

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**

**Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій,
мехатроніки і робототехніки
Кафедра автомобілів і транспортних технологій**

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до магістерської роботи
освітнього ступеня
магістр

Галузь знань 27 – «Транспорт»
Спеціальність 275 «Транспортні технології»

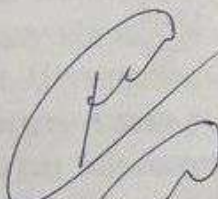
на тему: **«Підвищення якості транспортного обслуговування насе-
лення впровадженням системи моніторингу пасажирообігу»**

Виконав: студент групи ЗТРТ-21М



Олег БАКА

Керівник:



Володимир ШУМЛЯКІВСЬКИЙ

Завідувач кафедри:



Володимир ШУМЛЯКІВСЬКИЙ

Рецензент:



Меченко А.В.

Житомир – 2022 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Факультет: комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки

Кафедра: автомобілів і транспортних технологій

Освітній ступінь: «магістр»

Галузь знань: 27 «Транспорт»

Спеціальність: 275 – «Транспортні технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри А і ТТ

Володимир ШУМЛЯКІВСЬКИЙ

« 11 » вересня 2022р.

ЗАВДАННЯ

до магістерської роботи освітнього ступеня магістр
Бака Олегу Миколайовичу

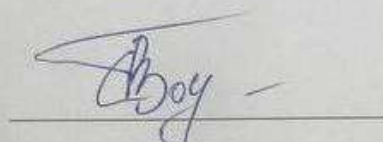
- 1.Тема роботи:** «Підвищення якості транспортного обслуговування населення впровадженням системи моніторингу пасажирообігу» затверджена наказом вищого навчального закладу від «16» 18 вересня 2022 року № 465/е
Керівник роботи: к.т.н. Шумляківський В.П.
- 2. Строк подання студентом завершеної роботи** 11.12.2022 р.
- 3. Вихідні дані до роботи:** нормативно-правові документи, матеріали публікацій за темою дослідження, рухомий склад та інфраструктура системи громадського транспорту міста Житомир, системи супутникового моніторингу та визначення пасажирообігу на автомобільному транспорті.
- 4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):** Вступ; 1. Сучасні методи вивчення проблеми щодо якості транспортного обслуговування; 2. Аспекти дослідження попиту у сфері транспортних послуг (у межах міста Житомир); 3. Можливості використання інтелектуальних систем контролю пасажиропотоку для фіксації та збору даних про пасажирообіг; Висновки; Список використаних джерел.
- 5. Пояснювально - роздавальний матеріал (презентація) – 20 слайдів.**

Дата видачі завдання « 11 » вересня 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів	Примітка
1.	Сучасні методи вивчення проблеми щодо якості транспортного обслуговування	26.09.2022	виконано
2.	Аспекти дослідження попиту у сфері транспортних послуг (у межах міста Житомир)	26.10.2022	виконано
3.	Можливості використання інтелектуальних систем контролю пасажиропотоку для фіксації та збору даних про пасажирообіг	29.11.2022	виконано
5.	Оформлення пояснювальної записки	10.12.2022	виконано
6.	Рецензування		
7.	Захист	за графіком	

Студент



Олег БАКА

Керівник роботи



Володимир ШУМЛЯКІВСЬКИЙ

АНОТАЦІЯ

Магістерської кваліфікаційної роботи на тему: «Організація взаємодії велосипедного і міського громадського транспорту для оптимізації транспортного забезпечення мешканців приміських територій», стентки групи ЗТРТ-21м Бегерської Тетяни Сергіївни

Магістерська робота включає 67 сторінок тексту, 26 рисунків, 3 таблиці. Бібліографічний список включає 22 назви.

Магістерська робота складається з вступу і 3 розділів. Перший розділ присвячено аналізу вітчизняного та закордонного досвіду організації велосполучень та аналізу наявної велоінфраструктури у Житомирі. Показано, що Житомир має недостатній рівень розвитку велоінфраструктури.

У другому розділі запропоновано варіанти організації велосполучення визначених приміських населених пунктів із містом Житомир. Проведено дослідження можливого попиту на використання велотранспорту у зазначених напрямках. Обґрунтовано вибір місця розташування пересадочного велохабу. Розроблено модель запропонованих веломаршрутів. Показано, що при організації велоруку, що пропонується, зазначені веломаршрути будуть безпечними та чинитимуть мінімальний вплив на інтенсивність руку автомобілів дорогами вздовж яких проходять маршрути.

У третьому розділі на основі передового вітчизняного та закордонного досвіду та вимог нормативних документів сформульовано загальні рекомендації щодо створення інтегрованих транспортних систем.

ANNOTATION

Master's qualification thesis on the topic: "Organization of the interaction of bicycle and urban public transport for the optimization of transport provision for residents of suburban areas", stents of the ZTRT-21m group of Tetyana Serhiyivna Beherska

The master's thesis includes 67 pages of text, 26 figures, 3 tables. The bibliographic list includes 22 titles.

The master's thesis consists of an introduction and 3 sections. The first section is devoted to the analysis of the domestic and foreign experience of organizing bicycle connections and the analysis of the existing bicycle infrastructure in Zhytomyr. It is shown that Zhytomyr has an insufficient level of bicycle infrastructure development.

The second section offers options for organizing bicycle connections between certain suburban settlements and the city of Zhytomyr. A study of the possible demand for the use of bicycle transport in the indicated directions was conducted. The choice of the location of the transfer bicycle hub is justified. A model of proposed cycling routes has been developed. It is shown that when organizing the proposed bicycle traffic, the specified bicycle routes will be safe and will have a minimal impact on the intensity of car traffic on the roads along which the routes pass.

In the third section, based on best domestic and foreign experience and the requirements of regulatory documents, general recommendations for the creation of integrated transport systems are formulated.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. Аналіз велоінфраструктури в Україні та за кордоном	8
1.1 Аналіз наявної велоінфраструктури у Житомирі та в найближчих населених пунктах	8
1.2. Огляд відомих рішень подібної проблеми за кордоном і в Україні	14
1.2.1. Світовий досвід як зразок розвитку велоінфраструктури	14
1.2.2. Наявність велоінфраструктури в містах України і приміських населених пунктах	26
1.2.3. Шерінг самокатів у Житомирі як альтернатива міському громадському транспорту	29
1.3. Вимоги до сучасної велоінфраструктури	32
1.3.1. Загальні положення формування велосипедної інфраструктури в містах України	32
1.3.2. Транспортно-пересадочні вузли	37
Висновки до 1 розділу	38
РОЗДІЛ 2. Обґрунтування та проектування веломаршрутів	39
2.1. Вибір місця розташування пересадочного хабу	39
2.2. Моделювання окремих ділянок запропонованої веломережі	49
2.2.1. Результати обстеження пасажиропотоків	49
2.2.2. Результати анкетування користувачів приміських маршрутів	51
2.2.3. Загальний опис PTV Vissim та процесу створення моделі	52
2.2.4. Особливості маршруту та перевірка впливу запропонованих рішень на інтенсивність транспортних потоків вздовж маршруту	54
Висновки до 2 розділу	57
РОЗДІЛ 3. Загальні рекомендації	59
Висновки до 3 розділу	62
ВИСНОВКИ	63
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	64

ВСТУП

Актуальність теми досліджень. На сьогоднішній день у всьому світі гостро стоїть питання про охорону навколишнього середовища і створення екологічної інфраструктури усіх сфер життєдіяльності. Однією з найбільш великих проблем є транспортна, особливо у великих містах. Так фахівці різних країн світу знайшли рішення цієї проблеми в переході від автомобільного транспорту до велосипедного і вже бачать незаперечне поліпшення якості життя як в самих містах, так і в прилеглих населених пунктах. Велосипедний транспорт є одним із елементів досягнення сталої мобільності: він не потребує палива, займає мало місця на дорозі та при паркуванні, доступний більшості людей, а також позитивно впливає на здоров'я людей, якість життя у містах і приміських територіях, а також на безпеку дорожнього руху. Велосипед та інші засоби мікромобільності отримують дедалі більше уваги дорожніх планувальників. Вони дають свободу пересування, а інфраструктура для них є найдешевшою у будівництві й утриманні. Навіть у мегаполісах можна досягти показника у 10-15% велопоїздок від загальної кількості переміщень. Це помітно знижує затори і розвантажує громадський транспорт. У країнах Європи велосипед вже звичний вид транспорту. Він використовується як в рекреаційних і спортивних цілях, так і являється повноцінним засобом пересування, завдяки створенню умов для безпечних і комфортних поїздок, а також побудовою пересадочних вузлів та сервісних станцій для оптимізації транспортно-пасажирських потоків.

Житомир, як і більшість інших міст, за останні кілька років також характеризується збільшенням кількості велосипедистів - як самих містян, так і жителів приміських населених пунктів, які щодня їдуть в Житомир на роботу чи навчання. Навколо Житомира велоінфраструктура відсутня, тому доїзд до міста по трасі є небезпечним і стресовим. Тому розробка сучасної велоінфраструктури для доїзду в місто зробить використання велосипеда більш привабливим вибором в порівнянні з моторизованим транспортом.

Актуальність даної роботи полягає в популяризації та підвищенні ефективності і безпеки використання велотранспорту шляхом створення розвиненої велоінфраструктури в місті та приміських територій, створення пересадочних вузлів з необхідним спектром послуг та можливістю зміни транспортного засобу з мікромобільного на міський громадський.

Мета роботи.

Метою роботи є покращення транспортного сполучення приміських територій з містом, шляхом впровадження безпечного велосполучення і відповідної велоінфраструктури.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні **задачі**:

1. Проаналізувати наявну велоінфраструктуру міста. Дослідити відчизняний та закордонний досвід вирішення подібних завдань.
2. Встановити можливий попит на використання велотранспорту для сполучення приміських територій з містом.
3. Прокласти маршрути, що сполучатимуть визначені приміські населені пункти з містом.
4. Обрати місце розташування пересадочного велохабу з відповідною інфраструктурою.

Об'єкт дослідження.

Об'єктом даного дослідження є велоінфраструктура та інфраструктура, що забезпечує взаємодію велотранспорту із громадським транспортом.

Предмет дослідження.

Предметом досліджень є взаємодія велосипедного та громадського транспорту у приміському сполученні.

Наукова новизна роботи полягає у тому, що показано як впровадження розвиненої і безпечної велоінфраструктури може вплинути на перерозподіл пасажиропотоків у приміському сполученні. Доведено, що впровадження велосипедного сполучення приміських територій із містом, за умови організації зручного пересадочного пункту на міський громадський транспорт може суттєво розвантажити приміські маршрути громадського транспорту.

Практична цінність роботи полягає у тому, що запропоновано конкретні рішення по організації велосипедного сполучення приміських територій з містом. Представлені рішення щодо організації пересадочного велохабу. Показано, що впровадження запропонованих веломаршрутів практично не вплине на інтенсивності транспортних потоків на дорогах, вздовж яких проходять запропоновані веломаршрути.

РОЗДІЛ 1

Аналіз велоінфраструктури в Україні та за кордоном

1.1. Аналіз наявної велоінфраструктури у Житомирі та в найближчих населених пунктах

Велосипед в Україні складно назвати найбільш популярним видом транспорту. Для цього є низка об'єктивних причин:

- відсутність належної інфраструктури;
- слабе законодавче та правове регулювання;
- низький рівень культури учасників дорожнього руху.

Як результат, якщо у Копенгагені, наприклад, на двоколісному безмоторному транспорті пересувається 45% жителів, то для Києва, а тим більше для всієї іншої України, статистика навіть не визначається.

Однак в останні роки ситуація кардинально міняється внаслідок різних глобальних причин:

1) Прагнення України стати членом Європейського Союзу зумовлює стрімкий процес інтеграції європейського способу життя в український і приклад таких країн як Нідерланди, Велика Британія, Данія, Німеччина та інші, де рівень життя для нас є зразковим, сприяє поширенню в Україні велосипедного транспорту і створенню велоінфраструктури.

2) Пандемія КОВІД-19 призвела до колапсу транспортної системи не тільки в Україні, а й по всьому світу. Громадський транспорт або зовсім не працював, або працював з перевезенням обмеженої кількості пасажирів, тому велосипед став чудовою альтернативою громадському транспорту. Водночас ті, кого відправили у неоплачувану відпустку, мали більше вільного часу та шукали спосіб активно провести дозвілля. Велосипеди стали популярніші також через різке падіння автомобільного трафіку на дорогах.

3) Підвищується рівень екологічної свідомості та відповідальності. Сьогодні більше ніж 54% людей у світі живуть у містах, де споживається 60-80% енергії та утворюється близько 75% викидів CO₂. Транспорт є одним із найбільших забруднювачів повітря у місті. За підрахунками Європейської

Комісії, на міські авто припадає близько 40% від усіх викидів вуглецю, що спричинені використанням автомобільного транспорту. Надмірна автомобілізація призводить до суттєвих екологічних проблем. Усвідомлення потенційних переваг від використання «зелених» видів транспорту та активної мобільності призводить до того, що з кожним роком кількість міст, транспортна політика яких спрямована на популяризацію велоруку та пішохідних прогулянок, зростає. Збалансовані стратегії сталої міської мобільності, в яких перевага надається розвитку громадського транспорту, зручної вело- та пішохідної інфраструктури, роблять міста більш відкритими та комфортними для мешканців, дозволяють покращити екологію, заощадити кошти (як приватні, так і публічні) і навіть стимулювати економічне зростання [1].

4) Використання велосипеда як транспортного засобу для пересування в місті призводить до розвантаження транспортних мереж, зменшення заторів, економії часу на поїздки, особистої мобільності і незалежності від графіку громадського транспорту.

5) Пересування на велосипеді не лише економить час і дозволяє турбуватися про довкілля. Це ще й чудовий спосіб тримати своє тіло у тонусі. За даними досліджень, близько 10% смертей у світі спричинені низькою фізичною активністю. Велосипед — це прекрасний спосіб підтримувати фізичну форму, яким можуть користуватись люди різних вікових категорій. Для національної системи охорони здоров'я це означає збільшення тривалості життя, зменшення витрат на лікування та кількості невиходів на роботу через хворобу, для економіки — підвищення продуктивності праці та значний потенціал для зростання ВВП [1].

6) економічний спад внаслідок пандемії COVID-19 мав далекосяжні економічні наслідки, включаючи рецесію, яка стала другою за величиною глобальною рецесією в новітній історії. Пандемія також стала фактором виникнення світової енергетичної кризи 2021–2022 років, що призвело до значного загального підвищення цін. Частково рекордно високі ціни на

енергоносії були зумовлені зростанням попиту на енергоносії в цілому світі після виходу з економічної рецесії, спричиненої COVID-19.

7) Паркування – головна проблема чи не будь-якого українського міста. Та й не лише українського. Населені пункти переповнені автомобілями, а паркувальних місць дуже обмежена кількість. Часто простої в заторі тривають довше, ніж сам час на поїздку до місця роботи. А потім ще пів години доводиться шукати місце для паркування автомобіля.

8) Повномасштабне вторгнення росії в Україну 24 лютого змусило українські міста коригувати графік функціонування громадського транспорту залежно від пошкодження дорожнього полотна чи встановлених захисних блокування, а також комендантської години. Наприклад, в Житомирі не курсував електричний транспорт в два райони – Крошня і Богунія. Тому для багатьох громадян саме велосипед став єдиною можливістю доїхати на роботу вчасно і безпечно (наскільки це можливо в умовах війни і «прильотів»). Тому зіткнувшись з дефіцитом пального на початку війни, ми вкотре переконалися, що велосипед – це дешевий та комфортний засіб пересування містом.

Ці основні причини роблять велотранспорт найбільш привабливим і перспективним. Однак користування велосипедом ускладнюється через низький рівень наявної велоінфраструктури і в Житомирі, і в інших українських містах, оскільки її розвиток в українських містах здебільшого є заслугою активістів. У 2018 році вийшло нове видання ДБН, де з'явилася велосипедна інфраструктура, і тепер при реконструкції, ремонтах вулиць проєктанти зобов'язані враховувати велосипедний рух.

Планувальна структура міста Житомир характеризується компактністю та короткими відстанями здійснення поїздок. У місті переважає рівнинний рельєф, уклони поверхні переважної частини міста не перевищують 8-10%, що свідчить про великий потенціал розвитку велотранспорту. Наявність річки Тетерів, що проходить значною частиною міста, надає можливості для розвитку рекреаційної та туристичної велосипедної інфраструктури.

Житомир розміщений на шляху проходження маршруту Євровело і є учасником програми «Євровело в Україні». У рамках Бюджету участі було збудовано велодоріжку поблизу річки Кам'янки. Серед жителів міста існує попит на створення велоінфраструктури: петиція з запитом на будівництво велодоріжок набрала необхідної кількості голосів та була розглянута міською радою.

У місті є 3 місця прокату велосипедів: Гідропарк з 25-ма велосипедами, магазин «Гора» з 20-ма велосипедами та інтернет-прокат із близько 10-ма велосипедами. Та дві веломайстерні: майстерня і магазин «Гора» та «Два колеса».

Місто активно встановлює парковки для велосипедів. Загалом у місті налічується 76 місць для паркування велосипедів з різною кількістю паркомісць. Місто також заохочує молодь до використання велосипеда. Зокрема, біля більшості вищих навчальних закладів було встановлено стійки для паркування велосипедів, а також продовжується облаштування місць для паркування велосипедів біля шкіл.

За даними дослідження мобільності населення міста Житомир 2018 року, відсоток пересувань велосипедним транспортом складає 1.3% від загальної кількості пересувань містом. За результатами обстеження мобільності населення міста Житомир 2017 року, за допомогою додатку Modalyzer, найбільшу кількість велосипедних поїздок було зафіксовано на вулицях Київській, Великій Бердичівській, Покровській, 3-ьому Чуднівському провулку та на вулиці Хлібній.

У місті Житомир активно діє громадська організація «ВелоЖитомир», яка займається популяризацією велосипеда як виду транспорту серед населення.

Однак темпи розбудови і розвитку велоінфраструктури дуже повільні і мають ряд негативних факторів. Містом не затверджено жодного стратегічного документу стосовно розвитку велосипедного транспорту. У 2017 році у структурі міської адміністрації було запроваджено позицію уповноваженого з велосипедного транспорту, але з 2018 року донині посада не була зайнята.

Незважаючи на існуючий потенціал розвитку велотранспорту, у місті відсутня якісна та облаштована належним чином велосипедна інфраструктура. Станом на 2022 рік внаслідок реконструкції набережної біля річки Тетерев в Шодуарівському парку була облаштована нова велодоріжка і сумарна протяжність велодоріжок сягнула всього приблизно 2 кілометрів. На рис 1.1 зображена двостороння велодоріжка по вулиці Небесної сотні. На рис 1.2 зображена велодоріжка в міському парку відпочинку Барона де Шодуара після реконструкції 2022 року.



Рис.1.1. Вулиця Небесної сотні

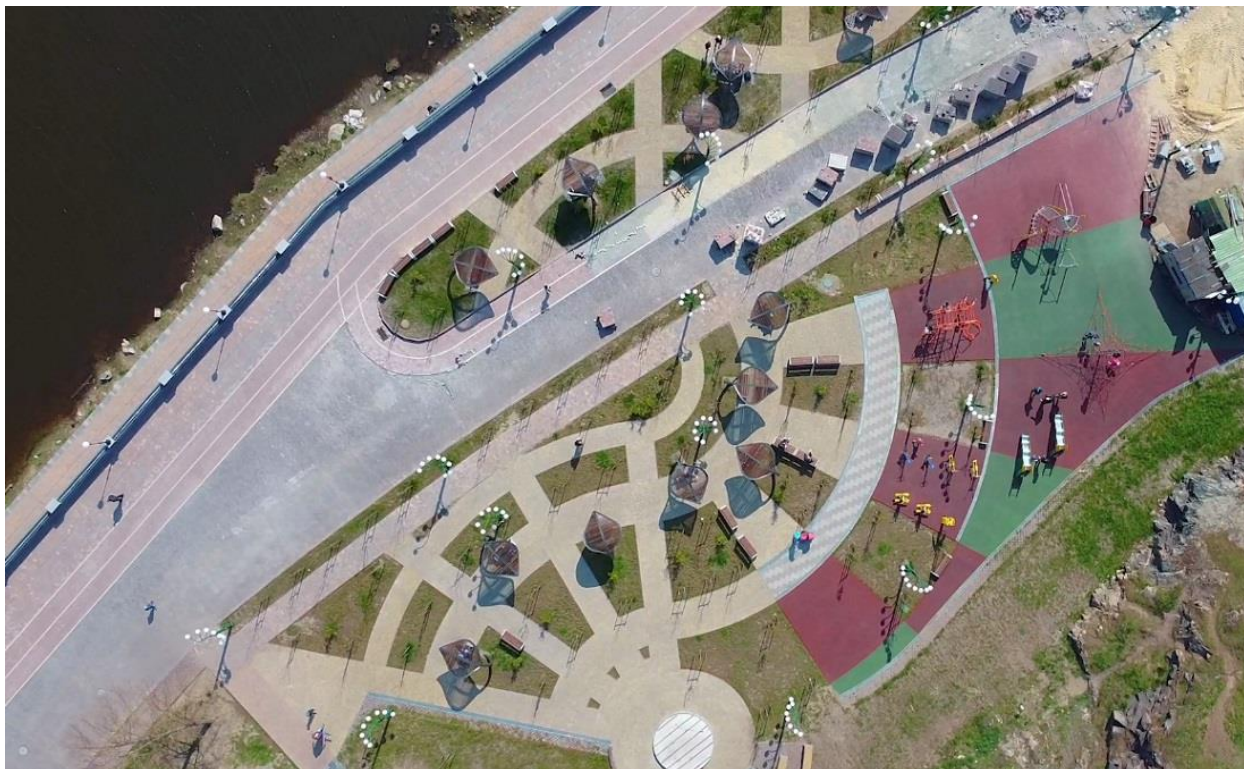


Рис 1.2. Міський парк відпочинку Барона де Шодуара після реконструкції

За оцінкою представників спільноти «ВелоЖитомир», у місті спостерігається високий рівень крадіжок велосипедів. За даними поліції, у 2016 році надійшло 234 заяви про викрадення велосипедів, а у 2017 – 211 заяв та станом на грудень 2018 зареєстровано 117 подібних заяв [2].

На території навколо Житомира велоінфраструктура взагалі відсутня, тому доїзд до міста з навколишніх населених пунктів є необлаштованим і небезпечним. Але дуже перспективним і необхідним. Саме тому є потреба в облаштуванні велосипедної доріжки для доїзду в місто довжиною 7 та 9 кілометрів, що займатиме по часу до 40 хвилин при середній швидкості 15-17 км/год., і проходитиме паралельно до траси Житомир-Сквира повз такі села: Станишівка, Скоморохи, Піски, Млинище та Лука, які практично об'єднались в одне село, а також велосипедна доріжка до села Новогуївинське. Місцезнаходження на мапі вище зазначених сіл зображено на рис.1.3.

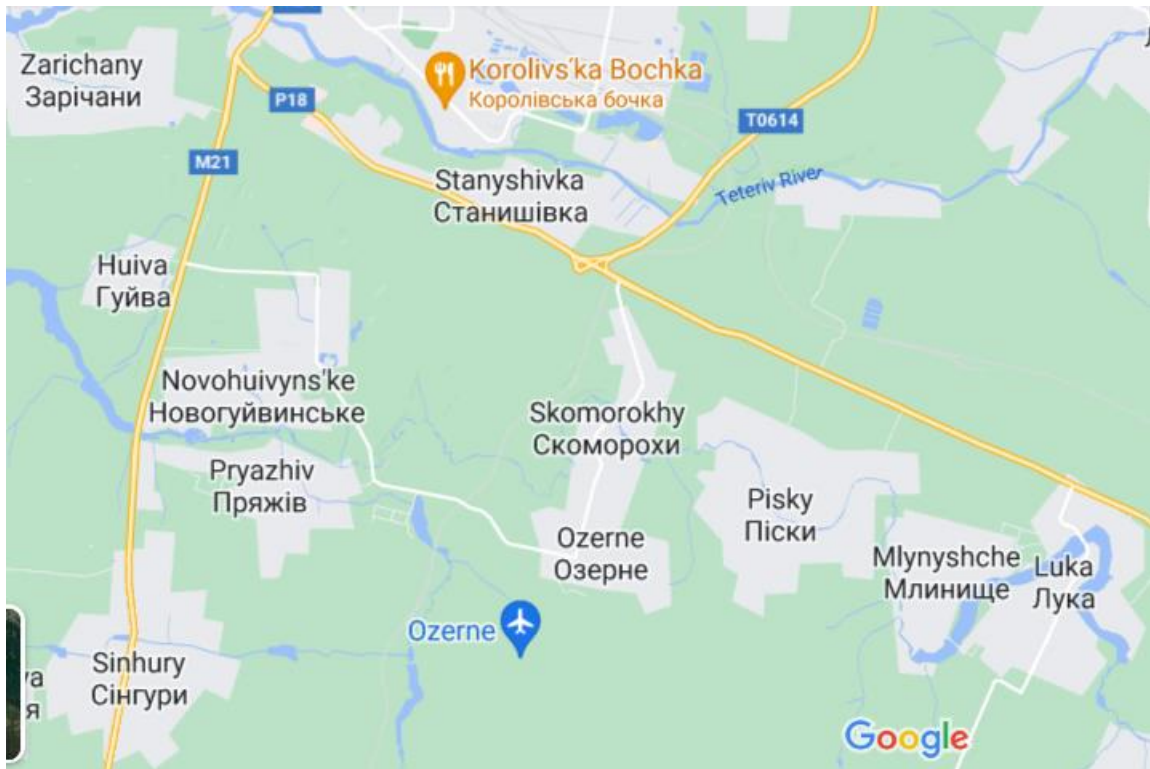


Рис 1.3. Населені пункти навколо Житомира уздовж траси Житомир - Сквир

1.2. Огляд відомих рішень подібної проблеми за кордоном і в Україні

1.2.1. Світовий досвід як зразок розвитку велоінфраструктури

Планувальники міського транспорту часто схильні недооцінювати цінність велосипеда та його потенціал як доповнення до систем громадського транспорту. Проте планування та проектування міст, у яких громадський транспорт і велосипед працюють у тандемі, можуть надати додаткові можливості для пересування та усунути недоліки кожного окремого виду транспорту: пасажирів можуть їздити громадським транспортом, щоб легко подорожувати на великі відстані, покладаючись на велосипеди, коли їм потрібна додаткова гнучкість, або подолати першу/останню милю до та від транзитних станцій. Якщо це зробити правильно, цей симбіотичний зв'язок може створити потужний новий вид транспорту та змінити досвід поїздки міських жителів.

Взяти свій велосипед у громадський транспорт, припаркувати його перед тим, як сісти в автобус, або просто повернути його на станцію велопрокату –

ось деякі конкретні приклади такої інтеграції. Однак, щоб максимально використати цей підхід, як при плануванні, так і при проектуванні необхідно враховувати критерії підключення та забезпечити прямий, безпечний і універсальний доступ для всіх вікових груп, статей і людей з обмеженими можливостями [3].

У містах вибір виду транспорту або комбінації видів транспорту для поїздки здійснюється користувачами виходячи з таких критеріїв, як вартість, доступність, час поїздки та її комфортність, число пересадок і т.д. Разом з тим, вимоги екологічності та безпеки враховуються не завжди. У 2006 році Європейська комісія вперше застосувала в транспортній політиці нове поняття «спільне використання видів транспорту – інтермодальність (co-modality), під якою розумілося самостійне і комбіноване використання різних видів транспорту з метою оптимального та сталого використання ресурсів [4]. Концепція інтермодальності передбачає будівництво міських транспортних систем, що поєднують пріоритетний розвиток і спільне використання громадського транспорту, систем колективного користування пасажирським транспортом, а також різних видів активної мобільності (в т.ч. велосипедного та пішохідного руху, скутерів, скейтів, роликів, ковзанів, тощо). Впровадження останніх має два позитивні аспекти:

- по-перше, воно зменшує частоту використання інших видів транспорту (насамперед – особистого автомобільного транспорту), за рахунок чого знижується навантаження на міську транспортну систему та зменшуються викиди шкідливих речовин, рівень шуму, тощо;

- по-друге, підвищується фізична активність населення, що призводить до імовірного зменшення рівня захворюваності та смертності жителів міста.

Активна мобільність може використовуватися як самостійно (для пересувань на відстані до 3–5 км для велоруку та до 1–2 км – для пішохідного руху), так і в складі комбінованих (інтермодальних) транспортних ланцюжків, особливо в ув'язці з роботою громадського транспорту. В більшості міст

Європи визнали важливе значення велосипедного руху і включають цей вид транспорту до планів сталої мобільності.

Велосипедний рух - це чудовий спосіб доставки пасажирів до станцій (зупинок) громадського транспорту, тому цей зв'язок є ключовою особливістю велосипедного руху як системи. У такому поєднанні ключовою перевагою є те, що вони спільно забезпечують стійкість перевезень від дверей до дверей на значні відстані. Для поліпшення інтермодальності між міським громадським транспортом та велосипедним рухом вкрай важливо забезпечити зв'язок станцій (зупинок громадського транспорту) з усією мережею велосипедних маршрутів міста, а також створити велопарковки в ключових точках з'єднання з мережею громадського транспорту. Організації та компанії, що надають послуги перевезень пасажирів, повинні забезпечувати велосипедистів доступними послугами та інформацією в рамках своєї основної клієнтської політики (наприклад, продаж разом з проїзними білетами платіжних карт точок велопрокату і велопарковки) [4].

Велосипед як індивідуальний транспортний засіб пересування доцільно використовувати в населених пунктах та в приміських територіях для регулярних транспортних поїздок від місць проживання (житлові райони, мікрорайони, квартали, малі міста та сільські населені пункти приміської зони) до місць призначення (райони масового скупчення, місць прикладання праці, торгові центри, учбові, спортивні та розважальні заклади, вокзали, станції, зупинні пункти різних видів громадському транспорту), а також для поїздок з рекреаційними, туристичними та прогулянковими цілями у місця, що розміщені у межах та за межами населених пунктів [5].

Ось кілька прикладів, які показують, як інтеграція велосипедного та громадського транспорту може виглядати на практиці:

Маломасштабні рішення:

Парковки в лінію є найпоширенішим рішенням у цій категорії. Зазвичай вони мають від 3 до 10 доступних місць і розташовані в місцях, спочатку призначених для паркування транспортних засобів. Іншим прикладом є

парклети. Це невеличкі сквери, які можуть поєднувати різні функції, включаючи паркування велосипедів, місця для відпочинку, ігри тощо.

Головною характеристикою цих рішень є їх швидке встановлення та їх гнучкість: залежно від попиту та реакції користувачів, їх потужність може бути розширена, а їхнє розташування може бути змінено.

Середньомасштабні рішення:

До них належать відкриті чи закриті паркувальні майданчики в різних місцях: громадські місця, павільйони для велосипедів, камери схову тощо. Парковки для велосипедів у громадських місцях можуть не мати огорожень або відеоспостереження та зазвичай розташовані на площах, що забезпечує зручний доступ до громадського транспорту.

Велосипедні павільйони мають від 90 до 300 місць і часто тісно інтегровані з системою громадського транспорту. У столиці Колумбії Боготі, наприклад, велосипедні павільйони розташовані в межах периметра деяких станцій TransMilenio BRT, і користувачі зазвичай повинні оплатити проїзд у громадському транспорті перед входом у павільйон.

Масштабні рішення:

Велосипедні стоянки – більш масштабне рішення. Наприклад, в Алкмаарі, Нідерланди, на додачу до станції велопробігу під рампою для під'їзду до станції розташована серія стелажів місткістю понад 300 велосипедів.

У Мехіко є десять безкоштовних масових парковок для велосипедів від 80 до 408 місць, розташованих на станціях метро або центрах пересадки.

Один із них знаходиться в Пантітлані, великому мультимодальному вузлі, який з'єднує чотири лінії метро та залізницю, обслуговуючи понад мільйон пасажирів на день. Комплекс може вмістити 408 велосипедів на трьох поверхах, має відеоспостереження та включає в себе магазин/майстерню велосипедів. Крім того, у прилеглому до будівлі парку є невеликий тренажерний зал та дитячий майданчик.

Надвеликі рішення:

Ця категорія охоплює підземні споруди та великі будівлі, які використовуються спеціально для паркування велосипедів. Ці об'єкти нараховують понад 500 місць і побудовані як продовження зупинки громадського транспорту. Вони забезпечують прямий доступ до станції та мають високий рівень інтеграції, безпеки та більше громадського простору для громадського життя.

Приклади найкращих рішень розташовані в голландських містах, таких як Гарлем, де розташована передова парковка, та Утрехт, який може похвалитися найбільшим у світі гаражем для паркування велосипедів. Останній має місткість понад 12500 місць (перевищуючи 9400 місць на станції Касаї в Токіо, Японія). Гараж розташований на центральному вокзалі Утрехта, найбільшому транспортному вузлі країни. Він є частиною системи з п'яти велосипедних парковок на станції та навколо неї загальною місткістю 22 000 місць [3].

Нідерланди

Найбільш велосипедною країною у світі по праву вважаються Нідерланди, де цей вид транспорту визнаний пріоритетним на державному рівні. У Нідерландах на 17 млн осіб припадає 23 млн велосипедів. Велосипедна інфраструктура в Нідерландах постійно поліпшується. Останньою новинкою була – автострада для велосипедистів. З 2015 року було побудовано 400 миль. Ці швидкі велосипедні маршрути з'єднують міста – приблизно в десяти милях один від одного – і надають велосипедистам більш високий пріоритет на з'їздах, ніж автомобілістам.

36% Голландців назвали велосипед найчастішим способом пересування протягом звичайного дня, на відміну від автомобіля (45%) і громадського транспорту(11%). Велосипедний рух становить 27% усіх поїздок (міських і сільських) по всій країні. У містах цей показник навіть вищий, наприклад, в Амстердамі — 38 % і в Зволле — 46 % [6]. Така висока частота велосипедних подорожей зумовлена чудовою велосипедною інфраструктурою. Наприклад, велосипедні доріжки, велосипедні смуги, захищені перехрестя, просторі стоянки для велосипедів і коротші та пряміші (тому зазвичай швидші, ніж

автомобільні) велосипедні маршрути. На рис.1.4 зображена типова для Нідерландів велосипедна доріжка.



Рис. 1.4. Щоденна їзда на велосипеді в Нідерландах (Амстердам)

У сільській місцевості зростає кількість маршрутів, які з'єднують села, селища та міста Нідерландів: деякі з цих шляхів є частиною Нідерландської національної велосипедної мережі - мережі маршрутів для велосипедного туризму, яка досягає всіх куточків країни.

В Нідерландах потреби велосипедистів враховуються на всіх етапах містобудування. Міські райони часто організовуються як *woonerven* (живі вулиці), на яких велосипедисти та пішоходи мають пріоритет над моторизованим транспортом.

Нідерланди використовують підхід до проектування доріг, заснований на стандартах, де конфлікти між різними видами транспорту усуваються, де це можливо, і зменшуються, наскільки це можливо, там, де це неможливо. Результатом цього є те, що поїздка на велосипеді стає як об'єктивно, так і суб'єктивно безпечною. Міста були спроектовані з обмеженим доступом для автомобілів і обмеженими (з часом зменшуються) паркуваннями. Внаслідок цього інтенсивний рух транспорту та дуже обмежена кількість паркувальних місць роблять використання автомобілів у містах непривабливим.

З початку 1990-х років у Нідерландах існує форма суворої відповідальності за нещасні випадки, пов'язані з дорожньо-транспортними пригодами [7]. Коротше кажучи, це означає, що в разі зіткнення автомобіля з велосипедистом страхова компанія водія вважається відповідальною за відшкодування збитків (страхування автотранспортних засобів є обов'язковим у Нідерландах, а страхування велосипедистів — ні) за пошкоджене майно велосипедиста та його медичні рахунки за умови, що велосипедист навмисно не врізався в автомобіль і велосипедист не помилився. Якщо велосипедист помилився і зіткнення все ж було ненавмисним, страховка водія все одно повинна виплатити половину збитків — хоча це не стосується випадків, коли велосипедист молодший 14 років, у такому випадку автомобіліст повинен відшкодувати повний збиток [7].

У Нідерландах велосипедні шоломи зазвичай не носять; вони в основному використовуються маленькими дітьми та надзвичайно малою кількістю шосейних і гірських велосипедистів, які їздять на шосейних або гірських велосипедах. Насправді голландський *Fietzersbond* (Союз велосипедистів) узагальнив наявні докази та дійшов висновку, що для звичайної, повільної щоденної їзди на велосипеді (тобто не шосейного велосипеда) закон про обов'язкове носіння шолома матиме негативний вплив на здоров'я населення [8].

Багато доріг мають одну або дві окремі велосипедні доріжки вздовж них або велосмуги, позначені на дорозі. На дорогах, де є велодоріжки або велосмуги, використання цих об'єктів є обов'язковим, а рух велосипедів по головній проїжджій частині заборонено. Близько 35 000 км велодоріжок фізично відокремлено від автомобільного руху, що дорівнює чверті всієї 140 000 км дорожньої мережі країни. На інших дорогах і вулицях велосипеди та моторизовані транспортні засоби ділять один і той же дорожній простір, але це зазвичай дороги з низьким обмеженням швидкості. Якість покриття цих велосипедних доріжок хороша, а маршрути мають тенденцію бути прямими з плавними поворотами, що дозволяє їздити велосипедом на хороших

швидкостях на значні відстані. Велосипедні доріжки мають власні набори правил і систем, включаючи світлофори, тунелі та смуги.

Fietsstraat (велосипедна вулиця) — це дорога, де велосипеди вважаються основним і кращим видом транспорту, і де автомобілі та інші моторизовані транспортні засоби дозволені «як гості». Конструкції відрізняються, але в більшості випадків включає червоний асфальт і обмеження швидкості 30 км/год [9]. Такі дороги позначаються спеціальним знаком, який показано на рис.1.5.



Рис. 1.5. Дорожній знак, що позначає велосипедну вулицю, Нідерланди

Вулиці Fietsstraat існують здебільшого в житлових районах, де й так є дороги з низьким рухом. Fietsstraat у більшості випадків спочатку була дорогою, яка перед тим мала низький обсяг руху, і тому її легко переобладнати. Вони є важливим видом інфраструктури, яка робить голландські міста безпечнішими для велосипедистів. Їх також можна використовувати для поділу маршрутів, щоб велосипедисти могли уникати завантажених доріг і мати прямі маршрути до міст і через них.

Snelfietsroute (швидкий велосипедний маршрут) або велосипедна магістраль — це велосипедний маршрут, призначений для велосипедних проїздів на більші відстані з практичних міркувань, наприклад, для поїздок на роботу або для занять спортом і фізичними вправами. Побудований з двонаправленими шляхами з рекомендованою шириною однонаправленої смуги 2 метри та мінімальною шириною 1,5 метра; дуже рівні та прямі ділянки

(тобто кілька підйомів і спусків, кривих або поворотів); відсутність світлофорів і залізничних переїздів з моторизованим транспортом; і чудова якість тротуару [10].

Британія

Згідно з результатами опитування 7% британців почали їздити на велосипеді з 2021 року, що дорівнює понад 3,7 мільйонам дорослих у Великій Британії(3 702 303), а 8% почали регулярно їздити минулого року під час пандемії, що становить трохи більше 4,2 мільйона дорослих британців.

Під час пандемії чоловіки частіше регулярно їздили на велосипеді: кожен десятий чоловік (10,2%) порівняно з приблизно кожною 20-ою жінкою (6,5%). Найпоширеніший вік велосипедистів становить 25-34 роки, при чому більше половини опитаних представників(56%) повідомили, що здійснюють поїздки на велосипеді регулярно, при чому кожен п'ятий обрав цей транспорт для себе за минулий рік. Кожен десятий британець (9%) заявив, що планує почати регулярно їздити на велосипеді в 2022 році, а ця цифра дорівнює понад 4,7 мільйонам людей.

Четверо з десяти дорослих жителів Британії (40%) вважають, що в їхній місцевості вже є хороша велосипедна інфраструктура, яка робить поїздки на велосипеді безпечними і легкими, однак 60% не вважають, що їхня місцевість ще не достатньо обладнана для велосипедистів і хотіли б додати більшої кількості велосипедних маршрутів і доріжок [11].

Стандарти для велосипедної інфраструктури розвивалися з часом, щоб вимагати кращого розділення та більш широких смуг для велосипедів з міркувань безпеки. Найновіша загальнонаціональна інструкція з проектування велосипедної інфраструктури в Англії – це «Примітка про місцевий транспорт», опублікована в липні 2020 року. Дотримуватися інструкції не є обов'язковою вимогою для велосипедної інфраструктури, але більшість дорожніх органів прийняли це як свої стандарти. «Автомобільні дороги Англії» мають власні вказівки для магістральних доріг під назвою CD 195 [12].

«Автомобільні дороги Шотландії» видає інструкції з проектування велосипедної інфраструктури для Шотландії через документ Cycling by Design. На дорозі велосмуги слід використовувати лише на дорогах з обмеженням 20 миль/год, хоча використання 30 миль/год з невеликим трафіком є прийнятним. Легке відокремлення рекомендовано для будь-яких доріг із обмеженням швидкості нижче 30 миль/год, тоді як будь-яка дорога вище 40 миль/год має бути повністю відокремлена від автомобільного руху. Мінімальна ширина односторонніх велодоріжок становить від 2 до 2,5 м залежно від використання велосипеда. Двосторонні велосипедні доріжки мають бути від 3 до 4 метрів залежно від використання велосипеда. Велосипедні смуги на дорозі мають бути шириною 2 метри. Ширина може бути вузкою на ізолюваних ділянках через такі обмеження, як дерева чи вуличні меблі. Велосипедні доріжки мають бути розраховані на швидкість руху 20 миль/год або 25 миль/год на спусках [13].

Лондон є містом у Великій Британії з найбільшою кількістю нанесених на карту велосипедних доріг – а точніше понад 250 000 км. Друге місто Великобританії, Бірмінгем, також посідає друге місце за кількістю велодоріжок, а Едінбург, Брістоль і Карлайл завершують п'ятірку лідерів.

Міста, які найбільше інвестували в розвиток велосипедної інфраструктури за останні два роки – це Лондон (£7 998 900), Манчестер (£7,275,532), Плімут (£6 086 274), Ліверпуль (£5,924,410) та Ноттінгем (£6 003 906) [11].

Німеччина

Також одними з лідерів велоруку вважаються: Данія, Франція, Китай, Японія, Великобританія, ну і, звичайно ж, Німеччина. Саме цю країну Європи можна назвати найпідготовленішою в плані прийняття нормативних документів, що стосуються велоінфраструктури, в яких даються правила і рекомендації з проектування велосипедних і пішохідних шляхів, кожен з яких складено на регіональному рівні. На державному рівні розробляються велосипедні стратегії. У 2017 році прийнято закон «Про мобільність». Подібні заходи передбачають підвищення частки велосипедних поїздок, відкриття односторонніх вулиць, створення зелених зон, налагодження громадського

велопрокату та забезпечення відповідної безпеки. Всі ці заходи не залишилися просто на папері, вони дійсно втілені в реальність. Про це свідчить статистика, згідно з якою велосипед є найпоширенішим засобом пересування в Німеччині. На 82 млн. жителів країни припадає 70 млн. велосипедів. Для порівняння, автомобілів, допущених до експлуатації в Німеччині всього 41 млн.

У Німеччині велосипедисти переважно їздять проїжджою частиною вулиць виділеними спеціально для них смугами поруч з іншим транспортом. Загальна закономірність така - на вулицях з однією автомобільною смугою у кожному напрямку практично всюди зроблено велосмуги. Якщо смуг для авто стає більше - велосмуга перетворюється на відокремлену велодоріжку. Звісно, бувають виключення. Ширину велосмуг поступово збільшують. Якщо колись вони були півтораметрові, то при новіших реконструкціях їх роблять 1,85 м завширшки. Там, де ні велосмуга, ні велодоріжка не влізають, всі їдуть спільно у одній смузі.

Розвинена велосипедна інфраструктура включає в себе не тільки велодоріжки, велопарковки, майстерні по ремонту велосипедів, дорожні і світлофорні знаки для велосипедистів, а й систему байкшерінга або велопроката, що означає колективне користування велосипедами, що дозволяє орендувати екологічно чистий вид транспорту на певний час. Дійсно розгалужені пункти велопрокату стали звичайною частиною міської інфраструктури в багатьох містах світу. За даними минулого року, більше 900 міст мають свої системи байкшерінга. Багато міст розглядають систему загального користування велосипедами як частину системи міського транспорту. Такі системи можуть працювати на основі попередньої реєстрації користувачів, постійного членства або разового користування, але в цілому вони все більше використовують можливість інформаційних технологій. Оплатити послуги байкшерінга можна як карткою, так і через мобільний додаток.

На відміну від комерційних пунктів прокату, системи громадського прокату велосипедів, як правило, підтримуються міською владою і вважаються

некомерційними проектами або проектами, створеними на основі державно-приватного партнерства. Уряди деяких країн ввели податкові пільги для компаній, які підтримують велосипедистів і вкладають в розвиток велосипедної системи міст. Єдина в місті і найбільша в Німеччині мережу велопрокатів nextbike заснована в 2004 році в Лепцигу. На даний момент компанія має свої представництва в 50 містах і 25 країнах на 5 континентах.

Для розвитку велосипедної інфраструктури слід ретельно вивчати світовий досвід, запрошувати фахівців для консультацій, щоб не повторювати чужих помилок. Головними умовами для велосипедизації будь-якого міста є продуманість веломережі і безпека. Також буде потрібно вирішити питання велопарковок, безпечного зберігання велосипедів на вулиці, можливості перевезення велосипедів в громадському транспорті та інше. І зараз чудовий час, щоб зайнятися цими питаннями [14].

Отже, велосипед і громадський транспорт мають великий потенціал для доповнення, а не конкуренції один з одним, щоб створити новий і більш ефективний вид транспорту з ширшим охопленням користувачів. Інтеграція між велосипедом і громадським транспортом приносить багато переваг. Основна перевага полягає в тому, що він робить громадський транспорт доступним для більшої кількості людей на більшій території. Це також надає користувачам більшу гнучкість, у тому числі для адаптації поїздок відповідно до їхніх індивідуальних потреб (наприклад, вибір посадки та виходу на більш зручній зупинці) або для усунення збоїв у обслуговуванні.

Для транспортних систем така інтеграція допомагає більш рівномірно розподілити попит по системі. Для користувачів їзда на велосипеді – це шанс збільшити фізичну активність із значною користю для здоров'я.

Хоча масштаб і тип інтеграційних рішень можуть відрізнятися залежно від факторів, таких як попит, більшість міст мають можливості для певного ступеня модальної інтеграції в усій мережі громадського транспорту.

Ця інтеграція має бути частиною ширших зусиль, спрямованих на покращення мобільності та якості життя в місті. Іншими словами, інтеграція

громадського транспорту та велосипедів є важливим кроком до чистішого, здоровішого та стійкішого міста [3].

1.2.2. Наявність велоінфраструктури в містах України і приміських населених пунктах

Кількість велосипедистів у містах України збільшується щороку. Про це свідчать підрахунки велосипедистів, які проводять громадські організації, та соціологічні транспортні дослідження. Особливо багато людей пересіли на велосипеди навесні 2020 року, коли в Україні було запроваджено карантин у зв'язку з коронавірусною пандемією. Ця тенденція відповідає світовій, де люди також пересіли на велосипеди через часткове або повне припинення роботи громадського транспорту чи з метою мінімізувати контакти. Водночас наявна велосипедна інфраструктура не задовольняє попит, який постійно зростає. Станом на жовтень 2020 року лише декілька міст України мають невеликі мережі велосипедної інфраструктури (Київ, Львів, Вінниця, Івано-Франківськ), і кілька десятків міст та ОТГ мають одну або кілька велодоріжок (Харків, Одеса, Полтава, Миргород, Житомир). Приміські, міжміські та міжсільські веломаршрути повністю відсутні. У понад тридцяти містах України розроблені велосипедні концепції, стратегії або плани, під час підготовки яких були проведені певні аналізи потреб користувачів і перешкод до їх реалізації (Львів, Миколаїв, Вінниця, Київ, Івано-Франківськ, Миргород, деякі об'єднані територіальні громади). Жодна з затверджених програм наразі не була виконана повною мірою.

Велосипедний транспорт є одним із елементів досягнення сталої мобільності: він не потребує палива, займає мало місця на дорозі та при паркуванні, доступний більшості людей, а також позитивно впливає на здоров'я людей, якість життя у містах і безпеку дорожнього руху. Завдяки відсутності викидів велосипедний транспорт допомагає переміщувати людей, не забруднюючи повітря та не викидаючи парникові гази, що спричиняють зміну клімату. Тому розвиток велотранспорту часто є однією з рекомендацій, яку

надають транспортні та кліматичні експерти з ЄС. Національна транспортна стратегія України до 2030 року, затверджена у 2018 році, визначила наступні завдання:

- «розвиток інфраструктури для руху велосипедів»»,
- «впровадження систем громадського прокату велосипедів»,
- «розроблення стратегії розвитку велосипедного руху, посилення велосипедної безпеки, яка б ґрунтувалася на прогресивному іноземному досвіді, та забезпечення розвитку інфраструктури для велосипедного руху»,
- «забезпечення оптимальної взаємодії велосипедного руху з іншими видами транспорту» [15,16].

З 2018 року, згідно з оновленими Державними будівельними нормами, велоінфраструктура є обов'язковою при будівництві та ремонті вулиць, і поки що більшість міст ідуть саме цим шляхом. Однак такий підхід не забезпечує головного — зв'язності. Якщо будувати таким чином, наприклад, метро — окремі шматки по 1-2 станції в різних кінцях міста — на ньому не можна буде здійснювати зручні й завершені поїздки. Українським містам варто звернути увагу на появу зв'язних багатокілометрових веломаршрутів, які будуть корисними для багатьох людей.

В Україні менше 30% домогосподарств мають доступ до приватного автомобіля. У більшості родин є один автомобіль, яким зазвичай користуються чоловіки. Створення альтернатив важливе для вирішення не лише транспортних і кліматичних проблем, а й соціальних. Наявність зручної пішохідної, велосипедної інфраструктури, а також комфортного громадського транспорту робить міську мобільність доступною користувачів [16].

В 2020 році за підтримки Фонду ім. Гайнріха Бьоля було проведено масштабне дослідження «Потреба у розвитку велотранспорту та перешкоди до її реалізації у містах та регіонах України», метою якого було оцінити потребу українського суспільства у велосипедних змінах, перешкоди для розвитку велотранспорту та бачення рішень для подолання цих перешкод [16]. Згідно результатів цього дослідження у малих містах, селах та об'єднаних

територіальних громадах велосипедами зазвичай їздять старші люди (від 30-40 років до пенсійного віку), при чому відсоток жінок серед них доволі високий (від 30% до 60%, згідно зі спостереженнями опитаних). Зазначають, що головною метою поїздки є робота чи у справах. З метою, яку можна назвати «рекреаційною» їздять лише «на дачу, в село» та «на рибалку». Діти та підлітки, якщо їздять, то на навчання («школярі в школу, технікум») або разом із сім'ями на велопробіги та інші заходи, якщо проводяться у населеному пункті.

У містах середнього розміру велосипедисти «молодшають» до 30+ років, а частка жінок серед них меншає (10-15%). Головними цілями поїздок залишаються «на роботу» (з сіл у центр, з мікрорайонів, на завод), «на навчання» (в школу і технікуми) та «у справах» (банк, ринок, магазин), але до них додається більше поїздок із суто рекреаційною метою: в парк, ліс, поля, на озеро — у компанії родичів та друзів. Зазначають, що у рекреаційних поїздках вихідного дня кількість велосипедисток більша, ніж у робочих поїздках будніх днів. Аналогічно, кількість дітей на велосипедах більшає на вихідних, переважно у поїздках на природу або на велозаходи.

У великих містах і столиці найбільшими групами велосипедистів називають спортсменів-аматорів, офісних працівників (зокрема, «ІТ-шники»), рекреаційних велосипедистів «вихідного дня» та, в останні роки, велокур'єрів. Жінок небагато (8-15%), а середній вік ще молодший (20-40 років). Люди літнього віку («пенсіонери») також їздять на велосипедах, але це виключно чоловіки, які пересуваються у спальних районах та на околицях міст, не в центрі, тож виглядає, що їх небагато, порівняно з іншими категоріями велосипедистів. Серед причин використання велосипедів з'являється визначення «для здоров'я» та «для розваги». Розмаїття велосипедних субкультур шириться, включаючи групи велосипедистів для поїздок по бездоріжжю (крос-кантрі), шосейних і гірських (даунгіл), міські велосипедні субкультури (фікси, сінглспіди), велотуризм, спортивні велошколи тощо.

Частка велосипедних поїздок у загальному розподілі поїздок у місті є більшою в менших за розміром містах. Так, у селах, ОТГ і малих містах зазначають, що понад 50% людей мають велосипед, а понад 30% людей їздять на велосипедах. У містах середнього розміру кажуть про близько 10-15% поїздок велосипедом («кожен десятий їздить велосипедом»), а у великих містах — до 3% («у теплу пору 3% поїздок, у холодну — 1%»). Лише великі міста оперують офіційними даними по частці велопоїздок: у Вінниці, Житомирі, Львові, Чернівцях, Києві проводили дослідження, які показали 1-2% поїздок велосипедом від загальної кількості поїздок.

Більшість опитаних зазначили, що велосипед потрібен містам і громадам насамперед як транспорт. При цьому мешканці великих міст наголошували, що у порівнянні з громадським транспортом велосипед часто є швидшим і більш прямим (дозволяє скоротити шлях, не робити об'їзди і не втрачати час), та що велосипед має допомогти розвантажити громадський транспорт і дороги від заторів. Мешканці менших міст і ОТГ (як з наявним громадським транспортом, так і без нього) зазначали, що велосипед допомагає дістатися роботи (в межах міста та з навколишніх сіл), перевозити невеликі вантажі та загалом бути мобільним і не прив'язаним до одного місця. З кількох інтерв'ю випливало, що велосипед — це спосіб мати індивідуальну свободу пересування, який можуть дозволити собі майже всі, незалежно від величини доходів і віку.

Загалом, усі опитані відзначили, що велосипедний транспорт потрібен, а велосипедна інфраструктура (велосипедні шляхи та велопарковки) мають з'явитися як у містах і громадах, так і між ними, щоб створити безпечні умови для пересування між селами та містами [16].

1.2.3. Шерінг самокатів у Житомирі як альтернатива міському громадському транспорту

Весною 2021 року в Житомирі відкрився прокат самокатів (ECOS - мережа прокату електросамокатів в Україні). Для користування самокатом необхідно встановити мобільний додаток, знайти найближчий самокат та

оплатити поїздки банківською картою. Відсканувати QR-код можна на самокаті, тим самим розблокувавши його.

Вартість поїздки: 15 грн – посадка (розблокування) та 2,5 грн - 1 хв користування.

Для зручності Житомир поділено на 3 зони:

- зелена – тут можна їздити і залишати самокати;
- жовта – тут можна тільки пересуватись;
- червона – зона, недоступна для поїздок.

Схема поділу міста Житомира на зазначені зони показано на рис 1.6.

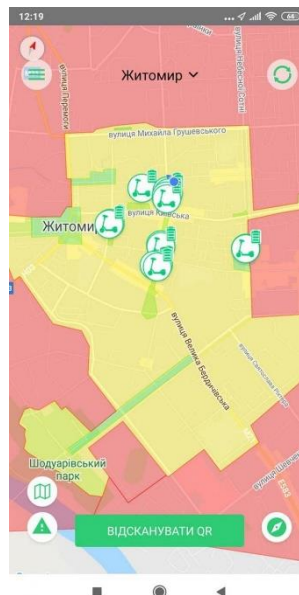


Рис. 1.6. Мапа Житомира з виділеними зеленою, жовтою та червоною зонами

Електросамокат – це безпечний екологічний транспортний засіб, яким можна долати невеликі відстані по всьому місту. Також це альтернатива приватним автомобілям, тому що: - ніяких вихлопів, ніякого пилу - лише чиста електроенергія; - ніякого перевищення швидкостей, яким іноді грішать автовласники.

Цільова аудиторія для прокату електросамокатів – це сучасна молодь, яка завдяки електросамокатам матиме змогу безпечно та швидко пересуватися містом на навчання, побачення, прогулянки з друзями тощо, а також

житомиряни, що хочуть швидко добиратися на роботу, оминаючи пробки та не створюючи їх.

Користь місту від прокату електросамокатів:

- Зменшення кількості пробок та навантаження на громадський транспорт: чим більше людей матимуть змогу обирати альтернативу автомобілю чи міському транспорту, тим краще для дорожньої мережі.
- Як наслідок - покращення екології, адже на відміну від авто та мототранспорту, електросамокати не псують повітря вихлопами.
- Задоволеність молоді, адже електросамокати - це сучасний вид молодіжного відпочинку. А їх оренда дозволить навіть тим, хто не може купити такий транспортний засіб, кататися чи пересуватися містом.
- Привабливість для туристів: можливість орендувати електросамокати приверне увагу гостей міста та створить приємне враження [17].

На рис 1.7 зображено стоянку самокатів для загального користування.



Рис. 1.7. Стоянка прокату самокатів біля кінотеатру «Україна»

Отже, Житомир, як і інші міста України, стає більш сучасним та екологічним, а значить місто повинно дбати про інфраструктуру, щоб поліпшувати умови для мікромобільності та покращення життя і здоров'я своїх громадян.

1.3. Вимоги до сучасної велоінфраструктури

1.3.1. Загальні положення формування велосипедної інфраструктури в містах України

В усіх населених пунктах незалежно від кількості їх населення слід передбачати використання у внутрішньоміських і приміських сполученнях:

- маршрутного та традиційного таксі;
- індивідуальних транспортних засобів (легкові автомобілі, мотоцикли, мопеди, велосипеди), водних (морського, річкового);
- вертикальних (фунікулер, канатна дорога) видів транспорту;
- пішохідне сполучення, яке також враховує потреби маломобільних груп населення.

Поблизу станцій метрополітену доцільно розміщувати перехоплюючі велостоянки. Кількість місць визначається розрахунком: 0,1% від користувачів станції, але не менше ніж 10 паркомісць. Відстань від перехоплюючої велостоянки до входу на станцію не повинна перевищувати 30 м, в стиснених умовах дозволяється розташовувати велосипедну стоянку на відстані до 100 м від входу на станцію.

Велосипед, як індивідуальний транспортний засіб пересування, доцільно використовувати в населених пунктах та на прилеглих до них територіях для регулярних транспортних поїздок від місць проживання (житлові райони, мікрорайони, квартали, малі міста та сільські населені пункти приміської зони) до місць призначення (райони масового скупчення, місць прикладання праці, торгові центри, учбові, спортивні та розважальні заклади, вокзали, станції, зупиночні пункти різних видів громадського транспорту), а також поїздок з рекреаційними, туристичними та прогулянковими цілями у місця, що розміщені у межах та за межами населених пунктів.

Основними шляхами пересування для велосипедистів в містах є:

А) велосипедна доріжка – ділянка з покриттям поза межами проїзної частини вулиці та/або дороги, розташована окремо чи суміжно з тротуаром або пішохідною доріжкою, що призначена для руху на велосипедах, інвалідних

колясках, немоторизованих засобах пересування і позначена відповідними дорожніми знаками та дорожньою розміткою;

Б) велосипедна смуга – смуга, призначена для руху велосипедистів в межах проїзної частини вулиці та/або дороги, яка виділена за допомогою дорожньої розмітки або конструктивно. Вибір форми організації велосипедного руху залежить від категорії вулиці чи дороги згідно з таблицею 1.1;

В) також по прикладу багатьох європейських міст виділяється окрема спільна автобусно-велосипедна смуга. На вулицях без спеціальної велосипедної інфраструктури узбіччя автобусних смуг часто приваблюють велосипедний рух, що спонукає деякі міста дозволити велосипеди на автобусних смугах.

Схема трасування велосипедних маршрутів може розроблятися як окрема робота або у складі комплексної схеми транспорту чи організації дорожнього руху міста. Уздовж магістральних вулиць загальноміського та районного значення, житлових вулиць, а також за межами населених пунктів слід передбачати велодоріжки або велосипедні смуги. На міських вулицях та дорогах місцевого значення, селищних та сільських вулицях і дорогах допускається змішаний пішохідно-велосипедний або автомобільно-велосипедний рух.

Таблиця 1.1

Форми організації велосипедного руху

Категорія вулиці		Форма організації велосипедного руху			
		Велоси- педна доріжк а	Велосипедн а смуга	Вело- пішохідн а доріжка	Змішани й рух на проїзній частині
Магістральні дороги		X			
Магістральні вулиці загальноміськог	Безперервног о руху	X		X	
	Регульованог	X	X	X	

о значення	о руху				
Магістральні вулиці районного значення	Регульованог о руху	X	X		
Вулиці і дороги місцевого значення	Житлові вулиці	X	X		X
	Вулиці та дороги в науково-виробничих, промислових і комунально-складських зонах		X		X
	Пішохідні вулиці	X		X	
	Проїзди	X			X
Примітка. Спільна велосипедно-пішохідна доріжка влаштовується за сумарної інтенсивності руху не більше ніж 75 од./год.					

Велосипедні смуги проектується лише для одностороннього руху. Велосипедні доріжки слід влаштовувати переважно односторонніми з обох боків вулиці. За наявності забудови з одного боку вулиці слід влаштовувати велосипедну доріжку двостороннього руху на забудованій стороні. За наявності велосипедного руху на вулицях з одностороннім рухом його слід передбачати в обох напрямках, у тому числі з використанням зустрічної велосипедної смуги.

У межах ландшафтно-рекреаційних територій (парки та лісопарки), а також вздовж водойм та залізниць велосипедні та велосипедно-пішохідні

доріжки передбачаються переважно з двостороннім рухом. При цьому слід передбачати заходи з розділення потоків велосипедистів та пішоходів.

Конструктивні параметри велосипедних смуг та доріжок визначаються з урахуванням інтенсивності руху велосипедистів, автомобілів, вантажного транспорту, пішоходів, а також ширини проїзної частини та ширини бокового простору (газонів, тротуарів, технічних тротуарів, зелених зон). Дані про їх ширину наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2.

Мінімальна ширина велосипедних смуг та доріжок

Форма організації велосипедного руху	Мінімальна ширина, м	
	Нове будівництво	Реконструкція
Велосипедна смуга	1,85	1,5
Велосипедна доріжка з одностороннім рухом	1,85	1,5
Велосипедна доріжка з двостороннім рухом з обох боків вулиці	2,5	2,0
Велосипедна доріжка з двостороннім рухом з одного боку вулиці	3,0	2,5
Спільна велосипедно-пішохідна доріжка	3,0	2,5

Радіуси і гальмівні шляхи велотранспорту, а також максимальна довжина ділянок на підйомах при влаштуванні пандусів визначаються відповідно до вимог ДБН В.2.3-5:2018 «Вулиці та дороги населених пунктів» [19].

Значення показників та основні розрахункові параметри велосипедних доріжок для населених пунктів слід визначати відповідно до таблиці 1.3.

Таблиця 1.3.

Основні розрахункові параметри велосипедних доріжок для населених пунктів

Розрахунок швидкості, км/год	Мінімальні радіуси кривої у плані, м		Мінімальний радіус випуклої кривої, м	Мінімальний радіус увігнутої кривої, м	Найбільший поздовжній похил, %	Гальмівний шлях на мокрій поверхні, м
	асфальт/бетон	щебеневі/гравітні покриття				
20	10	15	40	25	40	15
30	20	35	80	50		25
40	30	70	150	100		40
Швидкість 40 км/год застосовується при розрахунку руху на спусках.						

В умовах забудови, що історично склалася, поздовжній похил велосипедних доріжок може бути збільшений до 60%, а в умовах горбистої та гірської місцевості – до 100%. На ділянках з поздовжнім похилом понад 60% необхідно уникати двосторонніх велосипедних доріжок та передбачати розширення односторонніх велосипедних смуг та доріжок на 0,5м. На ділянках спусків з поздовжнім похилом понад 60% рекомендовано використовувати велосипедні смуги, на ділянках підйомів – велосипедні або велосипедно-пішохідні доріжки. У приміських зонах велосипедні доріжки влаштовують вздовж автомобільних доріг.

За наявності на проїзній частині автомобільної стоянки велосипедну смугу влаштовують ліворуч від неї. При цьому між ними необхідно передбачати смугу безпеки шириною 0,75м (в обмежених умовах за паралельного паркування дозволяється звужувати ширину смуги безпеки до 0,5м). За паркування автомобілів під кутом до проїзної частини або перпендикулярного паркування доцільно влаштовувати велосипедні доріжки.

Поперечний похил велосипедних доріжок повинен становити від 15% до 25%. Стоянки для тимчасового короткочасного (до 1 год) та тривалого (кілька годин, цілий день або ніч) зберігання велосипедів розміром 2,0м x 0,6м кожний, відокремлені стояками (клямками) заввишки 0,75м і завдовжки 1,6м, влаштовують біля об'єктів масового відвідування, а також біля станцій метрополітену та зупинок приміських електропоїздів, на кінцевих зупинках та у вузлах пересадки з вуличного міського на приміський транспорт.

Постійне зберігання велосипедів може організовуватись поблизу місць проживання їх власників шляхом створення безпечних та зручних колективних місць зберігання [20].

1.3.2. Транспортно-пересадочні вузли

Транспортно-пересадочний вузол (ТПВ) – це елемент планувальної структури найкрупнішого, крупного або великого міста, що виконує функцію розподілу пасажиропотоків при здійсненні пересадки між різними видами зовнішнього та внутрішнього транспорту або між маршрутами одного або різних видів внутрішнього пасажирського транспорту. ТПВ повинен забезпечувати максимально комфортну та швидку пересадку пасажирів з одного виду транспорту на інший з дотриманням вимог щодо нормативної пішохідної доступності до зупиночних пунктів та інших елементів пересадочних вузлів.

В залежності від класу відповідного вузла, ТПВ слід розміщувати переважно в його периферійній зоні, або на підходах до центру міста в серединній зоні з метою обмеження в'їзду до центральної зони легкового індивідуального автотранспорту. Створювати такі ТПВ доцільно при в'їзді у місто, біля станцій метрополітену і зупинок громадського транспорту, в місцях перетину основних радіальних та кільцевих або хордових магістралей з організацією перехоплюючих авто та велостоянок.

Витрати часу на здійснення пересадок у ТПВ не повинні перевищувати 10 хвилин з урахуванням часу на очікування. Якщо дальність пішохідних підходів

перевищує нормативну, для скорочення витрат часу на пересадку слід передбачати використання локальних транспортних систем (ескалаторів, травелаторів).

На стадіях розроблення генерального плану та комплексної схеми розвитку маршрутного пасажирського транспорту слід передбачати принципові рішення щодо їх розміщення та формування взаємозв'язків між основними видами громадського міського та позаміського транспорту, маршрутними мережами різних видів пасажирського транспорту. При розробленні детального плану території слід складати планувальну схему організації руху транспорту, велосипедистів (за наявності у населеному пункті розробленої схеми велосипедного руху) та пішоходів при формуванні пересадок у великих транспортних вузлах, зонах загальноміських або районних громадських центрів тощо [20].

Висновки до 1 розділу

У результаті проведеного аналізу наявного стану велоінфраструктури в місті Житомирі та найближчих населених пунктах встановлено, що якісна та облаштована належним чином інфраструктура для велосипедів та мікромобільних транспортних засобів відсутня та потребує активного розвитку. Топологічні умови для її створення є прийнятними на більшій території міста та приміських районів.

Відсутність розвинених транспортних вузлів, що сполучають велотранспортні потоки та консолідованих рішень щодо організації прокатних пунктів і сервісних центрів у форматі транспортно-пересадочного хабу засвідчує потребу комплексної розробки транспортної мережі з урахуванням досвіду розвинених європейських країн. Кількість прокатних пунктів, центрів сервісного обслуговування велосипедів та якісно і безпечно облаштованих велопарковок, місця їх розташування потребують розширення та узгодження з існуючою транспортною інфраструктурою міста. Проведений аналіз засвідчує потребу у реалізації завдань, визначених в Національній транспортній стратегії України до 2030 року в місті Житомирі та приміських територіях.

РОЗДІЛ 2

Обґрунтування та проектування веломаршрутів

2.1. Вибір місця розташування пересадочного хабу

У системі міського пасажирського транспорту великого міста, особливо при наявності декількох видів транспорту загального користування, організація пересадки пасажирів багато в чому визначає ефективність всієї транспортної системи. Для вирішення цієї проблеми створюються транспортно-пересадочні вузли, основна мета яких - мінімізація часу пересадки та забезпечення умов підвищеного комфорту.

Транспортно-пересадочний вузол – вузловий елемент планувальної структури міста транспортно-громадського призначення, в якому здійснюється пересадка пасажирів між різними видами міського пасажирського та зовнішнього транспорту або між різними лініями одного виду транспорту, а також попутне обслуговування пасажирів об'єктами культурно-побутового обслуговування. Транспортно-пересадочний вузол є важливим елементом транспортної інфраструктури міста, який забезпечує міжвидову взаємодію різних систем пасажирського транспорту та взаємодію з індивідуальним транспортом [21]. На рис. 2.1 зображено транспортно-пересадочний вузол в місті Ессен, Німеччина.



Рис. 2.1. Транспортно-пересадочний вузол, Ессен, Німеччина

Пересадочний хаб – це транспортно-пересадочний вузол з розширеним спектром послуг для максимального комфорту пасажирів. У нашому проекті ми робимо акцент на взаємодію велосипедного транспорту та інших засобів мікромобільності і громадського пасажирського транспорту, тому набір послуг має відповідати зручності і комфорту, в першу чергу, цій категорії пасажирів, а саме:

- платне та безплатне зберігання велосипедів, електросамокатів та інших засобів мікромобільності;
- цілодобова охорона велосипедів та система відеоспостереження;
- наявність магазину-майстерні з ремонту велосипедів, електросамокатів та продажу аксесуарів;
- точка прокату велосипедів;
- наявність продуктового магазину, кафе та аптеки;
- наявність скверу на вулиці, затінку та місць для очікування транспорту на вулиці;
- інтернет-зона;
- комфортні зупинки;
- камери схову;
- зона відпочинку та можливість прийняти душ;
- туалет.

Варіанти пересадочного хабу у Великій Британії наведено на рис. 2.2 та 2.3.



Рис.2.2. Пересадочний хаб з закритою парковкою для велосипедів, Велика Британія



Рис.2.3. Пересадочний хаб з закритою парковкою для велосипедів та камерами схову, Британія

Пересування на велосипеді до пересадочного вузла часто є найбільш зручним і швидким способом, а при наявності велоінфраструктури – і безпечним. Тому велосипед – ідеальний варіант для нетривалих поїздок без заторів.

У нашій роботі ми орієнтувалися на найближчі населені пункти так, щоб маршрут не перевищував 10 км по велосипедній доріжці, а тривалість поїздки

при середній швидкості 15-17 км/год не перевищувала 40-43 хвилини. З огляду на таку умову, ми визначили наступні села: Станишівка, Новогуйвинське, Скоморохи, Піски, Млинище та Лука, при чому села Млинище і Лука між собою практично зрослись, тому виїзд на велосипедну доріжку, на нашу думку, доречно зробити через село Млинище.

Для побудови пересадочного хабу в Житомирі найбільш оптимальним місцем, на нашу думку, є район Смолянської площі, тому що

- по-перше, це найкоротший і найзручніший шлях в місто із зазначених вище населених пунктів;

- по-друге, по вулиці Івана Гонти від виїзду на неї до Смолянки ширина проїжджої частини та тротуарів дозволяють побудувати там велосипедну доріжку, що підвищує безпеку велосипедистів;

- по-третє, Смолянська площа знаходиться в низині і виїзд в обидва боки вимагає великих фізичних затрат, а відсутність там велоінфраструктури при великій інтенсивності руху моторизованого транспорту робить пересування там небезпечним;

- по-четверте, виходячи з наявної схеми пасажирських маршрутів, саме зі Смолянської площі можна дістатися в будь-який район міста Житомира;

- по-п'яте, біля зупинки громадського транспорту Смолянської площі є достатньо вільної території, що дозволить і побудувати там сучасний транспортно-пересадочний вузол, і покращити ландшафт міста.

Розташування Смолянської площі на мапі міста Житомира показано на рис. 2.4.

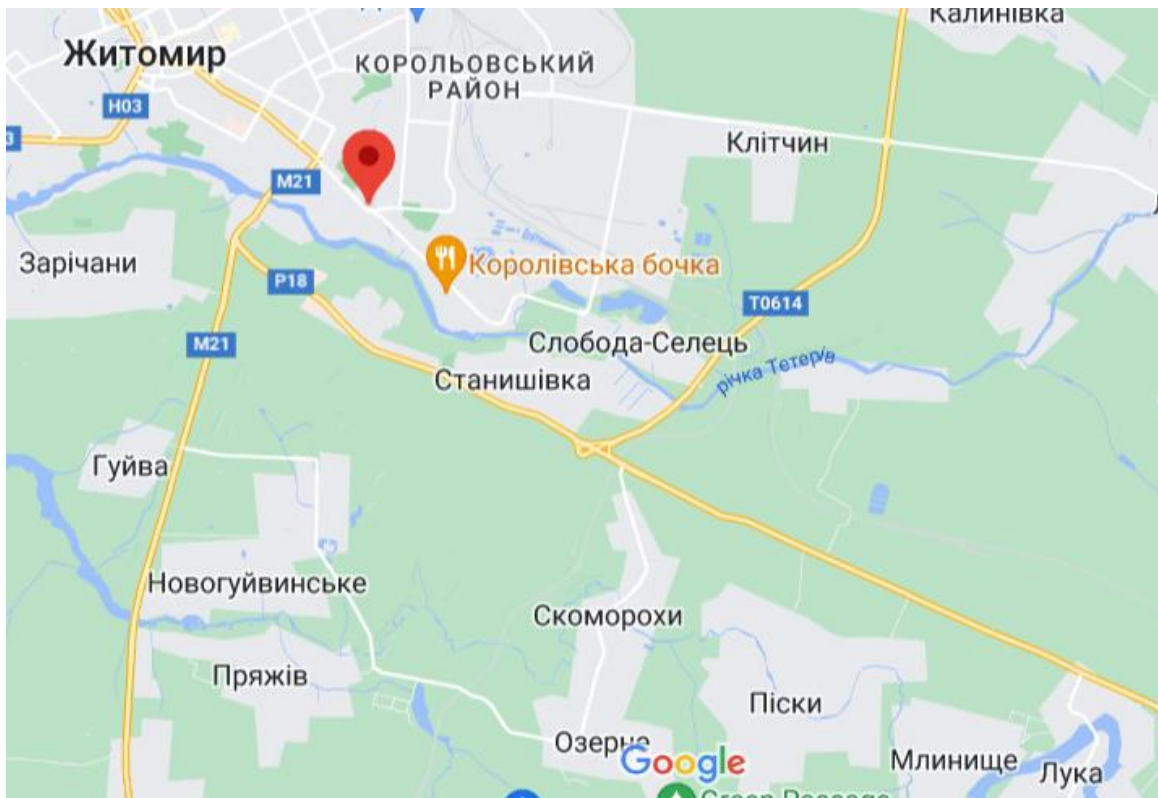


Рис. 2.4. Місцезнаходження Смолянської площі на мапі

На рис. 2.5 зображено Смолянську площу станом на жовтень 2022 року.



Рис. 2.5. Смолянська площа, Житомир

Так, відстань від села Новогуївинське до Смолянської площі по велосипедній доріжці за нашими розрахунками становитиме 7 км, від Млинища(Луки) до Смолянської площі – 9 км., що показано на рисунках 2.6 та 2.7.

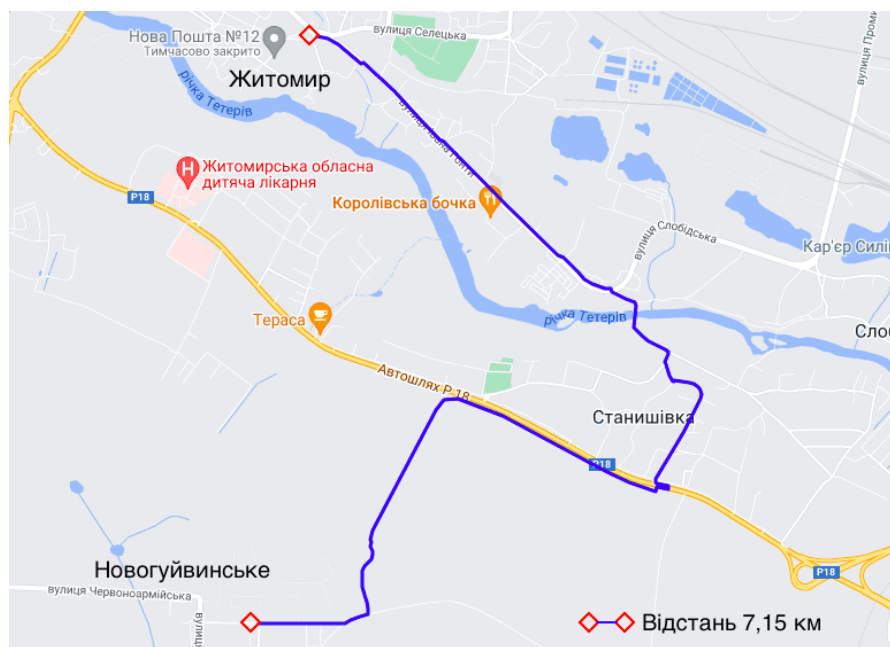


Рис. 2.6. Схема велосипедного маршруту від Новогуївинського до Смолянської площі

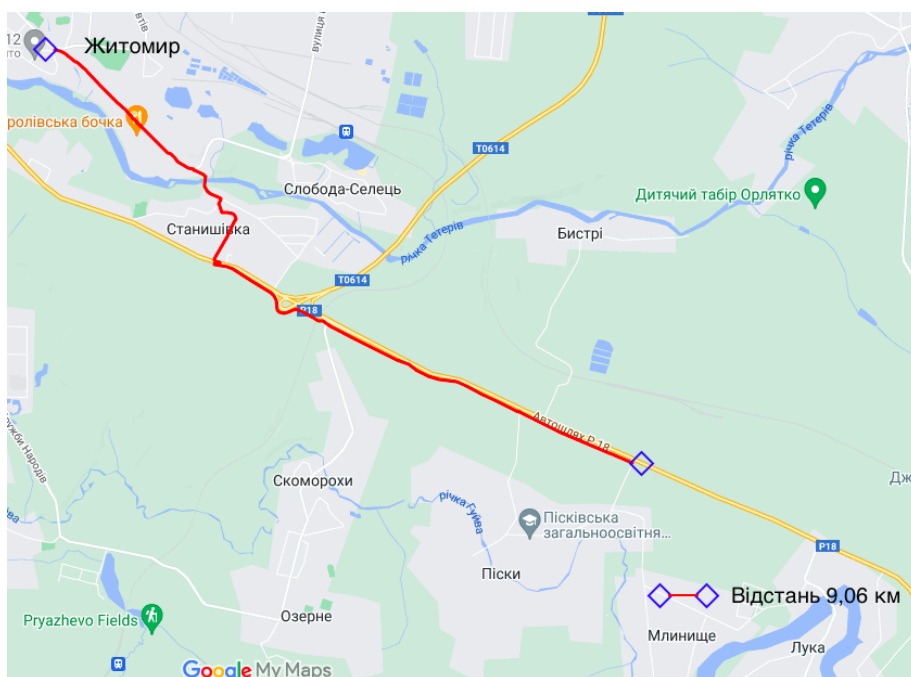


Рис. 2.7. Схема велосипедного маршруту від села Млинище(Лука) до Смолянської площі

46

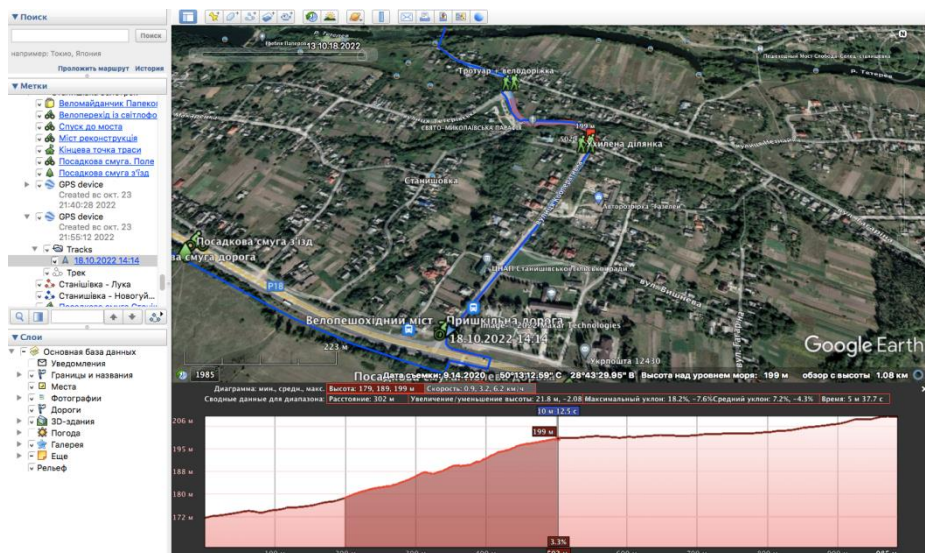


Рис.2.9. Відрізок маршруту, який рекомендовано подолати пішки, село Станишівка

Далі маршрут повертатиме праворуч до магазину, а потім ліворуч до мосту через річку Тетерів, який потрібно облаштувати, бо в даний час він перебуває в досить аварійному стані. Після виїзду на вулицю Слобідську поворот ліворуч і далі по прямій по вулиці Івана Гонти до Смолянської площі.

Смолянська площа знаходиться в центрі перетинання 3 мікрорайонів міста – мікрорайону Паперової фабрики, Польового майдану та Путятинського, на так званому великому кільці міста Житомира (по маршруту тролейбуса №1), тому є частиною розгалуженої мережі громадського транспорту. Детальніше місце розташування зображено на рис. 2.10.

Через Смолянську площу курсують наступні тролейбуси:

- 1 (Вокзал-Смолянка-Вокзал) – кільце;
- 2 (Богунія-Вокзал-Смолянка-Богунія),
- 3 (Богунія-Смолянка-Вокзал-Богунія),
- 15 (Гідропарк-Вокзал-Смолянка-Гідропарк),
- 15А (Гідропарк-Смолянка-Вокзал-Гідропарк), що показано на рис 2.11[22].

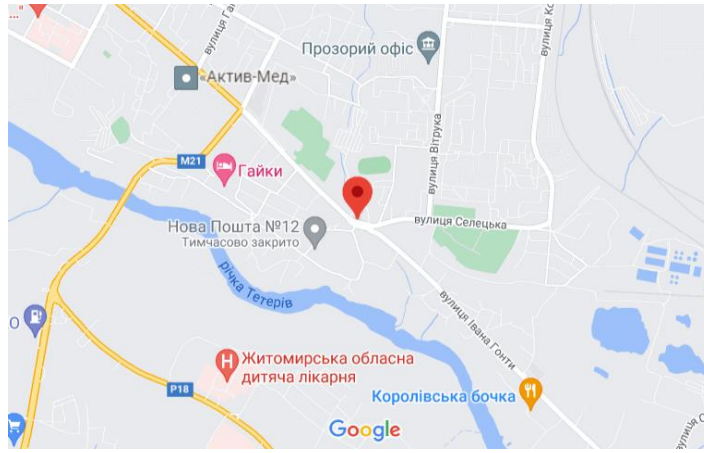


Рис. 2.10. Місце розташування Смолянської площі на межі 3 мікрорайонів міста Житомира

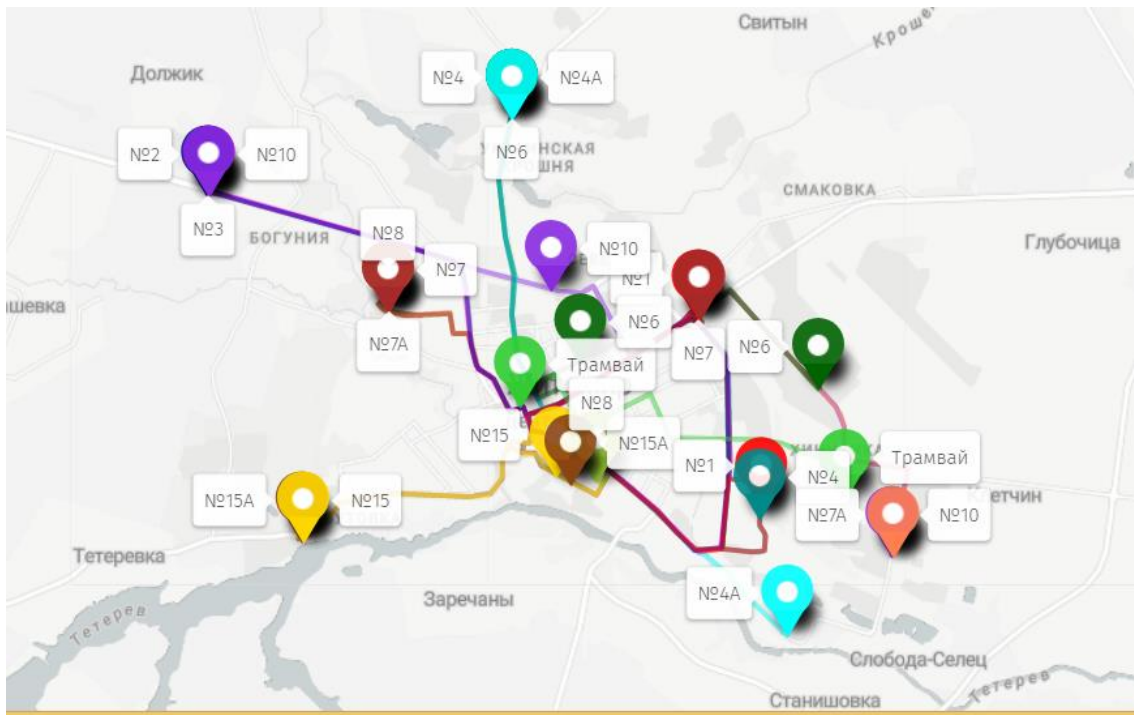


Рис. 2.11. Схема маршрутів електротранспорту м.Житомир

Через Смолянську площу проходять маршрути таких автобусів:

№ 1 «Малікова – Космонавтів», який курсує по Великій Бердичівській та вулиці Перемоги.

№ 8 «Труда – Параджанова», маршрут якого проходить Покровською вулицею через центр, Смолянку до Параджанова.

№ 10 «Крошня – Паперова фабрика» через залізничний та автовокзали.

№ 23 «Богунія – Комбінат силікатних виробів - Слобода-Селець» по Великій Бердичівській, Перемоги та проспекту Миру.

№ 44 «Міське кладовища – Бориса Тена», маршрут якого проходить від «Метро» через Смолянську площу, Велику Бердичівську вулицю, Леа Качинського та Гідропарк.

Схема руху міських автобусів показана на рис. 2.12[22].

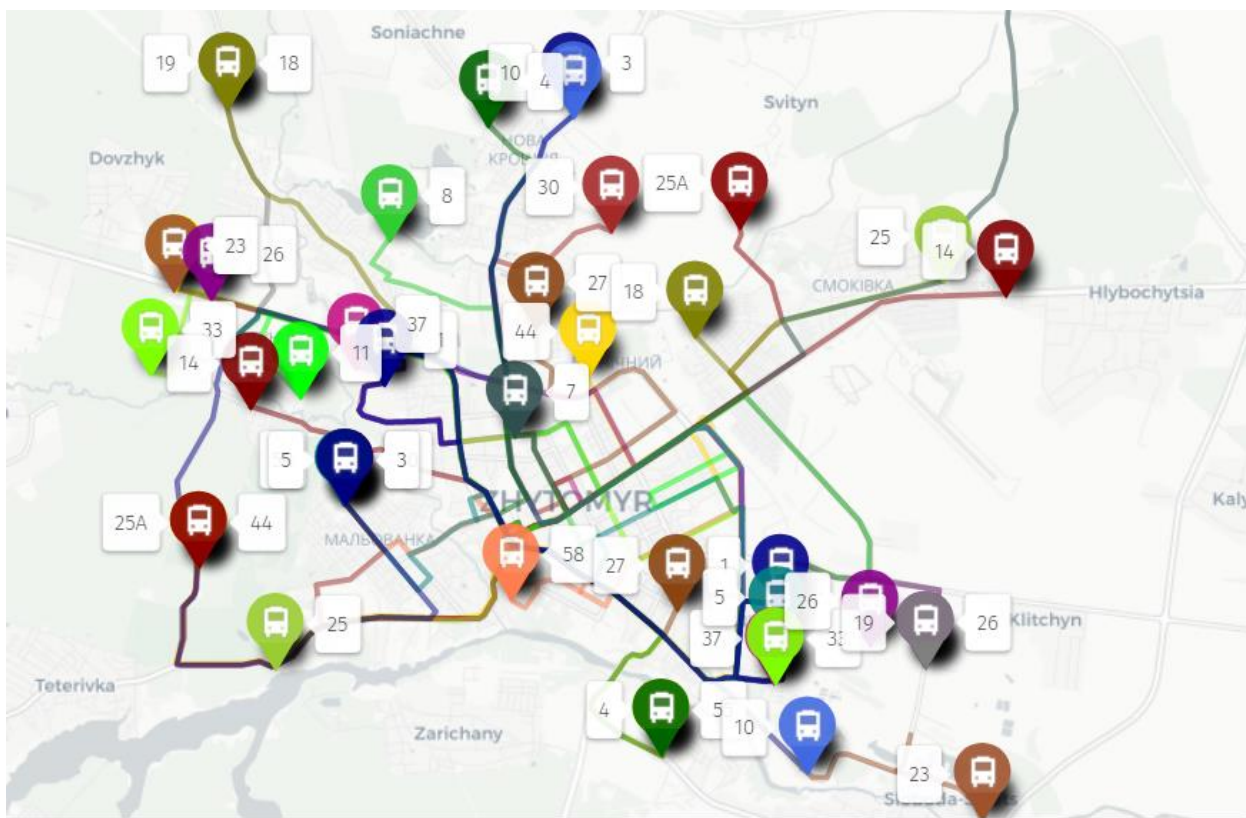


Рис. 2.12. Міська автобусна мережа м.Житомир (з 2 жовтня 2021р.)

Таким чином, пасажирів, яким потрібно доїхати до району Крошні, підійде автобус №10. На Богунію курсують тролейбуси №2, 3 та автобус №23. До Гідропарка можна доїхати тролейбусами №15 та 15(А), а також автобусом №44. Отже, Смолянська площа чудово підходить для розташування там пересадочного хабу.

2.2. Моделювання окремих ділянок запропонованої веломережі

Основними вимогами до запропонованої веломережі є її безпека та комфортність користування. Проте вздовж запропонованої траси є кілька місць із підвищеною небезпекою, а також місце де ухил дорожнього полотна створює певні труднощі із подоланням даної ділянки.

Для більш детального розгляду зазначених ділянок маршруту, а також для перевірки впливу впровадження запропонованих рішень на рух автотранспорту вздовж маршруту, у програмному середовищі PTV Vissim було створено модель, яка враховує запропоновані рішення щодо організації велоруку на зазначених напрямках.

Вихідними даними для створення моделі слугували результати обстеження пасажиропотоків 2018 року, результати проведеного при виконанні магістерської роботи анкетування користувачів приміських маршрутів громадського транспорту, а також дані дослідження інтенсивності транспортних потоків на зазначених ділянках зібрані під час навчання.

2.2.1. Результати обстеження пасажиропотоків

У 2018 році за участі Державного університету «Житомирська політехніка» на замовлення управління транспорту та зв'язку Житомирської міської ради, було проведено обстеження пасажиропотоків на міських та приміських маршрутах громадського транспорту. За результатами даних обстежень встановлено, що середній пасажиропотік з с. Станишівка у напрямку м. Житомир складає 315 осіб на добу. Середній пасажиропотік з смт Новогуївенське у напрямку м. Житомир складає 145 осіб на добу. Враховуючи населення сіл Піски, Скоморохи, Лука та Млинище можна припустити, що з цих сіл у напрямку м. Житомира, пасажиропотік складає приблизно 120 осіб на добу. Таким чином, загальний пасажиропотік на зазначених напрямках складає приблизно 580 осіб на добу. При цьому, на усіх вказаних напрямках спостерігається чітко виражене ранкове пікове навантаження, що призводить до

суттєвого перевантаження транспортних засобів, що працюють на маршрутах на вказаних напрямках.

Основними користувачами приміських маршрутів громадського транспорту на цих напрямках є люди трьох вікових категорій (рис. 2.13):

1. 14 – 22 роки (приблизно 32%) – учні та студенти навчальних закладів різних рівнів;

2. 23 – 50 років (приблизно 45%) – люди, що працюють на підприємствах, організаціях та установах, які знаходяться у Житомирі;

3. Старше 50 років (приблизно 18%) – люди, що здійснюють регулярні подорожі у Житомир з метою продажу та купівлі товарів на ринках.

Ще 5% складають люди, що користуються послугами громадського транспорту не регулярно.

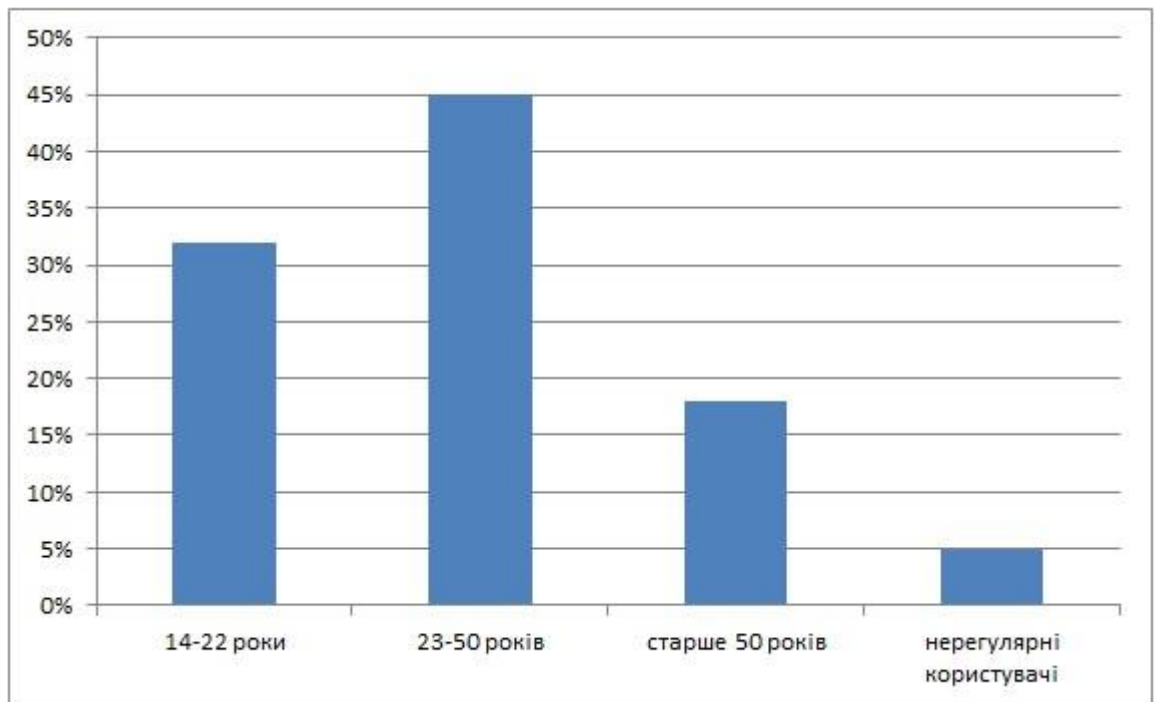


Рис. 2.13. Розподіл користувачів приміськими маршрутами за віковими категоріями

2.2.2. Результати анкетування користувачів приміських маршрутів

Для виявлення можливого попиту на користування велотранспортом, нами було проведено опитування користувачів приміських маршрутів громадського транспорту на зазначених напрямках. Опитування проводилось на зупинках у смт. Новогуївенське та с. Станишівка. Усього було опитано 135 осіб. Респонденти обирались таким чином, щоб охопити усі вікові категорії користувачів пропорційно до наведеного на рис. 2.13 розподілу. Усім респондентам задавалося одне питання: «Чи погодилися б Ви змінити громадський транспорт на велосипед за умови створення безпечної інфраструктури та зручної пересадки на міський громадський транспорт?»

Результати опитування показали, що майже 60% респондентів вікової категорії 14 – 22 роки згодні змінити громадський транспорт на велосипед. Приблизно 15% респондентів вікової категорії 23 – 50 років також згодні пересісти на велосипеди. І лише 5% відсотків респондентів вікової категорії старше 50 років дали згоду змінити пересування громадським транспортом на велотранспорт. На рис. 2.14 представлено результати опитування.

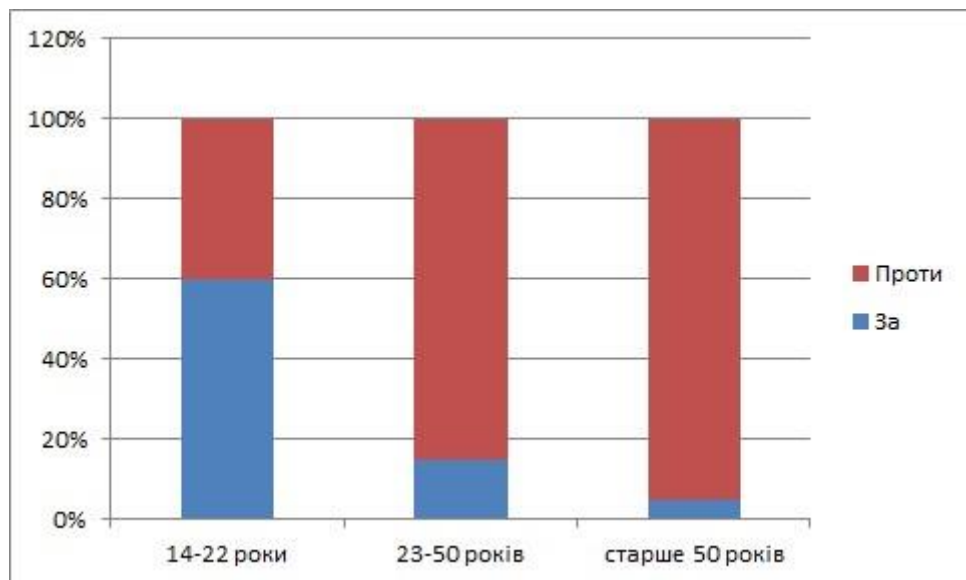


Рис. 2.14. Результати опитування користувачів приміських маршрутів громадського транспорту

Таким чином, за результатами проведеного опитування, можна зробити висновок, що майже 27% усіх користувачів приміських маршрутів

громадського транспорту на вказаних напрямках готові змінити громадський транспорт на велосипед за умови створення безпечної велоінфраструктури та зручної пересадки на міський громадський транспорт. З урахуванням добових пасажиропотоків за вказаними напрямками маємо попит на велотранспорт приблизно 155 осіб на добу.

Такі результати дають можливість не лише говорити про необхідність впровадження запропонованих рішень, а й про те, що ці рішення дозволять суттєво розвантажити громадський транспорт та підвищити якість обслуговування пасажирів.

2.2.3. Загальний опис PTV Vissim та процесу створення моделі

PTV Vissim - це мікроскопічний мультимодальний програмний пакет моделювання потоку, розроблений Автором PTV Planung Transport Verkehr AG у Карлсруе, Німеччина. Назва походить від "Verkehr In Städten - SIMulationsmodell" (німецькою "Рух у містах - імітаційна модель"). PTV Vissim був уперше розроблений у 1992 році і сьогодні є світовим лідером на ринку.

Сфера застосування варіюється від різних питань інженерії трафіку (транспортної інженерії, планування транспортування, синхронізації сигналів): громадський транспорт, містобудування через протипожежний захист (моделювання евакуації) до 3D візуалізації (комп'ютерна анімація, архітектурна анімація) в ілюстративних цілях. Приклади моделей, створених у Vissim представлено на рис. 2.15.



Рис. 2.15. Приклади застосування Vissim

PTV Vissim є частиною PTV Vision Traffic Suite, який також включає PTV Visum (аналіз та прогнозування трафіку) та PTV Vistro (оптимізація сигналів та вплив трафіку).

Базова модель трафіку, що визначає рух транспортних засобів, була розроблена Райнером Відеманном у 1974 році в Університеті Карлсруе. Це модель для прямування за автомобілем, яка враховує фізичні та психологічні аспекти водіїв.

Модель, що лежить в основі динаміки пішоходів, - це модель соціальної сили, розроблена Діркком Хелбінгом та ін. у 1995 р.

«Мікроскопічне моделювання», іноді зване мікросимуляцією, означає, що кожен об'єкт (автомобіль, поїзд, людина) реальності моделюється індивідуально, тобто відповідною сутністю у моделюванні, тим самим враховуючи всі відповідні властивості. Те саме і для взаємодій між сутностями.

Протилежним йому було б "макроскопічне моделювання", в якому опис реальності зміщується з окремих осіб на "усереднені" змінні, такі як потік та щільність.

У Vissim можна моделювати та взаємодіяти між собою такі типи трафіку:

- Транспортні засоби (легкові автомобілі, автобуси та вантажівки);
- Громадський транспорт (трамваї, автобуси);
- Велосипеди (велосипеди, мотоцикли);
- Пішоходи.

У Vissim автомобіль та точки конфлікту можуть бути змодельовані за допомогою правил пріоритету, конфліктних областей або сигнальних заголовків.

Сигнали можуть бути змодельовані з фіксованими тимчасовими планами, або для моделювання сигналів на запит доступні різні модулі, такі як VAP (програмування з використанням транспортного засобу) та інші типи керування та координації.

2.2.4. Особливості маршруту та перевірка впливу запропонованих рішень на інтенсивність транспортних потоків вздовж маршруту

Як було зазначено вище, основними вимогами до запропонованого веломаршруту є його безпека та комфортність. Більша частина маршруту проходить вздовж траси Житомир – Сквир, тому для організації безпеки користувачів велотранспорту пропонується на цих ділянках прокласти маршрут відокремлено від траси (рис. 2.16).



Рис. 2.17. Розташування велотраси відносно автодороги

Щоб мінімізувати кількість перетинів вело маршруту з автомобільною дорогою, пропонується організувати рух в обох напрямках велотрасою з одного боку від автомобільної дороги. Крім того, така організація руху велотрасою дозволить звести до мінімуму її вплив на інтенсивність руху автомобільною дорогою. У такому випадку, як показано на рис. 2.17, залишається одне небезпечне місце – з’їзд у с. Станишівка. Для організації безпечного перетину з автодорогою на цій ділянці, пропонується зробити наземний перехід.

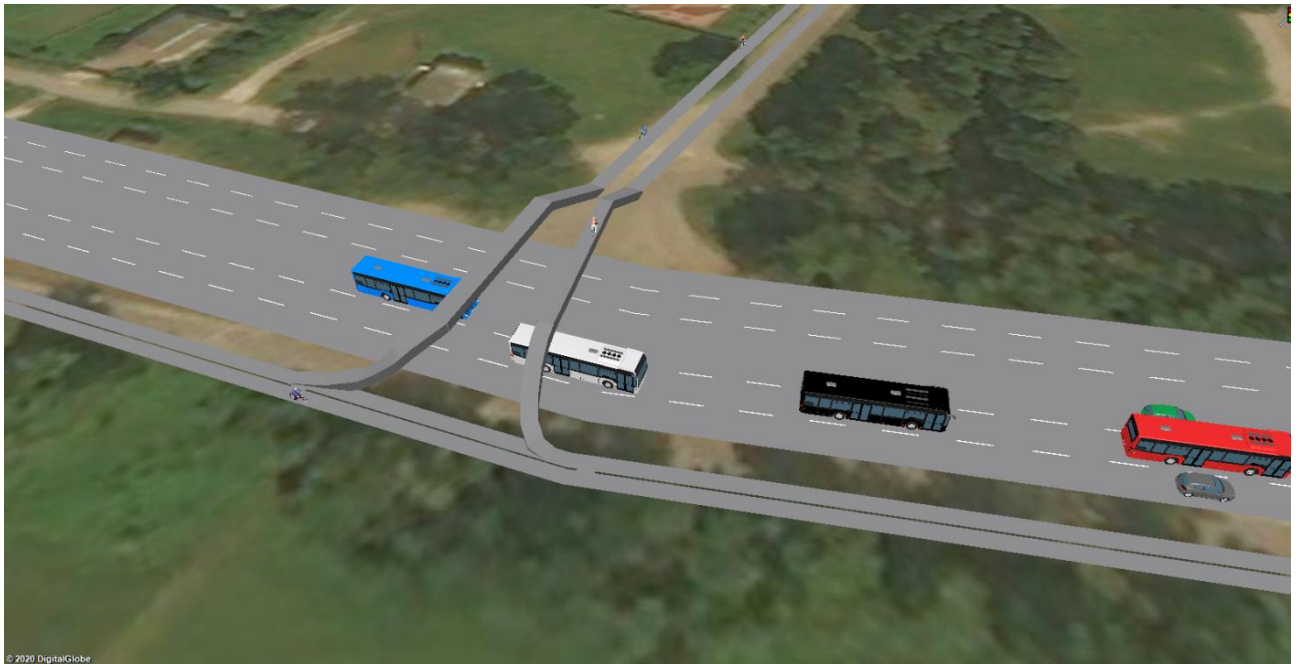


Рис. 2.17. Організація надземного переходу

Складною, з точки зору комфорту користування є ділянка з'їзду до мосту через р. Тетерів. Складність полягає у тому, що на цій ділянці присутній суттєвий ухил дорожнього покриття (рис. 2.18). Тут пропонується або транспортування велосипедів у руках, або, у майбутньому, організація велопідйомника.



Рис. 2.18. З'їзд до мосту через р. Тетерів

Насамкінець, небезпеку представляє ділянка, що проходить через місто по вулиці Івана Гонти (рис. 2.19). Дана ділянка характеризується високою інтенсивністю руху вантажного і легкового транспорту. Проте на більшій частині даної ділянки є можливість організації окремої велодоріжки. Хоча це не робить її повністю безпечною. Тому рекомендується підсилення контролю за дотриманням правил дорожнього руху вздовж даної ділянки веломаршруту.



Рис. 2.19. Виїзд на вул.. Івана Гонти

Таким чином, запропонована велотраса є безпечною майже по всій своїй протяжності, а вдала організація руху велотрасою практично не впливає на рух автотранспорту трасою Житомир – Сквир, що підтверджується результатами моделювання. Проте, є незначний вплив на рух вулицею Івана Гонти. Але на цій ділянці пропонується підвищення контролю за дотриманням правил дорожнього руху та, можливо, впровадження додаткових організаційних заходів щодо руху автотранспорту.

Висновки до 2 розділу

Організація транспортно-пересадочного хабу на зупинці громадського транспорту «Смолянська площа» відповідає потребам даної частини міста та

найближчих визначених територіальних громад, обумовленим кількістю потенційних користувачів та сучасним тенденціям розвитку транспортних мереж міст. Було обгрунтовано вибір місця розташування транспортного хабу з урахуванням відстані від визначених населених пунктів, досліджено і визначено оптимальні маршрути для побудови велосипедної інфраструктури, проаналізовано мережу електричного та автобусного транспорту в місті Житомирі, обгрунтовано вибір програмного засобу моделювання та симуляції дорожньо-транспортних ситуацій та проведено моделювання ділянок транспортних маршрутів з підвищеною небезпекою та ускладненими умовами руху.

В населених пунктах Станишівка та Новоуївинське було проведено анкетування щодо кількості бажаючих змінити громадський транспорт на велосипедний за умови побудови безпечної вело інфраструктури. Отримані дані засвідчують, що 27% респондентів готові пересісти з моторизованого транспорту на велосипед.

Запропоновано організаційно-технічні рішення щодо поліпшення існуючої дорожньої інфраструктури для використання велосипедним транспортом.

РОЗДІЛ 3

ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

В силу свого розташування та багатих рекреаційних природних ресурсів, Житомир потребує впровадження розвиненої та розгалуженої велоінфраструктури. Це доводять і проведені дослідження попиту на велотранспорт в приміській зоні. Через активну розбудову приміських містечок та пов'язане з цим збільшення кількості приватного автотранспорту у Житомирі спостерігається ускладнений рух на в'їздах у місто у ранкові години пік. Це суттєво ускладнює людям шлях з дому на роботу. В цьому випадку впровадження розвиненої велоінфраструктури дозволить покращити ситуацію, оскільки значний відсоток мешканців готові змінити автотранспорт на велосипед.

Для забезпечення якісного руху наявних велосипедистів, а також для заохочення потенційних, Житомир має провести низку заходів, які спрямовані на збільшення частки велоруху у загальному розподілі поїздки за способом пересування. Заходи пріоритету велосипедного руху спрямовані на досягнення таких цілей:

1. Створення безпечних і комфортних умов для руху велосипедистів;
2. Підвищення привабливості велосипедного транспорту;
3. Створення умов для безпечного зберігання велосипедів;
4. Підвищення безпеки учасників дорожнього руху, а саме пішоходів, велосипедистів та користувачів засобів мікромобільності.

Система міського велопрокату є хорошою альтернативою для пересування на невеликі відстані мешканцями та відвідувачами Житомира. Ця система є зручною для тих, хто не має місця зберігати власний велосипед вдома. Наприклад, студенти Університету ім. Івана Франка можуть дістатися від гуртожитку, який розташований в мікрорайоні Польова площа, до місця навчання велосипедом за 10-15 хв., в той час як громадським транспортом – за 20-25 хв., а пішки – майже за 30 хв. Окрім того, система міського велопрокату зможе підсилити пріоритет зовнішнього сполучення міста. Дістатися майдану

Соборного від так званих «воріт міста», Залізничного вокзалу, або від Автостанції можна буде за 20 та 15 хвилин відповідно. Використання міського велопрокату дозволить розвантажити громадський транспорт і вулично-дорожню мережу загалом.

З метою популяризації молодіжного та дитячого велоспорту, здорового способу життя серед молоді, подальшого розвитку велосипедного руху та поліпшення якості життя, а також задля підвищення туристичної привабливості міста, має бути створена спортивна велосипедна інфраструктура для всіх вікових категорій. Одним із заходів створення спортивної велоінфраструктури у місті Житомир є створення рельєфного велосипедного треку для всіх видів колісних (велосипед, самокат, ролики та біговели) на Майдані Згоди. Передбачається, що реалізація даного заходу сприятиме промоції здорового та активного стилю життя серед підлітків, а також дорослих. Разом зі створенням спортивної велосипедної інфраструктури необхідно створювати й навчальну базу для дітей, тренувальні майданчики, де будуть проводитись навчання. Навчальною базою можуть виступати велосипедні школи.

Велосипед як вид транспорту щодня набуває все більшої популярності, оскільки є найшвидшим видом транспорту для поїздок на відстань, меншу ніж 3 км. Це і економія часу, і зменшення заторів на дорогах і фізичне здоров'я. Популяризація велосипеда як міського транспорту вимагає створення та розвитку комфортної і безпечної велоінфраструктури, яка є невід'ємною складовою сучасного міста.

Закордонний досвід показує, що інтеграція громадського транспорту в єдину систему дозволяє покращити якість надання транспортних послуг та підвищити їх комфорт. Метою транспортної системи має бути надання послуг користувачам у найзручніший і найефективніший спосіб. Інтеграція всіх послуг і видів транспорту міста або регіону в єдину систему дозволяє досягти привабливості та зручності транспортної системи. Ключовими елементами інтегрованої системи є те, що вона:

- спланована відповідно до потреб користувача,

- дозволяє зручну та доступну пересадку між транспортними засобами і маршрутами через інтегровані транспортно-пересадкові вузли,
- має інтегровані тарифи та системи оплати,
- має інтегровану систему інформування пасажирів та послуг з планування поїздки,
- забезпечує координованість розкладів руху,
- включає в себе різні види транспорту: велосипедний, засоби мікромобільності, електричний та автобусний,
- надає інформацію про роботу системи у режимі реального часу.

Інтеграція громадського транспорту не означає монополізацію транспорту. Це створення так званого транспортного об'єднання на рівні міста чи регіону, який гарантує однаково високий рівень надання транспортних послуг, у той час, як індивідуальні перевізники можуть продовжувати мати свій незалежний статус.

Інтегрована система управління громадським транспортом у Житомирі означає, що місто визначить єдині вимоги до якості послуг громадського транспорту, буде спроможне здійснювати моніторинг і координацію експлуатації транспорту, оптимізувати мережу громадського транспорту з метою покращення транспортних послуг та операційної ефективності і т.п.

Якісна та зрозуміла велосипедна інфраструктура допомагає велосипедистам почуватися більш впевнено та більш комфортно, пересуваючись по вулично-дорожній мережі. Якщо жінки та діти відчувають досить безпечно, щоб їздити велосипедом в місті, то можна стверджувати, що це місто є дружнім до велоруку. Якщо велосипедисти задоволені своєю поїздкою, то вони виберуть цей же спосіб пересування знову.

Одним із варіантів організації інтегрованої транспортної системи у місті Житомирі може бути організація запропонованого веломаршруту разом із пересадочним велохабом. Це дозволить покращити сполучення приміських територій із містом та розвантажити транспортну мережу в години пік.

Висновки до 3 розділу

Сформульовано рекомендації з урахуванням закордонного досвіду та вимог нормативних документів щодо організації визначених веломаршрутів.

Визначено заходи пріоритету велосипедного руху, спрямовані на створення безпечних і комфортних умов для руху велосипедистів; підвищення привабливості велосипедного транспорту; створення умов для безпечного зберігання велосипедів; та підвищення безпеки учасників дорожнього руху, а саме пішоходів, велосипедистів та користувачів засобів мікромобільності.

Показано, що створення інтегрованих транспортних систем є актуальним і перспективним, оскільки такий підхід може вирішити значну кількість існуючих транспортних проблем шляхом оптимізації використання наявних транспортних мереж.

ВИСНОВКИ

1. В роботі вирішується задача покращення транспортного сполучення приміських територій з містом шляхом впровадження відповідної безпечної та комфортної велоінфраструктури.
2. Проаналізовано наявну міську і приміську велоінфраструктуру. Показано, що її рівень не відповідає сучасним потребам і вимогам. Проаналізовано відчизняний і закордонний досвід впровадження велоінфраструктури і транспортні системи міст. Сформульовано основні вимоги до велоінфраструктури.
3. На основі результатів дослідження пасажиропотоків, проведених у 2018 році, а також проведеного анкетування користувачів приміського громадського транспорту встановлено, що близько 27% усіх користувачів приміського громадського транспорту готові змінити його на велотранспорт за умови впровадження безпечної велоінфраструктури та забезпечення комфортних умов пересадки на міський громадський транспорт.
4. Обґрунтовано місце розташування пересадочного велохабу. Показано, що Смолянська площа найкраще відповідає усім вимогам до пересадочних пунктів, оскільки із зупинок громадського транспорту, що розташовані там, можна без додаткових пересадок дістатися до усіх районів міста.
5. Запропоновані організаційні рішення щодо організації веломаршрутів для сполучення визначених приміських населених пунктів із велохабом. Маршрути прокладені там чином щоб забезпечити максимальну безпеку для велосипедистів та мінімального впливу на транспортні потоки доріг, вздовж яких проходять веломаршрути.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гераймович Людмила. Велосипед у місті: економічний ефект. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://mistosite.org.ua/uk/articles/velosyped-u-misti-ekonomichnyi-efekt>.
2. План сталої мобільності міста Житомир (проект). - Житомирська міська рада / Житомир, 2019. - 157 ст.
3. Феліпе Тарга, Джованні Заяс, Ірен Портабалес Гонсалес та Даміан Сен Мартен. Велосипеди та громадський транспорт: ідеальна пара [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://blogs.worldbank.org/transport/bicycles-and-public-transport-perfect-match>.
4. Розумний транспорт і логістика для міст: навчальний посібник / [авт. колектив: О.О. Лобашов, М.В. Ольхова, А.С. Галкін та ін.] – Житомир: «Житомирська політехніка», 2021. – 609 с.
5. ДБН Б.2.2-12:2019. Державні будівельні норми України. Планування та забудова територій. Держбуд України, 2019.
6. «Велоспорт факти і цифри», веб-сайт Амстердама. Архів оригіналу за 12 травня 2014 року.
7. Марк Вагенбурт. «Суворі відповідальність у Нідерландах». (21 лютого 2013) Веб-сайт BicycleDutch.
8. «Fietzersbond onderzoekt: helpt de helm? (Голландська спілка велосипедистів запитує: чи допомагає шолом?)». Голландський Fietzersbond (спілка велосипедистів). 27 лютого 2012.
9. «Не зрозумійте Fietsstraat неправильно». Блог так само легко, як їзда на велосипеді.
10. Вікіпедія. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: https://nl-m-wikipedia-org.translate.google/wiki/Fietsstraat?_x_tr_sl=nl&_x_tr_tl=uk&_x_tr_hl=uk&_x_tr_pto=sc.
11. Ми відкриваємо шлях. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.colas.co.uk>.
12. CD 195 - Проектування для велосипедного руху - DMRB.
13. «Проектування велосипедної інфраструктури (LTN 1/20)».

14. Лейпциг, як приклад велосипедизації міста. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://veliki.ua/ua/novosty-i-akcii/lejptsig-yak-priklad-velosipedizatsii-mista.html>.
15. Національна транспортна стратегія України до 2030 року від 30 травня 2018р. № 430-р Київ / [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-p#Text>.
16. Бондаренко Ірина. Потреба у розвитку велотранспорту та перешкоди до її реалізації у містах і регіонах України. Дослідження. Київ 2020. – 34ст.
17. У Житомирі з'явився прокат електросамокатів. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://zt.20minut.ua/Podii/u-zhitomiri-zyavivsvya-prokat-elektrosamokativ-11261526.html>.
18. У Житомирі запрацював прокат електросамокатів: комфортно, швидко та екологічно. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: https://www.zhitomir.info/news_199816.html.
19. ДБН В.2.3-5:2018 Державні будівельні норми України. Вулиці та дороги населених пунктів. Держбуд України, 2018.
20. ДБН Б.2.2-12:2018. Планування і забудова територій. Державні будівельні норми України. Держбуд України, 2018.
21. Щурова В.А. Архітектурно-планувальна організація міської забудови у зоні впливу транспортно-пересадочних вузлів. Автореф. дис. к. арх. Київ, 2015.
22. Схеми руху транспорту / Житомирська міська рада, офіційний сайт. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://zt-rada.gov.ua/?pages=1279>.