослідження стало розроблення рекомендацій щодо розрахунку параметрів велосипедних шляхів.

З метою уточнення значення мінімальної ширини велосипедної смуги руху було складено розрахункову схему, що дало можливість рекомендувати мінімально допустиму ширину велосипедної смуги 1,5 м у вільних умовах та 1,0 м в умовах обмеженого простору.

Зважаючи на складність впровадження велосипедної інфраструктури в уже існуючу вулично-дорожню мережу, базуючись на закордонному досвіді, в роботі запропоновано зменшити мінімально допустиму ширину розділової смуги між велодоріжкою і тротуаром у ДБН В. 2. 3 – 5 – 2001 «Вулиці та дороги населених пунктів». При цьому розділення велосипедних і пішохідних потоків може відбуватись шляхом встановлення огорожуючих елементів, нанесення розмітки чи

влаштування елементів покриття тротуару, що запобігають несвідомому виходу пішоходів з вадами зору на ділянки руху велотранспорту.

На основі законів фізики встановлено формулу для розрахунку динамічного габариту довжини велосипеда:

$$S = \frac{V}{3.6} + \frac{V^2}{254(0,25\cos\alpha \pm \sin\alpha)}, \quad (9)$$

в якій V – швидкість руху велосипеда, км/год,

α – кут нахилу велосипедного шляху, град,

знак «+» необхідно приймати у випадку підйому велосипеда,

«-» – у випадку спуску.

Виходячи з умови, що відстань оглядовості велосипедного шляху повинна бути не менша за довжину динамічного габариту, припустивши, що висота ока водія $h_1 = 1,4$ м, висота перешкоди $h_2 = 0,05$ м, було виведено мінімально допустиму довжину вертикальної кривої (K) на велосипедних шляхах:

$$K = \frac{S^2(i_1 - i_2)}{2,8}, \quad (10)$$

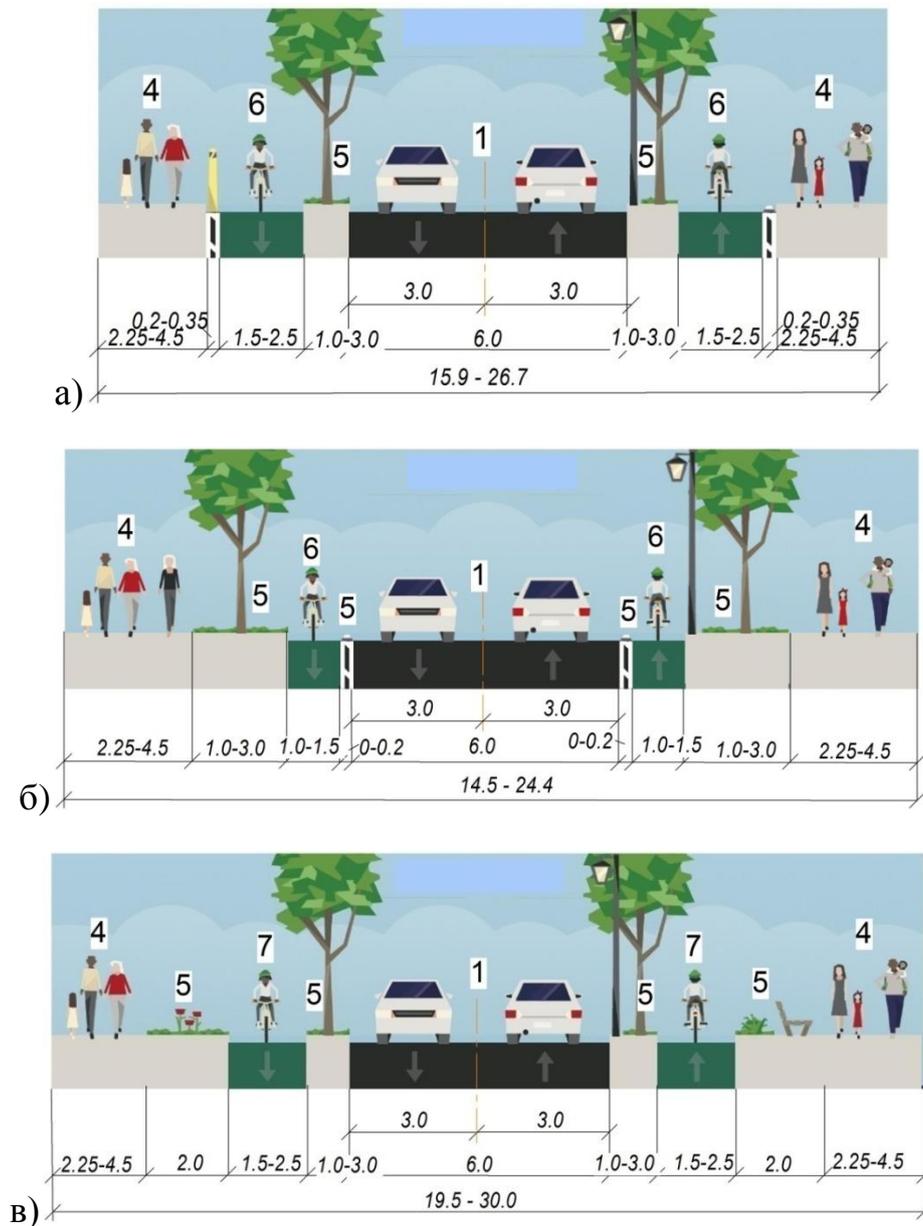
де i_1 та i_2 – ухили ділянок, що сполучаються вертикальною кривою.

Отримана формула (якщо знаменник помножити на 100, тоді ухил потрібно буде враховувати у %), співпадає з формулою, що застосовують для розрахунку мінімальної довжини кривої велосипедного шляху у США, що також підтверджує доцільність її використання і включення у нормативні документи.

За допомогою чисельного моделювання напружено-деформованого стану ділянки покриття велосипедної доріжки у програмному комплексі скінченно-елементного аналізу NASTRAN визначено оптимальні товщини шарів найпоширеніших типів покриття велосипедних шляхів.

Аналіз вітчизняної нормативної бази показав, що в типових поперечних профілях вулиць і доріг, представлених в нормативних документах України, не передбачені велосипедні доріжки і смуги руху. На основі закордонного досвіду та з врахуванням вимог, що висуваються до велосипедної інфраструктури в Україні розроблено пропозиції щодо включення велосипедних доріжок та смуг руху у типові поперечні профілі вулиць і доріг населених пунктів. На рис. 5 наведено пропозиції щодо доповнення типового поперечного профілю міської житлової вулиці.

Розділ 3 «Рекомендації щодо формування велоінфраструктури» присвячений експериментальному проектуванню велосипедної інфраструктури. Розроблені в дисертації принципи формування архітектурно-планувальних рішень, прийоми організації велосипедного руху і методи розрахунку оптимальних параметрів велосипедної інфраструктури апробовані під час проектування інфраструктури для руху ІЕТЗ на територіях наступних об'єктів: ПАТ «Вінницький олійножировий комбінат», м. Вінниця; комбінат побутового обслуговування населення в м. Олександрія Кіровоградської обл.; автовокзальний комплекс у м. Кіровоград і аеропортовий комплекс у м. Туркменабад, Туркменістан.



Умовні позначення: 1 – основна проїзна частина; 2 – тротуар; 3 – розділювальні смуги та смуги озеленення; 4 – велосипедна смуга руху; 5 – велосипедна доріжка

Рис. 5. Пропозиції щодо доповнення типового поперечного профілю міських житлових вулиць велосипедними доріжками і смугами руху
 а) доповнення профілю міської житлової вулиці велосипедними доріжками, суміщеними з тротуаром; б) доповнення профілю міської житлової вулиці велосипедними смугами, суміщеними з проїзною частиною; в) доповнення профілю міської житлової вулиці відокремленими велосипедними доріжками.

Узагальнення отриманої в результаті попередніх досліджень інформації дало можливість розробити методіку влаштування велоінфраструктури у населеному пункті (рис. 6), яка була використана при створенні концепції розвитку велосипедної інфраструктури у м. Полтава (рис. 7).

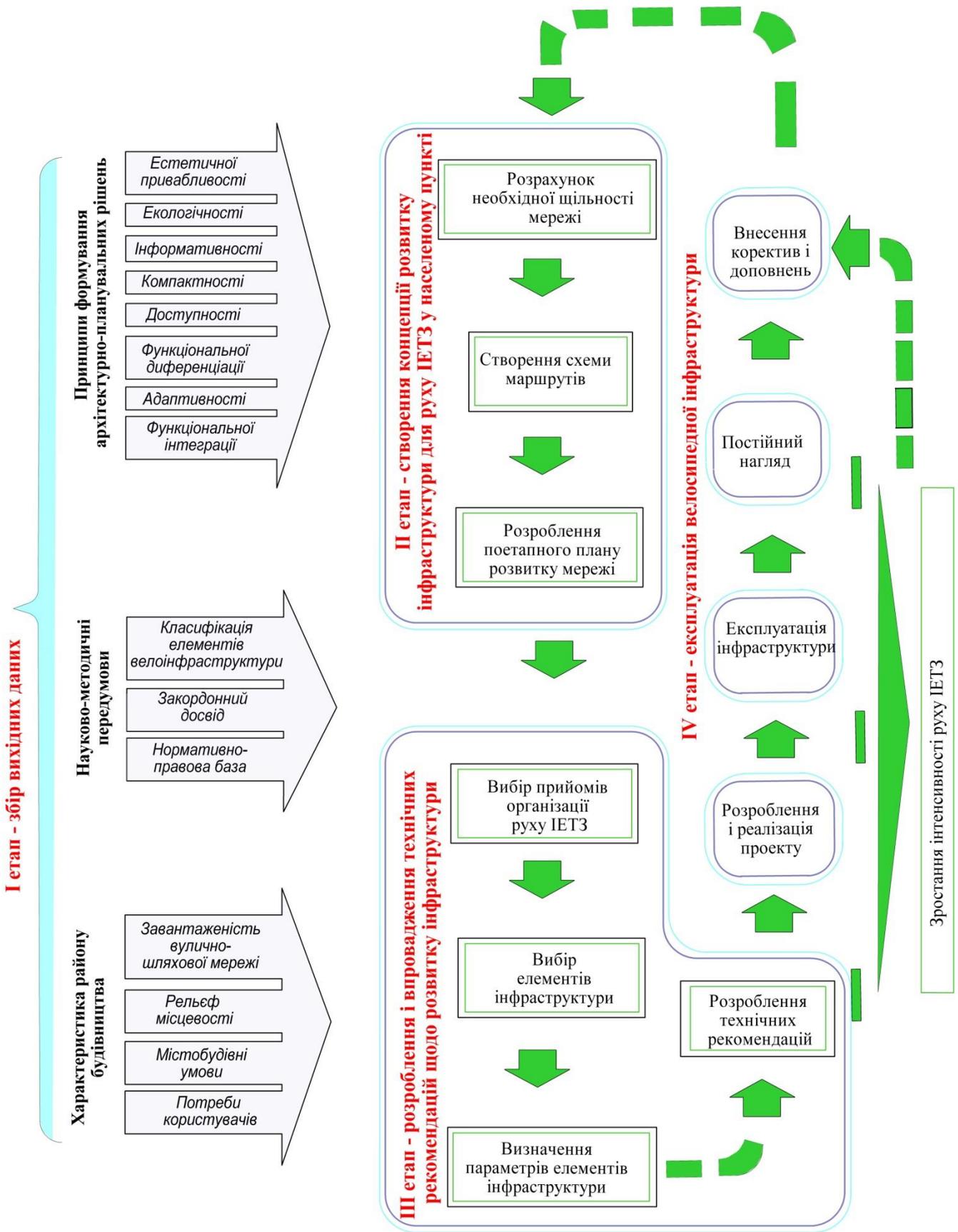


Рис. 6. Методика влаштування велоінфраструктури у населеному пункті

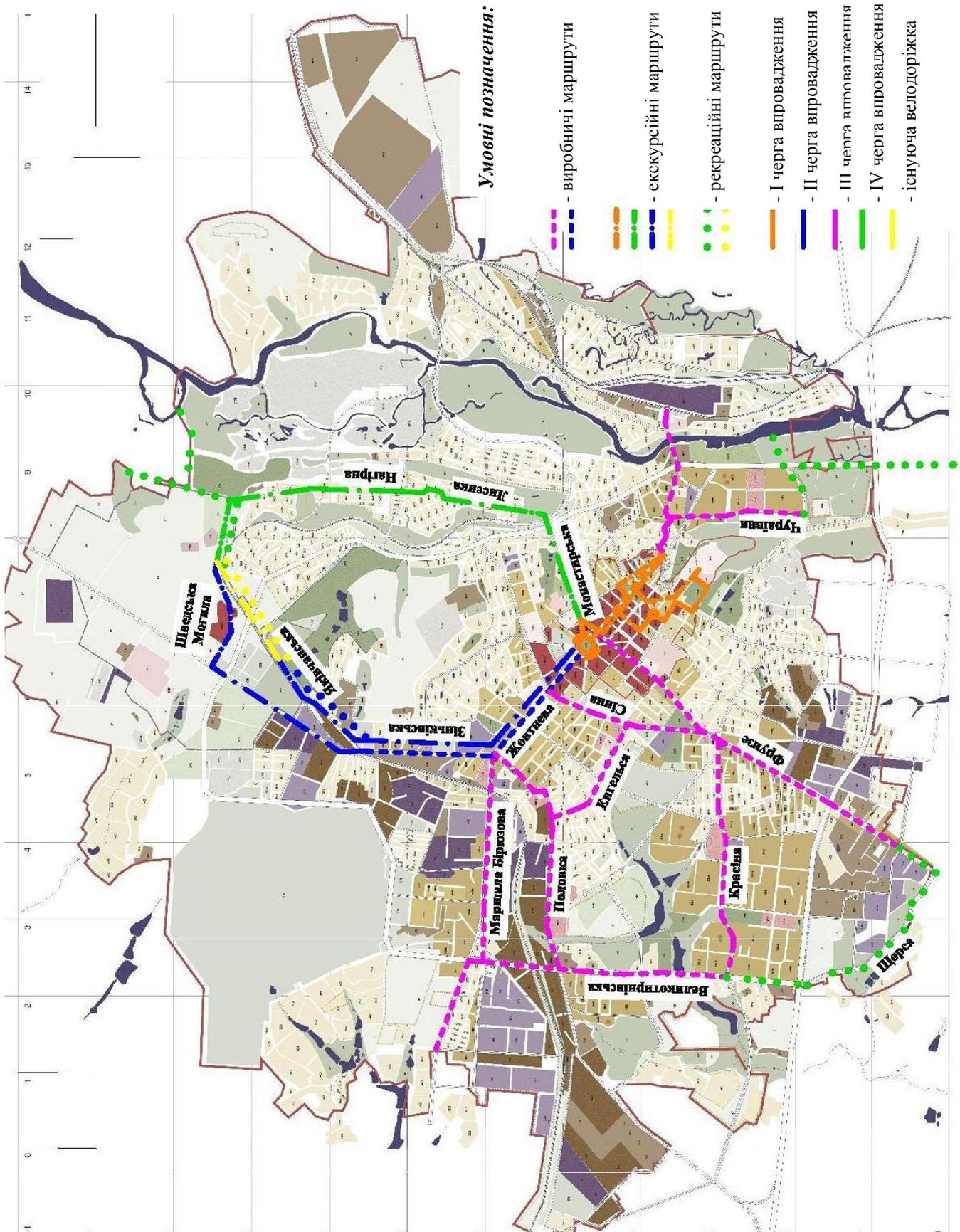


Рис.7. Концептуальна схема розвитку велоінфраструктури у м. Полтава

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Закономірним етапом після періоду автомобілізації є період пошуку нових індивідуальних екологічних транспортних засобів (ІЕТЗ), найпоширенішим з яких на сьогоднішній день є велосипед. Визначено цілий ряд екологічних, економічних, медико-профілактичних та соціальних факторів, що обумовлюють створення комфортних умов для руху велосипедистів. Встановлено, що впровадження велосипедної інфраструктури не лише вирішує багато проблем сучасних населених пунктів, але і готує їх до майбутнього прогресу у сфері транспортних засобів.

2. Для зручного орієнтування у багатоманітні елементів велосипедної інфраструктури виконано їх класифікацію, для чого їх розподілено на п'ять груп: велосипедні шляхи, засоби організації дорожнього руху, об'єкти сервісу, елементи благоустрою і штучні споруди.

3. Визначено вісім основних принципів формування архітектурно-планувальних рішень при проектуванні велосипедної інфраструктури, а саме: принцип функціональної інтеграції; адаптивності; функціональної диференціації; доступності; компактності; інформативності; екологічності і естетичної привабливості та сформульовано засоби їх реалізації.

5. Охарактеризовано шість доцільних прийомів організації велосипедного руху: по тротуарах, по окремих смугах на тротуарах, по автомобільних дорогах, по окремих смугах на автомобільних дорогах, по відокремлених велошляхах і по штучних спорудах (над чи під потоками автомобільного транспорту). При виборі того чи іншого прийому слід враховувати призначення велосипедного маршруту, рельєф місцевості, завантаженість вулично-шляхової мережі транспортом, середню швидкість руху автомобілів, наявність велосипедних стоянок на вулиці, можливі витрати і обсяги будівництва і т.п.

6. Розроблено рекомендації щодо розрахунку кількості наскрізних велосипедних магістралей, необхідних на певному етапі розвитку населеного пункту, що базується на умовах максимальних витрат часу та наявності потоку велосипедистів; уточнено мінімально допустиме значення ширини велосипедної смуги руху, що має складати 1,5 м у вільних умовах і 1,0 м в умовах обмеженого простору; рекомендовано зменшити ширину розділювальної смуги між велодоріжкою і тротуаром; запропоновано формули для визначення довжини зупинного шляху велосипеда і мінімальної довжини вертикальної кривої; визначено оптимальні товщини шарів найпоширеніших типів покриття велосипедних шляхів; розроблено пропозиції щодо доповнення ДБН В. 2. 3 – 5 – 2001 «Вулиці та дороги населених пунктів» типовими поперечними профілями вулиць населених пунктів із врахуванням велосипедних шляхів.

7. Розроблено 4-етапну методику створення велоінфраструктури у населеному пункті: збір вихідних даних; створення концепції розвитку велосипедної інфраструктури; розроблення і впровадження технічних рекомендацій щодо проектування інфраструктури; експлуатація, внесення коректив і доповнень у технічні рекомендації для подальшого їх впровадження.

8. На основі аналізу рельєфу, завантаженості вулично-шляхової мережі і потреб користувачів, виконавши підрахунок інтенсивності велосипедного руху, розрахувавши необхідну кількість велосипедних магістралей, підготовлено концептуальну схему розвитку велосипедної інфраструктури у м. Полтава. Виконано впровадження результатів теоретичних досліджень при проектуванні транспортної інфраструктури для ряду громадських та промислових об'єктів, розміщених в Україні та за кордоном.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Публікації у наукових фахових виданнях

1. Литвиненко Т. П. Принципи включення велосипедного руху у вулично-дорожню мережу населеного пункту / Т. П. Литвиненко, Л. В. Смілянець* // Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. збірник/ відпов. ред. М.М. Осетрін. – Київ: КНУБА, 2012. – Вип. 45, у 3 частинах. – Частина 3. – С. 67 – 72.
2. Литвиненко Т. П. Принципи організації велосипедного руху у транспортній мережі населеного пункту / Т. П. Литвиненко, Л. В. Смілянець* // Вісник Одеської Державної академії будівництва та архітектури. – Одеса: Зовнішрекламсервіс, 2012. – Випуск № 48. Частина 1. – С. 280 – 284.
3. Литвиненко Т. П. Закордонний досвід проектування шляхів для руху індивідуальних екологічних транспортних засобів / Т. П. Литвиненко, Л. В. Смілянець*, О. В. Іваніна // Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво). – Полтава: ПолтНТУ, 2013. – Випуск 4 (39). –Т.2. – С. 132 – 141.
4. Литвиненко Т. П. Особливості використання індивідуальних екологічних транспортних засобів у вулично-дорожній мережі населеного пункту / Т. П. Литвиненко, Л. В. Смілянець* // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – Луганськ, 2013. – №5(194) ч.1. – С. 181 – 184. – ISSN 1998-7927.
5. Гасенко Л. В. Порівняльний аналіз основних вимог, що висуваються до велосипедної інфраструктури в Україні та за кордоном / Л. В. Гасенко, Т. П. Литвиненко // Наукові нотатки. Міжвузівський збірник. – Луцьк: ЛНТУ, 2014. – Випуск 46. – С. 98 – 105. – ISSN: 978-617-672-039-3.
6. Литвиненко Т. П. Прийоми організації інфраструктури для руху індивідуальних екологічних транспортних засобів / Т. П. Литвиненко, Л. В. Гасенко // Науково-технічний збірник «Енергоефективність в будівництві та архітектурі». – К.: КНУБА, 2015. – Випуск 7. – С. 155 – 160. – ISSN: 2310-0516.

Публікації у закордонних наукових періодичних виданнях

7. Lytvynenko T. Peculiarities of infrastructure designing for the movement of individual environmental friendly vehicles [Електронний ресурс] / T. Lytvynenko, L. Gasenko // Periodica Polytechnica Transportation Engineering. – Budapest: University

of Technology and Economics, 2015. – Vol. 43. – No. 2. – P. 81 – 86. – DOI: 10.3311/PPtr.7593 – Режим доступу: <http://periodicapolytechnica.org/tr/article/view/7593> (видання входить до наукометричної бази даних SCOPUS).

8. Литвиненко Т. П. Дорожные покрытия, которые могут применяться при строительстве велосипедных дорожек / Т. П. Литвиненко, Л. В. Смилянец* // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Охрана окружающей среды, транспорт, безопасность жизнедеятельности. – Пермь, 2013. – № 2. – С. 103 – 115. – ISSN 2224-9990 (видання входить до наукометричної бази даних РИНЦ).

Публікації у збірниках праць за матеріалами конференцій

9. Lytvynenko T. P. The feasibility of the integrating of cycling in the road network of settlements / T. P. Lytvynenko, L. V. Smilyanets* // Geodesy, Architecture & Construction: Proceedings of the 5th International Conference of Young Scientists GAC-2013. – Lviv: Lviv Politechnic Publishing House, 2013. – P. 34 – 37.

10. Литвиненко Т. П. Передумови організації велосипедної інфраструктури в місті Полтава / Т. П. Литвиненко, Л. В. Смилянец* // Дизайн, архітектура, образотворче мистецтво: Міжвідомчий науково-технічний збірник. Полтава: ШЕП, 2011. – Випуск 8. – С. 98 – 102.

11. Литвиненко Т. П. Анализ истории планировки населенных пунктов в контексте развития транспортных средств / Т. П. Литвиненко, Л. В. Смилянец* // Строительство: проблемы и перспективы: сборник статей по материалам международной научно-практической конференции 29-30 марта 2013г. – Махачкала: ДГИНХ, 2013 – С. 136 – 139.

12. Смилянец* Л. В. Засоби забезпечення комфортного руху велосипедистів у вулично-дорожній мережі населеного пункту / Л. В. Смилянец*, Т. П. Литвиненко // «Архітектура та екологія». Матеріали V-ї Міжнародної науково-практичної конференції. – К.: НАУ, 2013. – Частина II. – С. 106 – 108.

13. Литвиненко Т. П. Принципы, приемы и способы формирования архитектурно-планировочных решений при проектировании велосипедной инфраструктуры / Т. П. Литвиненко, Л. В. Смилянец*, Б. Ю. Павлюсь // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе». – Пермь: ПНИПУ, 2014. – С. 297 – 300. – ISBN: 978-5-398-01235-4 (видання входить до наукометричної бази даних РИНЦ).

14. Литвиненко Т. П. Класифікація елементів велосипедної інфраструктури / Т. П. Литвиненко, Л. В. Гасенко // Матеріали Всеукраїнської конференції молодих учених і студентів «Проблеми сучасного будівництва». – Полтава: ПолтНТУ, 2014. – С. 194 – 198.

15. Гасенко Л. В. Засоби організації руху на перехрестях велосипедних доріжок та смуг руху з автомобільними дорогами / Л. В. Гасенко, Т. П. Литвиненко // Тези 66-ї наукової конференції професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів університету. – Полтава: ПолтНТУ, 2014. – Том 1. – С. 61 – 63.

Патент України на корисну модель

16. Пат. 96877 Україна, МПК (2015.01) Е 01С 1/00 G08С 1/00. Спосіб визначення незадіяних зон на міських вулицях для влаштування на них велосипедних смуг руху / заявники Литвиненко Т.П., Гасенко Л.В.; власник Гасенко Л.В. – № u 2014 08740 ; заявл. 01.08.14 ; опубл. 25.02.15, Бюл. № 4. – 4 с.

* Смілянець (рос. Смилянец, англ. Smilyanets) – дівоче прізвище Гасенко Л.В.

АНОТАЦІЯ

Гасенко Л. В. Принципи містобудівної організації велоінфраструктури у середніх і великих містах. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.20 – містобудування та територіальне планування. – Київський національний університет будівництва і архітектури, МОН України, Київ, 2015.

Дисертація присвячена визначенню принципів і відпрацюванню прийомів організації інфраструктури для руху індивідуальних екологічних транспортних засобів, найпоширенішим з яких на сьогоднішній день є велосипед.

В роботі обґрунтовано доцільність включення велоінфраструктури у вулично-шляхову мережу населених пунктів. На основі дослідження закордонного досвіду визначено основні принципи формування архітектурно-планувальних рішень при проектуванні велосипедної інфраструктури і охарактеризовано основні прийоми організації велосипедного руху.

Розроблено методикау організації велоінфраструктури, яка включає рекомендації щодо розрахунку кількості наскрізних велосипедних магістралей, необхідних на даному етапі розвитку населеного пункту, динамічного габариту довжини велосипеда і мінімальної довжини вертикальної кривої. Уточнено мінімально допустимі значення ширини велосипедної смуги руху і ширини розділової смуги між тротуаром і велодоріжкою, запропоновано метод визначення оптимальної товщини шарів покриття велосипедних шляхів, підготовлено доповнення типових поперечних профілів вулиць і доріг населених пунктів велосипедними доріжками і смугами руху, запропоновано концепцію розвитку велосипедної інфраструктури у м. Полтава.

Ключові слова: індивідуальний екологічний транспортний засіб, вулично-шляхова мережа, велосипедна інфраструктура, прийом організації велосипедного руху, архітектурно-планувальне рішення, принцип містобудівної організації.

АННОТАЦИЯ

Гасенко Л. В. Принципы градостроительной организации велоинфраструктуры в средних и больших городах. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук по специальности 05.23.20 – градостроительство и территориальное планирование. – Киевский национальный университет строительства и архитектуры, МОН Украины, Киев, 2015.

Диссертация посвящена определению принципов и отработке приемов организации инфраструктуры для движения индивидуальных экологических транспортных средств, самым распространенным из которых на сегодняшний день является велосипед.

В работе обоснована целесообразность включения велосипедной инфраструктуры в улично-дорожную сеть населенных пунктов. Проведен сравнительный анализ основных требований, которые предъявляются к велосипедной инфраструктуре в Украине и за рубежом, в результате чего определены первоочередные задачи исследования. На основе исследования зарубежного опыта определены основные принципы формирования архитектурно-планировочных решений при проектировании велосипедной инфраструктуры. Охарактеризованы основные приемы организации велосипедного движения, сформулированы преимущества и недостатки каждого из приемов, выявлены факторы, которые необходимо учитывать при проектировании велосипедной инфраструктуры, разработана классификация элементов велосипедной инфраструктуры.

Составлена методика организации велоинфраструктуры, которая включает рекомендации по расчету количества велосипедных магистралей, необходимых на определенном этапе развития населенного пункта, основанные на условиях максимальных затрат времени и наличии потока велосипедистов. Уточнены минимально допустимые значения ширины велосипедной полосы движения и ширины разделительной полосы между тротуаром и велодорожкой, разработаны формулы для определения длины остановочного пути велосипеда и минимальной длины вертикальной кривой, предложен метод определения толщины слоев покрытия велосипедных дорожек, подготовлены дополнения типовых поперечных профилей улиц и дорог населенных пунктов велосипедными дорожками и полосами движения.

Предложена концепция развития велосипедной инфраструктуры в г. Полтава.

Ключевые слова: индивидуальное экологическое транспортное средство, улично-дорожная сеть, инфраструктура, прием организации движения велосипедистов, архитектурно-планировочное решение, принцип градостроительной организации.

SUMMARY

Gasenko L. V. The principles of urban planning of cycling infrastructure in medium and large cities. – Manuscript.

Thesis for the Candidate of Technical Sciences degree in specialty 05.23.20 – urban designing and regional planning. – Kyiv National University of Construction and Architecture, MES of Ukraine, Kyiv, 2015.

Dissertation is devoted to definition of principles and testing of receptions of infrastructure organization for the movement of individual environmental vehicles (IEV), the most common of which for today is bike.

In the work is substantiated appropriateness of including the infrastructure for IEV traffic in the road network of settlements. On the basis of foreign experience research are defined the basic principles of architectural and planning solutions in the design of bicycle infrastructure and described the main receptions of the cycling organization.

Is developed the methodology of calculation the number of cross-cutting cycle routes necessary at this stage of settlement development, is specified the minimum acceptable bicycle lane width and dividing strip between the sidewalk and bike route, is proposed the formula for determining the length of bike stopping way and minimum length of vertical curve, proposed amendments typical cross sections of streets roads and settlements by lanes for IEV traffic. Is developed the methodology of placement of infrastructure for the IEV movement which used in the creation of the concept of cycling infrastructure in Poltava.

Keywords: individual ecological vehicle, street and road network, infrastructure, architectural and planning decision, reception of the movement organization, designing principle.

Підписано до друку: 09.09.2015 р. Папір офсетний.
Ум.друк.арк. 0,9. Тираж 100 примірників. Формат 60×84/16

Виготовлювач: ПП «Printmax»,
м. Полтава проспект Першотравневий 19, оф. 2-А, 3-А, 10-А

