

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний інститут, транспортний факультет
(повне найменування інституту, факультету)
Кафедра транспортних технологій
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

магістра

(ступінь вищої освіти)

на тему ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПАСАЖИРІВ ГРОМАДСЬКИМ
ТРАНСПОРТОМ У МІСТІ ЗАПОРІЖЖЯ У НІЧНИЙ ПЕРІОД ДОБИ

Виконав: студент(ка) 2 курсу, групи Т-318м

Спеціальності 275 «Транспортні технології»
(на автомобільному транспорті)
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)
Транспортні технології
(на автомобільному транспорті)

Цокурєнко А.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Кузькін О.Ф.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Сосик А.Ю.

(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
 (повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут, факультет Машинобудівний інститут, транспортний факультет

Кафедра транспортних технологій

Ступінь вищої освіти магістр

Спеціальність 275 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)»
 (код і найменування)

Освітня програма (спеціалізація) Транспортні технології (на автомобільному транспорті)
 (назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«07» жовтня 2019 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

Цокуренко Анастасії Олегівни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Організація перевезень пасажирів громадським транспортом у місті Запоріжжя у нічний період доби»

керівник проєкту (роботи) Кузькін Олексій Феліксович, к.н.т. доцент,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «14» листопада 2019 року №389

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 02.12.2019 р.

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) Існуюча маршрутна мережа громадського транспорту міста Запоріжжя, дані про розміри пасажирських кореспонденцій на маршрутній мережі, тип рухомого складу – автобус великої пасажиромісткості, тролейбус.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 2.1 Обґрунтування та формування вимог до мережі нічних міських маршрутів громадського транспорту; 2.2 Визначення об'єктів тяжіння мешканців і побудова маршрутної мережі для нічного періоду доби; 2.3 Розробка розкладів руху на нічних маршрутах та визначення необхідної кількості рухомого складу.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. 1.Транспорте районування міста Запоріжжя. 2. Кореговане транспортне районування міста Запоріжжя. 3. Зонування міста Запоріжжя. 4. Розроблена мережа нічного громадського транспорту в місті Запоріжжя за першим варіантом. 5. Альтернативна мережа нічного громадського транспорту в місті Запоріжжя. 6. Маршрутні розклади руху (по кінцевим зупинкам). 7. Розклад руху рухомого складу (по зупинкам). 8.Діаграма порівняння тарифу на перевезення одного пасажир за варіантами мережі залежно від коефіцієнту використання пасажиромісткості рухомого складу.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконаве завдання
1,2	Кузькін О.Ф., к.н.т., доцент		
3	Харченко Т.В., ст. викладач		
4	Лазуткін М.І., доцент		

7. Дата видачі завдання «07» жовтня 2019 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Аналітична частина	07.10-18.10	
2.	Основна частина	21.10-04.11	
3.	Економічна частина	05.11-15.11	
4.	Охорона праці	18.11-22.11	
5.	Оформлення МР	25.11-29.11	
6.	Отримання зовнішніх рецензій	02.12-09.12	

Студент(ка)

(підпис)

А. О. Цокурєнко

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

О. Ф. Кузькін

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Магістерська робота: 130 с., 63 табл., 8 рис., 15 джерел.

Об'єкт дослідження – мережа міського громадського транспорту міста Запоріжжя.

Мета дослідження – планування мережі нічного громадського транспорту з подальшим розрахунком розкладів руху автобусів та/чи тролейбусів по ній, визначення тарифу на перевезення.

Методи дослідження – аналітичний, графічний.

Діяльність громадського транспорту в нічні години доби є індикатором успішності та розвиненості міста у сучасному світі. Це має ряд переваг – від розвантаження дорожнього денного трафіку до поповнення бюджету міста, та перш за все, це комфортне існування мешканців міста.

Місто Запоріжжя станом на 2019 рік не має окремої мережі громадського транспорту, яка працювала би вночі та задовольняла користувачів. Як результат, виконання нічних перевезень відбувається приватними компаніями – таксі. Проте, альтернативи цьому немає.

Магістерська робота присвячена розробці мережі нічного громадського пасажирського транспорту, яка буде охоплювати всі частини міста та з'єднувати їх між собою. Економічний блок дозволить розрахувати імовірну вартість проїзду та можливі витрати на його здійснення.

НІЧНА ПОРА ДОБИ, МЕРЕЖА ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ,
МАРШРУТ, РОЗКЛАД, ТАРИФ, РУХОМИЙ СКЛАД

ЗМІСТ

Завдання на магістерську роботу	2
Реферат	4
Вступ	7
1 Аналітична частина	9
1.1 Характеристика і особливості міських пересувань населення у вечірній та нічний час доби	9
1.2 Вимоги чинного законодавства України у галузі перевезень пасажирів громадським транспортом у містах	13
1.3 Загальна характеристика міського громадського транспорту міста Запоріжжя	19
1.4 Аналіз світового досвіду організації маршрутів перевезень па- сажирів у вечірню та нічну пору доби та у вихідні дні тижня	27
1.5 Висновки та постановка задач	29
2 Проєктна частина	31
2.1 Обґрунтування та формування вимог до мережі нічних місь- ких маршрутів громадського транспорту	31
2.2 Визначення об'єктів тяжіння мешканців і побудова маршрут- ної мережі для нічного періоду доби	42
2.3 Розробка розкладів руху на нічних маршрутах та визначення необхідної кількості рухомого складу	60
3 Економічна частина	89
3.1 Розрахунок складових собівартості перевезень пасажирів на нічних маршрутах	89
3.2 Розрахунок вартості проїзду, прибутку та рентабельності пе- ревозень	101
4 Охорона праці і безпека у надзвичайних ситуаціях	113
4.1 Аналіз потенційних небезпек	113

4.2 Заходи по забезпеченню безпеки	115
4.3 Заходи з виробничої санітарії і гігієни праці	116
4.4 Заходи з пожежної безпеки	124
4.5 Заходи з безпеки у надзвичайних ситуаціях	124
4.6 Висновки по розділу охорони праці і безпеки у надзвичайних ситуаціях	126
Висновки	128
Перелік посилань	129

ВСТУП

Згідно з міжнародною організацією Countrysmeters чисельність населення нашої планети станом на червень 2019 р. зросла до 7 709 185 100 чоловік [1]. З кожним роком населення Землі збільшується на 90 млн. чоловік. Щоб задовільнити всі потреби цієї кількості людей науковці всього миру неперервно вдосконалюють існуючі умови існування людини.

Будуються нові дороги з використанням сучасних матеріалів і технологій, автомобілі націлені на скорочення кількості викидів шкідливих речовин, аби не забруднювати навколишнє середовище, сучасні технології доставки вантажу мінімізують вплив та участь людини у цей процес, виключаючи дію випадкових факторів, всі процеси є керованими та прогнозованими, створюються нові програми щодо переробки використаного палива, мастил та уживаних автомобілів, залучаються роботи у виробничий процес та інше. Всі ці задачі ставляться лише з однією метою – зробити життя сучасної людини безпечним та комфортним.

Незалежно від континенту, країни, міста чи села всі люди постійно виконують переміщення з одного місця на інше. Робота, навчання, шопінг, прогулянка – це далеко не весь перелік, куди виконуються переміщення людей.

Вимушений розвиватися, щоб задовільнити потреби всіх груп населення, транспорт забезпечив нам сьогодні комфортні та швидкі переміщення. Особистий автомобіль, таксі, сігвей, самокат, шатл та, нарешті, міський транспорт є у нашому розпорядженні. Що стосується останнього, то в наш час існує ціле різноманіття міського пасажирського транспорту. Від звичних нам трамваю та автобуса, метрополітену і таксі, поромів і поїздів, до гондоли та рикші, автобуса-амфібії і бамбукової залізниці, фунікулеру та гелікоптеру.

Громадський транспорт є однією із найважливіших галузей життєдіяльності і функціонування міста, що безпосередньо впливає на мешканців. В кожному місті України управління транспорту має за мету зробити громадсь-

кий транспорт зручним та доступним як вдень, так і вночі. Ці на перший погляд незначні фактори істотно впливають на економіку країни. Транспорт дає можливість розвитку людині як особистості – навчання, мандрівки тощо, так і виробництву. Транспорт генерує рухливість та мобільність людини, що в свою черг генерує прибуток та інвестиції. В свою чергу згодом виникає значний ефект для бізнесу, розвитку міста та країни в цілому.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристика і особливості міських пересувань населення у вечірній та нічний час доби

Розвиток транспортної інфраструктури взяв свій початок водночас із розвитком населених пунктів. Границі міст стали значно розростатися, а їх подальший розвиток стримувала відсутність засобів переміщення. Саме в XVIII ст. громадськість вимушено прибігла до ідеї французького вченого-фізика Б. Паскаля, котрий ще у 1661 році повідав про можливість створення громадського транспорту, що виконував би масові перевезення мешканців міст.

Законодавством України визначений термін «міський громадський транспорт». Міський громадський транспорт — міський транспорт загального користування: автобус, метро, трамвай та тролейбус, що працює на визначених маршрутах, за встановленими розкладом руху та тарифами [2].

Важливо зазначити, міський транспорт має низку переваг, які є істотною умовою для його подальшого існування. По-перше та найголовніше, громадський транспорт виконує перевезення великої кількості людей одночасно, відповідно, дозволяє вирішити проблему щільного автомобільного трафіку у місті.

По-друге, істотно скорочує кількість викидів шкідливих речовин. При порівнянні одного легкового автомобіля, який вміщує 4-5 осіб, та одного автобуса, який вміщує 40 осіб, то різниця викидів оксиду вуглецю CO_2 пригломшує. Середнє значення малолітражного автомобіля дорівнює 0,11 кг/1чол/1км проти 0,069 кг/1чол/1км для автобуса [3].

Та по-третє, вартість проїзду в міському транспорті має бути істотно дешевшою, ніж аналогічне пересування автомобілем. Витрати на паливо, обслуговування авто, його паркування — це перелік обов'язкових повсякденних трат сучасного автомобіліста.

До того ж, сучасний стан життя вніс свої зміни у транспорту інфраструктуру. Люди, що тільки ідуть на нічну зміну, чи люди, що повертаються з неї, туристи, що вивчають нічне місто, студенти, що мають активне нічне життя, працівники, що затрималися на роботі – всі вони вночі є активними користувачами та цільовою аудиторією, на яку спрямовані всі зусилля спеціалістів, щоб зробити масовий міський пасажирський транспорт доступним після опівночі і до ранку.

Щоб полегшити переміщення населення міським пасажирським транспортом у неробочі години у багатьох містах світу створюють нічну мережу громадського транспорту. Вона передбачає рух транспорту по спеціальним маршрутам, що відрізняються від денних та працюють по заздалегідь складеному розкладу. Частково вони накладаються один на одного, а деякі продовжуються та доповнюються.

В багатьох країнах нічні автобуси мають назву «*Owl Bus*», що в перекладі з англійської *owl* – сова, *bus* – автобус. А для швидкого пошуку нічного транспорту у переліку маршрутів до них додають букву «N» від похідного «*Late Night*», тобто «Пізня Ніч».

Щоб ідентифікувати зупиночні пункти вночі встановлюють LED-панелі, які дозволяють побачити їх з великої відстані. Додатково, на цих панелях транслюють час прибуття автобусу на зупинку, щоб скоординувати дії пасажирів.

Маршрути складають таким чином, щоб обов'язково охопити найважливіші транспортно-пересадочні вузли, які дозволяють виконати швидко та комфортну пересадку між видами транспорту та/або маршрутами. Окремо виділяють маршрути, що дозволяють дістатися міста пасажиром, які прямують з аеропорту, залізничних та автовокзалів.

Нічні маршрути переважно діють із 00:30 до 05:30. Інтервал руху на нічних маршрутах зазвичай коливається від 30 хвилин до 45 хвилин. Цей час розраховується на підставі даних попиту на перевезення пасажирів з боку населення міста.

Найчастіше до роботи вночі задіють автобуси та тролейбуси. Це найуживаніші засоби руху у місті. В Україні пасажирообіг автомобільного транспорту (автобусів) за 2018 рік становив 49 млрд. пас-км, що становить 38 % від пасажирообігу усіх видів транспорту, тролейбусів – 7,6 млрд. пас-км, що становить близько 6 % загального річного пасажирообігу [4]. Їх рух проходить повздовж основних доріг, вулиць, станцій метро та ключових місць, що є центрами тяжіння місцевих мешканців. Транспорт виконує зупинки на вимогу пасажирів по маршруту на спеціально облаштованих зупиночних пунктах.

Наразі нічні мандрівники здебільшого користуються послугами таксі через відсутність іншої альтернативи. Проте, цей спосіб пересування не є ідеальним варіантом для пасажирів, бо має низку недоліків, перелічених нижче.

Таксі це відносно дорогий вид переміщення, який, додатково до цього, може мати низький сервіс. Звичайно, сучасні сервіси з відомим ім'ям, як наприклад Uber, Bolt, Lift безперервно прописують керівництва дій для водіїв, впроваджують інші нововведення, але вони слабо діють на сьогоднішній день. Та найбільша проблема — це проблема пов'язана з безпекою пасажирів. І хоча, на перший погляд, таксі забезпечує доставку пасажирів «від дверей до дверей» і це найбезпечніший варіант, проте далеко не кожний водій дотримується правил безпеки на дорозі, не всі автомобілі мають паски безпеки, та й найголовніше – особистість водія здебільшого ретельно не перевіряється.

Сучасний темп життя передбачає швидке прийняття рішень та забезпечення високих доходів. Щоб досягти цього, підприємства та офіси у більшості випадків працюють безперервно. Робота в цілодобовому режимі вимагає додаткових заходів з організації та управління. Ефективність праці при цьому повинна бути наближеною до роботи вдень. Цей фактор зобов'язує створювати умови для комфортної та цільової роботи вночі. Саме на основі вищезазначеного, утворилась галузь нічної логістики. Застосування нічної логістики має як переваги, так і недоліки.

Переваги на рівні організації:

- більш передбачуваний графік роботи. У нічний час немає заторів, отже, можна точніше розрахувати час матеріального потоку в дорозі;
- скорочення часу шляху. Цей фактор впливає на зниження витрат компанії;
- вільний проїзд до об'єкта. Немає скупчення автомобілів і великої кількості пішоходів на вулицях міста, на під'їзді до будівлі і в зонах розвантаження (зупинках).

Переваги на рівні міста:

- розвантаження дорожнього потоку. Це позитивно позначається не тільки на власниках приватних авто, а також розвантаження дорожнього потоку полегшує роботу комунальних служб;
- можливість проводити допоміжні роботи у такий час, коли це не заважає виконанню основних функцій організації. Прикладом може бути нічний переїзд цілого офісу. Ніч — це кращий варіант, оскільки робота офісних працівників не зупиняється на час переїзду, все допоміжні роботи здійснюються за відсутності персоналу і не заважають робочому процесу.

Недоліки на рівні організації:

- зростання витрат на виплату заробітних плат. Нічні зміни в наш час оплачуються за більш високим тарифом. Згідно з Кодексом законів про працю, за кожну годину роботи в нічний час або в нічну зміну при змінному режимі праці проводяться доплати в розмірі не нижче 20% годинної тарифної ставки (окладу) працівника;
- кадрові питання. Мало хто бажає і готовий працювати вночі навіть за велику оплату.

Недоліки на рівні міста:

- зростання цін на продукцію. Це явище може мати місце, коли при переході на нічний режим роботи витрати зростають, як мінімум на прикладі зростання витрат на виплату заробітної плати. Так як заробітна плата закладається в собівартість товарів, може спостерігатися зростання цін;
- підвищення рівня шуму в неприпустимих місцях [5].

1.2 Вимоги чинного законодавства України у галузі перевезень пасажирів громадським транспортом у містах

Виконання перевезень пасажирів міським громадським транспортом регламентується переліком законів прийнятих Кабінетом Міністрів України та чинних міжнародних договорів та інших нормативно-правових актів у сфері автомобільних перевезень та перевезень міським електричним транспортом.

У містах реалізацію державної політики у сфері перевезень пасажирів реалізують місцеві органи виконавчої влади та органи місцевого самоврядування. Серед обов'язкових умов при виконанні перевезень пасажирів на маршрутах загального користування в режимі регулярних пасажирських перевезень можна відокремити такі групи вимог – до пасажирських транспортних засобів та транспортної інфраструктури, до маршрутів та їх кількісних характеристик.

Транспортні засоби, які використовуються для перевезення пасажирів, повинні відповідати вимогам безпеки, комфортності, доступності для осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення, охорони праці та екології, перебувати в належному технічному і санітарному стані, бути укомплектованими відповідно до вимог чинного законодавства [6].

Згідно Закону України «Про автомобільний транспорт», вимоги до транспортних засобів – їх конструкції та технічного стану, а також до їх частин мають відповідати вимогам, порядок визначення яких встановлює Кабінет Міністрів України, та забезпечувати:

- безпеку людей, які користуються транспортними засобами чи беруть участь у дорожньому русі;
- відповідність нормам стосовно викидів забруднювальних речовин, парникових газів, електромагнітних завад, рівню шуму та інших чинників негативного впливу на людину та довкілля;

- запобігання пошкодженню транспортними засобами доріг та їх облаштування;
- ефективне використання енергетичних ресурсів, частин і експлуатаційних матеріалів;
- захист від незаконного використання транспортних засобів та запобігання пошкодженню вантажів;
- збереження властивостей безпеки від моменту виготовлення транспортного засобу до його утилізації;
- відповідність іншим вимогам законодавства.

Транспортні засоби та частини до них повинні відповідати вимогам нормативної і конструкторської документації та мати маркування для їх ідентифікації [7].

Технічний і санітарний стан рухомого складу, який працює на маршрутах (лініях), та інших об'єктів міського електричного транспорту повинен відповідати вимогам Правил дорожнього руху, Правил експлуатації трамвая та тролейбуса, Правил технічної експлуатації метрополітену, а також нормам та стандартам у цій сфері [7].

На маршрутах використовуються автобуси загального призначення, категорія та клас яких відповідають вимогам, установленим для міського транспорту, а пасажиромісткість — пасажиропотоку з урахуванням забезпечення доступу до об'єктів соціального, медичного та культурного призначення для осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення [6].

До перевезень пасажирів автобусами у нічний час (з двадцять другої до шостої години), крім тих, що використовуються на маршрутах загального користування в режимі регулярних пасажирських перевезень, допускаються автобуси, обладнані контрольними приладами (тахографами) реєстрації режимів праці та відпочинку водіїв [8].

Зупинка – спеціально обладнаний пункт для очікування автобуса та посадки і висадки пасажирів. Розміщення зупинок повинно забезпечувати:

- зручний і безпечний прохід до них;

- належну пропускну здатність дороги;
- відсутність перешкод для інших учасників дорожнього руху;
- зручну пересадку на інші види транспорту;
- безпеку дорожнього руху [8].

Місця зупинки автобуса, який здійснює перевезення у звичайному режимі руху, на міському маршруті, встановлюються організатором перевезень з урахуванням вимог Правил дорожнього руху.

Місцями зупинки автобуса, який здійснює перевезення у режимі маршрутного таксі, визначаються кінцеві пункти маршруту. Посадка та висадка пасажирів з автобуса проводиться на їх вимогу у місцях зупинки громадського транспорту, а також в інших місцях з обов'язковим дотриманням Правил дорожнього руху. Посадка та висадка пасажирів з автобуса, що здійснює перевезення в експресному режимі руху, проводиться на зупинках громадського транспорту.

Місця зупинки автобусів на міських маршрутах обладнуються автопавільйонами, трафаретами з найменуванням зупинки і номерами маршрутів, відомостями про режим роботи автобусів із зазначенням таких, що пристосовані для перевезення осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення, найменуванням початкового та кінцевого пунктів маршруту.

У разі коли інтервал руху на міському маршруті не перевищує 10 хвилин, на трафаретах зазначається інтервал руху протягом доби, в разі більшого інтервалу — час відправлення автобусів із зупинки. Відомості про режим руху автобусів у вихідні та святкові дні наводяться як примітка до основної інформації.

На зупинках автобусів, що здійснюють перевезення в експресному режимі руху та у режимі маршрутного таксі, на трафареті над назвою зупинки розміщується напис червоною фарбою «Експрес» або чорною «Маршрутне таксі». Зупинки на вимогу обладнуються трафаретом з написом чорною фарбою «На вимогу» [6].

Зупинки на міських автобусних маршрутах загального користування повинні розташовуватись поблизу житлових масивів, культурно-побутових закладів, торговельних комплексів, місць масового відпочинку населення, залізничних станцій, річкових і морських портів, аеропортів, станцій метрополітену тощо. У місцях перетину, відгалуження або збіжності автобусних маршрутів загального користування розміщення зупинок повинно забезпечувати зручність пересадок, а також зручність користування маршрутами одного напрямку.

У місцях перетину автобусних маршрутів загального користування зупинки розміщуються так, щоб пасажирів не перетинали проїзної частини вулиці (дороги) [9].

Згідно до ДБН Б.2.2-12:2018 дальність пішохідних підходів до найближчої зупинки міського громадського транспорту не повинна перевищувати відстані, наведеної у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Максимальна дальність пішохідних підходів до найближчої зупинки громадського транспорту у містах

Нормативні відстані підходу пасажирів	Дальність, м
В житлових районах багатоповерхової забудови / «на вимогу»	500/350
У середньо-, малоповерховій та садибній забудові	600
У промислових та комунально-складських зонах (від прохідних підприємств)	400
У зонах масового відпочинку і спорту (від головного входу)	800
Від громадських об'єктів масового відвідування загальноміського центру	250
До зупинок швидкісного трамвая	800

Рекомендовані ДБН відстані між зупиночними пунктами в найкрупніших та крупних містах на маршрутах автобусів, тролейбусів і трамваїв, транспортні засоби яких працюють у звичайному режимі, слід приймати, в центральній зоні – 250-350 м, в середній зоні – 400-500 м (300 м — зупинки транспорту «на вимогу») та в периферійній зоні – 500-600 м (300 м — зупинки транспорту «на вимогу»). Для експрес-автобусів, швидкісних трамваїв відстані між зупинками слід приймати у 1,5-2,0 рази більше.

Перевезення пасажирів міським громадським транспортом у містах відбувається автобусами, тролейбусами та трамваями за маршрутами, а метрополітеном, швидкісним трамваєм – за лініями. Затвердження маршрутів (ліній) відбувається на підставі генерального плану населеного пункту та схеми планування відповідного регіону з урахуванням попиту на пасажирські перевезення. Маршрути (лінії) обладнуються диспетчерськими станціями, засобами управління рухом, павільйонами (станціями) для пасажирів, а також необхідним санітарно-гігієнічним облаштуванням. Розклад руху на встановлених маршрутах (лініях) затверджується перевізником за погодженням із організатором перевезень.

Перелік маршрутів (ліній) та зміни до них доводяться до відома населення через місцеві засоби масової інформації.

На напрямках із значними пасажиропотоками, а також на курортах, у зонах відпочинку, щільної житлової забудови та підвищеного рівня забруднення довкілля перевага надається створенню маршрутів (ліній) міського електричного транспорту [7].

На маршруті повинні бути передбачені:

- майданчики для розвороту та короткострокової стоянки автобусів у початковому і кінцевому пунктах маршруту;
- посадкові майданчики на проміжних пунктах зупинки [6].

Міські автобусні та тролейбусні лінії слід передбачати на магістральних вулицях загальноміського та районного значення з організацією руху

транспортних засобів у загальному потоці або по смузі, що спеціально виділена на проїзній частині.

Наземні лінії трамваю і швидкісного трамваю в межах міських територій слід розміщувати на магістральних вулицях і дорогах на суміщеному або відокремленому полотні, відділеному від проїзної частини чи тротуару розділювальною смугою або огороженням.

Витрати часу у містах на пересування мешканців (не залежно від їх фізичних особливостей) громадським транспортом від місць проживання до місць прикладання праці для 90% осіб (в один кінець) як правило, не повинні перевищувати:

- в містах з населенням понад 800 тис. осіб – 45 хв;
- від 500 тис. до 800 тис. осіб – 40 хв.;
- від 250 тис. до 500 тис. осіб – 35 хв.;
- від 50 тис. до 250 тис. осіб – 30 хв.;
- в малих містах до 50 тис. осіб та в межах об'єднаних територіальних громад (пішохідні маршрути або з використанням транспорту) – 20 хв [10].

Щільність ліній маршрутного пасажирського транспорту на забудованих територіях слід визначати з урахуванням їх функціонального використання та інтенсивності пасажиропотоків у межах $1,5 - 2,5 \text{ км/км}^2$. У центральних районах найкрупніших і крупних міст щільність мережі допускається збільшувати до $3,5 \text{ км/км}^2$. В тому числі в найкрупніших містах по зонах: центральна – $4,0 \text{ км/км}^2$, середина – $2,2 \text{ км/км}^2$, периферійна – $1,4 \text{ км/км}^2$ [10].

Чинним законодавством України не передбачені окремі умови щодо перевезень пасажирів громадським транспортом у нічний період доби. Тобто, всі вимоги, що повинні виконуватись вдень, мають також діяти і вночі.

Трудовим кодексом України визначено, що нічним часом вважається час з 10 години вечора до 6 години ранку, при цьому, нормативна тривалість роботи (зміни) скорочується на одну годину. В цей період доби забороняється залучення до роботи:

- а) вагітних жінок і жінок, що мають дітей віком до трьох років;
- б) осіб, молодших вісімнадцяти років;
- в) інших категорій працівників, передбачених законодавством.

Робота осіб з інвалідністю у нічний час допускається лише за їх згодою і за умови, що це не суперечить медичним рекомендаціям.

Робота у нічний час оплачується у підвищеному розмірі, встановлюваному генеральною, галузевою (регіональною) угодами та колективним договором, але не нижче 20 відсотків тарифної ставки (окладу) за кожну годину роботи у нічний час.

1.3 Загальна характеристика міського громадського транспорту міста Запоріжжя

Міський громадський транспорт у Запоріжжі представлений автобусним (що працює у звичайному, експресному режимі руху та режимі маршрутного таксі), тролейбусним та трамвайним видами транспорту.

Законом України «Про автомобільний транспорт» визначені такі терміни [8]:

а) звичайний режим – перевезення пасажирів автобусами на маршруті загального користування з дотриманням усіх зупинок, передбачених розкладом руху;

б) експресний режим – перевезення пасажирів автобусами на маршруті загального користування, на якому є звичайний режим руху, з дотриманням зупинок, кількість яких за розкладом руху не перевищує 25 % кількості зупинок при звичайному режимі руху;

в) режим маршрутного таксі – перевезення пасажирів на міському автобусному маршруті загального користування за розкладом руху, в якому визначається час відправлення автобусів з початкового та кінцевого пунктів ма-

ршруту з висадкою і посадкою пасажирів чи громадян на їхню вимогу на шляху прямування автобуса в місцях, де це не заборонено правилами дорожнього руху. Втім, п. 147 Правил надання послуг пасажирського автомобільного транспорту (затверджених постановою Кабінету Міністрів України від 18.02.1997 р. № 176) зобов'язує водія зупиняти під час виконання рейсу в режимі маршрутного таксі автобус для посадки на вимогу в місцях зупинки громадського транспорту, а також в інших місцях, але не ближче ніж за 100 метрів від місця зупинки громадського транспорту, якщо це не суперечить Правилам дорожнього руху.

На маршрутах міського тролейбуса і трамваю встановлено один режим руху – звичайний.

Згідно паспортів автобусних маршрутів загального користування м. Запоріжжя з 92 маршрутів: 4 – працюють виключно у звичайному режимі руху, 8 – працюють виключно у режимі маршрутного таксі, 2 – працюють виключно у експресному режимі руху, 70 – працюють у звичайному режимі та режимі маршрутного таксі, 4 – працюють у звичайному та експресному режимах, 4 – працюють у звичайному, експресному режимах та режимі маршрутного таксі [12].

Принципова відмінність режиму руху маршрутного таксі від звичайного полягає у дотриманні під час рейсу усіх зупинок, що передбачені розкладом руху. Експресний режим, на відміну від звичайного, передбачає виконання лише частини зупинок у кількості не більше ніж 25 % від загальної кількості зупинок у звичайному режимі руху. Відповідно, тривалість виконання рейсу для автобусів, що працюють у різних режимах руху, повинна відрізнятися згідно даних, наведених у паспортах маршрутів. Крім того, існують вимоги до рухомого складу, який може використовуватись у кожному з режимів руху.

Станом на 01.10.2019 р. у м. Запоріжжя склалася маршрутна мережа МГТ, що налічує 92 автобусних маршрути та 13 маршрутів міського електричного транспорту (6 тролейбусних та 7 трамвайних маршрутів).

Запоріжжя представляє собою агломерацію окремих поселень та районів промислової забудови, об'єднаних адміністративними та функціональними зв'язками. Територія міста суттєво насичена мережею залізничних колій (магістральних та під'їзних), ярами та балками. Це, одночасно з розвитком житлової забудови у правобережній частині міста, значно ускладнює трасування міських магістралей.

У таблиці 1.2 наведені показники розвитку маршрутної мережі МГТ м. Запоріжжя станом на 01.02. 2017 р. [12].

Таблиця 1.2 – Показники розвитку маршрутної мережі м. Запоріжжя станом на 01.02.2017 р.

Показник	Одиниця виміру	Значення показника
1. Чисельність наявного населення міста	тис. осіб	750,7
2. Площа міста у адміністративних межах	км ²	331,6
3. Площа міста під забудовою (сельбищна)	км ²	190,1
4. Кількість маршрутів МГТ, разом	од.	106
у т. ч. автобусних	од.	92
тролейбусних	од.	6
трамвайних	од.	7
5. Загальна протяжність маршрутної мережі МГТ, по мережі в цілому	км	296,9
у т. ч. автобусної	км	288,6
тролейбусної	км	94,2
трамвайної	км	49,7
6. Сумарна довжина маршрутів МГТ, разом	км	1470,8
у т. ч. автобусної	км	1287,8
тролейбусної	км	104,8
трамвайної	км	78,2

Кінець табл. 1.2

Показник	Одиниця виміру	Значення показника
7. Щільність маршрутної мережі МГТ, разом	км ⁻¹	1,56
у т. ч. автобусної	км ⁻¹	1,52
тролейбусної	км ⁻¹	0,50
трамвайної	км ⁻¹	0,26
8. Маршрутний коефіцієнт мережі, разом	—	4,95
у т. ч. автобусної	—	4,46
тролейбусної	—	1,11
трамвайної	—	1,57

Основними показниками, що характеризують розвиток маршрутної мережі є щільність маршрутної мережі та маршрутний коефіцієнт.

Щільність маршрутної мережі δ (км/км²) визначається як відношення довжини маршрутної мережі L_m до забудованої (сільбищної) площі F_c міста (км²) [12]:

$$\delta = \frac{L_m}{F_c} = \frac{296,9}{190,1} = 1,56 \text{ км/км}^2. \quad (1.1)$$

Величина δ характеризує насиченість міської території лініями МГТ і визначає середню дальність піших підходів пасажирів до зупинок МГТ. Згідно вимог п. 7.40 ДБН 360-92** «Містобудування. Планування та забудова міських та сільських поселень» щільність мережі ліній наземного МГТ на забудованих територіях повинна складати, як правило, $\delta = 1,5 \dots 2,5$ км/км². Відстань пішого підходу пасажирів до зупинок МГТ визначається за формулою [12]:

$$l_{\text{піш}} = k_{\text{нп}} \sqrt{\left(\frac{1}{3\delta}\right)^2 + \left(\frac{l_{\text{пер}}}{4}\right)^2}, \quad (1.2)$$

де $k_{\text{нп}}$ – коефіцієнт непрямолінійності підходу пасажирів до зупинки.

Приймається $k_{\text{нп}} = 1,2$;

$l_{\text{пер}}$ – середня довжина перегону маршруту (середня відстань між суміжними зупиночними пунктами на маршрутній мережі), км.

Приймаючи значення $l_{\text{пер}} = 0,5$ км, отримаємо

$$l_{\text{піш}} = 1,2 \sqrt{\left(\frac{1}{3 \cdot 1,56}\right)^2 + \left(\frac{0,5}{4}\right)^2} = 0,297 \text{ км},$$

або 297 м, що при середній швидкості руху пішохода 4 км/год (66,7 м/хв) дає значення середньої тривалості пішого підходу пасажирів до зупинки 4,45 хв. Таким чином, нормативні значення щільності маршрутної мережі, відстані та тривалості підходу пасажирів до зупинок у м. Запоріжжя виконуються.

Маршрутний коефіцієнт визначається за формулою [12]

$$k_{\text{м}} = \frac{L_{\Sigma}}{L_{\text{м}}}, \quad (1.3)$$

де L_{Σ} – сумарна довжина маршрутів мережі, км.

Сумарна довжина маршрутів мережі визначається як сума довжин кожного окремого маршруту $l_{\text{мі}}$ (км). Для маршрутів з маятниковим рухом (двома кінцевими зупинками) довжина маршруту визначається як середнє арифметичне довжин траси маршруту у прямому $l_{\text{пр}}$ і зворотному $l_{\text{зв}}$ напрямках [12]:

$$l_m = \frac{1}{2}(l_{\text{пр}} + l_{\text{зв}}). \quad (1.4)$$

Для маршрутної мережі м. Запоріжжя в цілому величина маршрутного коефіцієнту при $L_{\Sigma} = 1470,8$ км та $L_m = 296,9$ км дорівнює

$$k_m = \frac{1470,8}{296,9} = 4,95.$$

Маршрутний коефіцієнт є важливим показником розвитку маршрутної мережі, оскільки його величина безпосередньо зв'язана з основними показниками пасажироперевезень – обсягом транспортної роботи, експлуатаційною швидкістю, маршрутним інтервалом та щільністю руху. Він характеризує дублювання маршрутів на мережі і чисельно виражає кількість кілометрів маршрутів, що припадають на один кілометр маршрутної мережі. Рекомендовані значення маршрутного коефіцієнту у містах $k_m = 1,5 \dots 3,5$. Збільшення маршрутного коефіцієнту, з одного боку, зменшує пересадочність поїздок, а з другого – збільшує маршрутні інтервали за незмінної пасажиромісткості рухомого складу або спонукає використовувати для їх дотримання рухомий склад меншої пасажиромісткості. Таким чином, величину маршрутного коефіцієнту для маршрутної мережі м. Запоріжжя слід вважати завищеною, наслідком чого є переважаюча кількість рухомого складу відносно малої місткості на діючих автобусних маршрутах.

У відповідності до Порядку визначення класу комфортності автобусів, сфери їхнього використання за видами сполучень та режимами руху (затвердженого наказом Міністерства інфраструктури України від 14.05.2007 р. № 285, усі автобуси поділяють на категорії (М2, М3) та класи (А, В, І, ІІ, ІІІ).

Категорія автобуса визначається повною масою автобуса (категорія М2 – автобуси повною масою не більше 5 т, категорія М3 – автобуси повною ма-

сою понад 5 т). Клас автобуса визначається конструкцією та пасажиромісткістю автобуса таким чином:

а) автобуси з місткістю не більше 22-х пасажирів (крім водія) поділяють на два класи:

– клас А – автобуси, що призначені для перевезення сидячих пасажирів та мають місця для перевезення пасажирів стоячи;

– клас В – автобуси, що призначені перевезення виключно сидячих пасажирів;

б) автобуси з місткістю понад 22 пасажирів поділяють на три класи:

– клас І – автобуси, призначені для перевезення сидячих і стоячих пасажирів, конструкція яких дає змогу пасажирам безперешкодно переміщуватись по салону;

– клас ІІ – автобуси, призначені для перевезення головним чином сидячих пасажирів, а також стоячих пасажирів у проході проміж рядами та (або) на площадці для стоячих пасажирів, розмір якої не перевищує 1,5 м²;

– клас ІІІ – автобуси, призначені для перевезення виключно сидячих пасажирів.

Прийнята класифікація побудована на класифікаціях ЄЕК ООН UN/ECE R 36-03 «Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження пасажирських колісних транспортних засобів великої місткості стосовно загальної конструкції» та ЄЕК ООН R 52-01 «Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження маломісних колісних транспортних засобів категорій М2 та М3 стосовно їхньої загальної конструкції». Документи визначають сферу застосування автобусів за призначенням, а саме: класи А та В – автобуси малої місткості (мікроавтобуси), І – міські автобуси, ІІ – приміські автобуси, ІІІ – міжміські та міжнародні автобуси. Сфери використання автобусів на міських перевезеннях, регламентовані Порядком визначення класу комфортності автобусів, сфери їхнього використання за видами сполучень та режимами руху, наведені у таблиці 1.3.

Згідно даних, зазначених у паспортах автобусних маршрутів, що відповідають укладеним договорам з перевізниками, щоденно на маршрутах міста мають працювати 900 автобусів, з яких 739 (82 %) відносяться до класів А або В, а 161 – до класів І або ІІ. Плановий щоденний випуск тролейбусів складає 44 одиниці, випуск трамваїв – 55 вагонів (або їх составів, що працюють за системою багатьох одиниць).

Таблиця 1.3 – Режими руху автобусів, які можуть застосовуватись на міських маршрутах

Клас автобуса	Дозволений режим руху
А	звичайний, експресний, маршрутне таксі
В	звичайний, експресний, маршрутне таксі
І	звичайний
ІІ	звичайний, експресний
ІІІ	звичайний, експресний

Станом на 2017 рік, щоденно на маршрутах міста працюють 1069 одиниць пасажирського рухомого складу, з яких 970 (90,7 %) – автобуси різної місткості, 44 (4,1 %) – тролейбуси, 55 (5,2 %) – трамвайні вагони та їх состави. Згідно офіційних статистичних даних 2017 року, розрахунковий добовий обсяг перевезень на маршрутній мережі дорівнює 633 708 пасажирів, з яких 477 874 (75 %) перевозяться автомобільним транспортом (автобусами), 68 257 (11 %) перевозяться тролейбусним транспортом, 87 577 (14 %) перевозяться трамвайним транспортом [12].

Основні показники пасажироперевезень, встановлені за результатами комплексного обстеження пасажиропотоків у місті Запоріжжя в будній день квітня місяця 2017 року, наведені у табл. 1.4 [12]. Обстеження пасажиропотоків проходило на всіх маршрутах міста.

Таблиця 1.4 – Основні показники пасажироперевезень за результатами комплексного обстеження пасажиропотоків 2017 року в місті Запоріжжя

Показник	Значення показника			
	по видах транспорту			в цілому по мережі
	автобус	тролей-бус	трамвай	
Кількість рухомого складу, що працює на маршрутах N_{pc} , од.	970	44	55	1069
Обсяг перевезень пасажирів за добу $Q_{доп}$, пас.	477 874	68 257	87 577	633 708
Середня дальність маршрутної поїздки пасажирів $l_{сер}$, км	6,48	3,65	3,38	5,75
Зважений середньодобовий мережевий інтервал руху $\bar{i}_m$, хв.	8,67	27,60	19,84	17,18
Зважений середньодобовий коефіцієнт використання пасажиромісткості рухомого складу γ_d	0,960	0,419	0,424	0,889
Розрахункова транспортна рухливість населення A , поїздок/рік	—	—	—	264

1.4 Аналіз світового досвіду організації маршрутів перевезень пасажирів у вечірню та нічну пору доби та у вихідні дні тижня

Зовсім нещодавно в світі сталося переобрання темного часу доби – в 1990-ті. 1997 року у Берліні була організована перша «Ніч музеїв». Тепер це міжнародна подія, в яку залучені декілька тисяч міст по всьому світу. Неза-

баром з'явилися і інші «ночі», наприклад, «Ніч бібліотек» і «Велоніч». Нічні клуби та вечірки, концерти та виставки – все це є нічне дозвілля населення, що трансформувало статус ночі, та принесло великі вигоди країнам.

Нічне життя у містах зараз являє собою активно діючу модель. Це не одиничний випадок. Це явище зумовлено браком часу у населення. Адже більшість з них не мають часу на розваги та відпочинок вдень. Щоб координувати діяльність таких закладів існують ще й нічні мери міст. Перший пост нічного мера з'явився в Амстердамі ще в 2013 році. Сьогодні такі мери працюють у багатьох світових столицях: Лондоні, Парижі, Нью-Йорку [13].

Діяльність нічного життя з кожним роком заохочує все більше і більше людей. Відвідувачі й робітники вносять значну частину в економіку міст.

Оцінений оборот нічної індустрії у Великобританії перевищує 70 мільярдів фунтів стерлінгів в рік. На невеликих міських музичних майданчиках у Великобританії працевлаштовані близько 110 тисяч чоловік, бюджету вони заробляють більше двох мільярдів фунтів в рік. На концерти в Лондон стікається майже 7 мільйонів людей, з яких близько половини, - туристи.

Більше 20 відсотків в економіці Берліна складає сфера культури і творчих індустрій. Звичайно, нічне життя з цих 20 відсотків займає лише частину, але і ця частина гарантує десятки тисяч робочих місць і багато мільярдів євро доходів бюджету. У одному тільки Парижі у 230 тисяч жителів робота триває з півночі до 5 ранку, а в економіку нічної культури залучені більше 80 тисяч чоловік. Усе це приносить місту близько 1,4 мільярдів євро в рік.

Щоб учасники нічного життя могли безперешкодно дістатися роботи, додому тощо виникла необхідність в їх організованій доставці. Саме тоді вирішили додати декілька маршрутів масового транспорту, що діють після закінчення руху у місті, у транспортну мережу міста.

Франція, Італія, Австрія, Нідерланди, Англія, країни Скандинавії, Центральної і Східної Європи, Австралія, Корея, Японія та багато інших країн вже пристосували систему нічних маршрутів до міського пасажирського транспорту. В Україні лише кілька років тому почав розвиватися організа-

ний рух пасажирів вночі. Проте Львів, Дніпро, Вінниця, Харків та нещодавно Київ і Житомир вже пізнали комфорт в пересуванні у пізні години.

Зокрема, на Мальті діють 8 нічних маршрутів. Переважна більшість діють ніччю з п'ятниці на суботу та з суботи на неділю. Інтервал руху 30 хвилин. Дані маршрути працюють з опівночі до четвертої ранку. Важливо зазначити, що найчастіше вартість проїзду відрізняється від пересувань вдень. Як наприклад, на Мальті взимку вартість €1.5, вдень €2, а вночі – €3. Квитки можна купити як у водія за готівку, так і розрахуватися карткою мешканця в автоматі в автобусі. Одиночний квиток дає можливість поїздки впродовж двох годин. Після закінчення цього часу потрібно купувати новий.

В Сінгапурі нічні маршрути переміщують мешканців з міста до основних житлових масивів в час, коли денні автобуси все не надають свої послуги. Всього діють 6 маршрутів з інтервалом хвилин з п'ятниці по неділю та напередодні святкових днів. Час роботи з опівночі до другої ранку, проте під час особливих випадків, таких як Різдво та Новий рік, робочі години продовжують до четвертої ранку. Якщо перевезення відбувається з міста в райони з соціальним житлом, то вартість становить \$4.4, а якщо між районами - \$1.7. Сплатити можна як карткою, так і готівкою.

1.5 Висновки та постановка задач

На підставі детально проведеного аналізу системи громадського пасажирського транспорту міста Запоріжжя визначили, що у місті зовсім не розвинені переміщення вночі. Спираючись на історію та нічну діяльність інших міст бачимо, що розвинена нічна інфраструктура вносить значну частину у бюджети міст, сприяє мобільності пасажирів та стимулює економіку в цілому.

Проаналізувавши досвід інших держав визначили загальні риси, що характеризують нічну транспортну мережу. Вони є спільними незалежно від міста та країни.

Чинним законодавством України встановлені всі вимоги для розробки мережі громадського транспорту у містах. Перш за все, необхідно чітко сформувати та обґрунтувати вимоги до мережі – де та як будуть прокладатися майбутні маршрути. Наступним кроком є визначення об'єктів тяжіння, їх аналіз. Побудову маршрутної мережі виконаємо у двох варіантах - спираючись на вже існуючу денну мережу та на основі зовсім нових маршрутів. Далі, слід розробити для кожної схеми розклади руху по маршрутам. Один варіант маршрутного розкладу, де зображено лише час відправлення рухомого складу з кінцевих зупинок маршруту та розклад руху для пасажирів, з розрахунком часу прибуття автомобілів на спільні, загальні зупинки по маршруту. Це дозволить розрахувати кількість необхідного рухомого складу на нічних маршрутах та виконати розрахунок показників пасажироперевезень і техніко-експлуатаційних показників роботи пасажирського рухомого складу.

На основі розробленої мережі визначимо тариф на перевезення, загальні експлуатаційні витрати та дохід при закладеному рівні рентабельності.

2 ПРОЄКТНА ЧАСТИНА

2.1 Обґрунтування та формування вимог до мережі нічних міських маршрутів громадського транспорту

Створення нічної мережі міських маршрутів громадського транспорту здійснюється на основі пасажиропотоків. Останній підрахунок пасажирських кореспонденцій на маршрутах загального користування у місті Запоріжжя відбувся в 2017 році. Це було систематичне, комплексне дослідження на усіх автобусних, тролейбусних та трамвайних маршрутах. Для його виконання застосували табличний та візуальний методи підрахунку. Спираючись на отримані дані будуть проведені розрахунки в ході цієї магістерської роботи.

Вихідними даними є матриця пасажирських кореспонденцій, яка створена за результатами обстеження пересувань мешканців міста по маршрутній мережі громадського транспорту. Для полегшення обробки даних було виконано транспорте районування міста Запоріжжя. Таким чином, отримали 92 райони, осями яких, як правило, служать магістралі вулично-дорожньої мережі. При цьому у центральній частині міста площа транспортного району приймається у межах $0,4 \dots 4,0 \text{ км}^2$, у серединній зоні $4,0 \dots 10,0 \text{ км}^2$, у периферійній зоні – понад 10 км^2 . Вихідне транспортне районування м. Запоріжжя наведено на рисунку 2.1 та слайді 6 презентації.

На основі моніторингу пересувань та виділення транспортних районів всі отримані дані о пасажиропотоках були занесені у матрицю кореспонденцій. Вона являє собою зведену таблицю результатів обстеження. Вихідна матриця має розмір 92×92 . Цей розмір значно ускладнює роботу з нею та передбачає велику похибку в розрахунках. Тому для подальшої оптимізації маршрутної мережі необхідно укрупнити транспортні райони. Це необхідно для планування та моделювання переміщень мешканців між точками (районами) відправлення та призначення.



Рисунок 2.1 – Транспорте районування міста Запоріжжя

Перш за все, необхідно позначити, що до розробки нічної мережі громадського пасажирського транспорту відносяться райони з щільною багатоповерховою жилою забудовою. Це означає, що в розрахунках не враховують зони з приватними будинками, через низьку потребу та неефективне використання громадського транспорту в конкретних умовах. Тому необхідно виключити з мережі зони, які не виконують цю умову.

Додатково, зони, які мають багатоповерхову забудову на території до 25% від загальної території зони не враховуємо під час подальших розрахунків. Це зумовлено тим, що здебільшого житлові будинки знаходяться поблизу до житлових будинків сусідніх зон, а саме перевезення в незабудовані зони не є економічно вигідним та доцільним.

Важливо зазначити, що промислові зони також не включаємо до мережі нічного транспорту. Підвезення-розвезення робітників цілодобових підприємств є зобов'язанням керівництва цих підприємств. Таким чином, транспортні райони міста Запоріжжя, на яких розміщені заводи, фабрики та їх елементи прибираємо з карти районів.

Після ретельного проведення аналізу кожної зони на відповідність заданим умовам отримали, що з 92 вихідних районів лише 42 райони можна залишити для подальшого опрацювання.

Більшість транспортний районів не пройшла перевірки першим та третім критеріями, тобто територія міста містить багато приватних будинків, що простираються від району до району, обіймаючи велику площу. Також, варто зазначити, що Запоріжжя – промислове місто. Розвинене машинобудування, чорна та кольорова металургія, хімічна та будівельна промисловість, річковий порт і важливий транзитний залізничний вузел наклали свій відбиток на територіальний розподіл міста. Велика кількість індустріальних підприємств дозволили виключити багато районів при корегуванні транспортного районування міста.

Корегована схема транспортного районування міста Запоріжжя зображена на рис. 2.2.

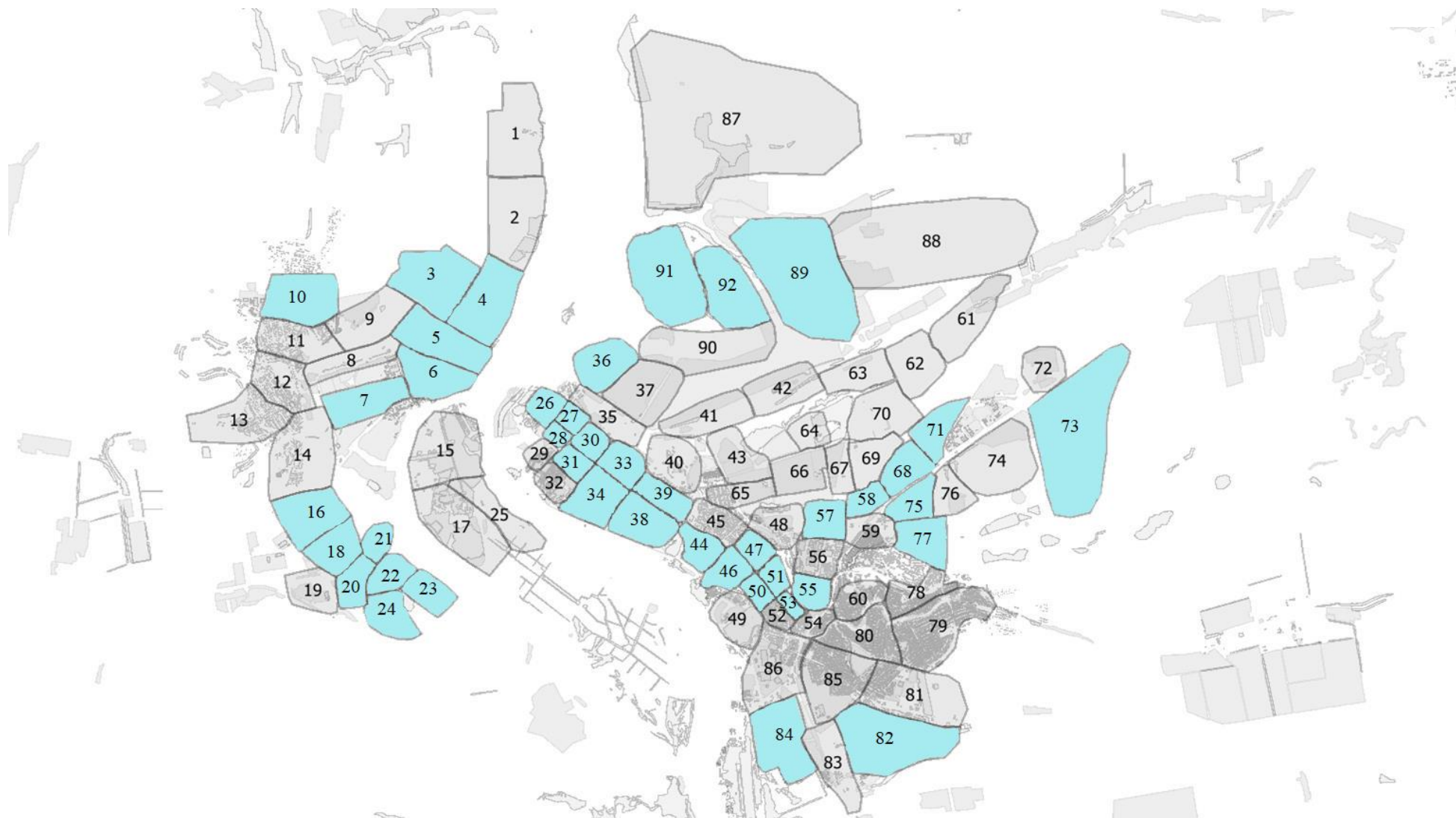


Рисунок 2.2 – Кореговане транспортне районування міста Запоріжжя

Отримані райони доцільно об'єднати в групи. За територіальною ознакою транспортні райони з корегованої карти районування міста, що знаходяться поруч, групуємо. Таким чином, отримали 7 великих зон, кожна з яких містить від 2 до 10 районів. Маємо: 2 зони – А та В на правому березі міста та 5 зон – С, D, E, F та G на лівому.

Зона А включає в себе райони 3, 4, 5, 6, 7 та 10. Отримана зона майже повністю обіймає територію, яка за адміністративним поділом називається Дніпровський район. На території розташована низка комунальних підприємств. Житловий фонд району налічує 32 тис. квартир. Це понад 800 будинків та 21 гуртожиток.

Зона В містить 16, 18, 20, 21, 22, 23 та 24 райони. Це наймолодший район міста – Хортицький. Поширюється на правому березі Дніпра. Протягом багатьох років він залишається міським районом з найбільш сприятливою екологією.

Зона С укладає в себе 26, 27, 28, 30, 31, 33, 34, 36, 38 і 39 райони. Це найбільш велика зона, що утворилася на території Вознесенівського та частково Дніпровського адміністративного району. Район займає центральну частину міста. На її території знаходяться органи влади Запоріжжя, велика кількість підприємств (в тому числі розвинена мережа підприємств сфери обслуговування) і установ, а також великі житлові масиви.

Зона D вміщує 44, 46, 47, 50, 51, 53, 55 райони. За адміністративним поділом це найстаріший район Олександрівський. Він охоплює стару частину міста, в якому знаходяться частина історичних і культурних об'єктів міста. Саме тут була заснована в 1770 році Олександрівська фортеця, яка в свою чергу дала початок місту Олександрівськ (стара назва сучасного міста Запоріжжя). Також, район є навчальним центром міста. На території району розташовуються три, два коледжу, 3 ліцеї, 12 загальноосвітніх шкіл, вечірніх шкіл, шкіл естетично-музичного виховання, 15 дошкільних навчальних закладів, одна музична школа, один колегіум.

Зона Е включає в себе 57, 58, 68, 71, 73, 75, 77 райони. За поділом це Шевченківський район - найбільший район міста Запоріжжя. На території району розташовані: Міжнародний аеропорт «Запоріжжя»; залізничні станції Запоріжжя-Вантажне, Передатна. На території знаходиться велика кількість підприємств та установ (торгівля, машинобудування, банківська сфера тощо).

Зона F розташовує на своїй території 82 та 84 транспортні райони. Це найбільш населені частини Комунарського району. Знаходиться зона в південній часті міста. Тут збудовані і заселені понад 700 багатоповерхівок.

Зона G охоплює 89, 91 та 92 транспортні райони. Адміністративний район – Заводський. На території здебільшого розміщені промислові підприємства міста Запоріжжя – ключові металургійні заводи.

Окремо необхідно позначити на карті центри тяжіння мешканців. В місті Запоріжжя такими об'єктами є : автостанція №1, автостанція №2, автостанція №3, автостанція №4, залізничний вокзал №1, залізничний вокзал №2 та аеропорт.

Отримане зонування міста Запоріжжя зображено на рис. 2.3 та на слайді 8 презентації.

Отримана схема дає можливість зменшити вихідну матрицю. Спочатку вихідна матриця на основі корегованого зонування міста Запоріжжя зменшиться з 92×92 райони до 42×42 райони. Це відбувається на основі виключення зон, які не пройшли відбір попередньо заданими критеріями. Отримана корегована матриця пасажирських кореспонденцій зображена в табл. 2.1.

Після цього необхідно привести матрицю у доступний для подальшого опрацювання вигляд. Для цього групуємо райони, які знаходяться поблизу, на підставі територіальної ознаки. Отримані зони подібні до адміністративного поділу міста. Після виконання зонування міста Запоріжжя вихідна матриця корегується до розмірів 7×7 . Остаточний вигляд матриці зображений в табл. 2.2.

Дані щодо внутрішньорайонних кореспонденцій наведені в табл. 2.3.

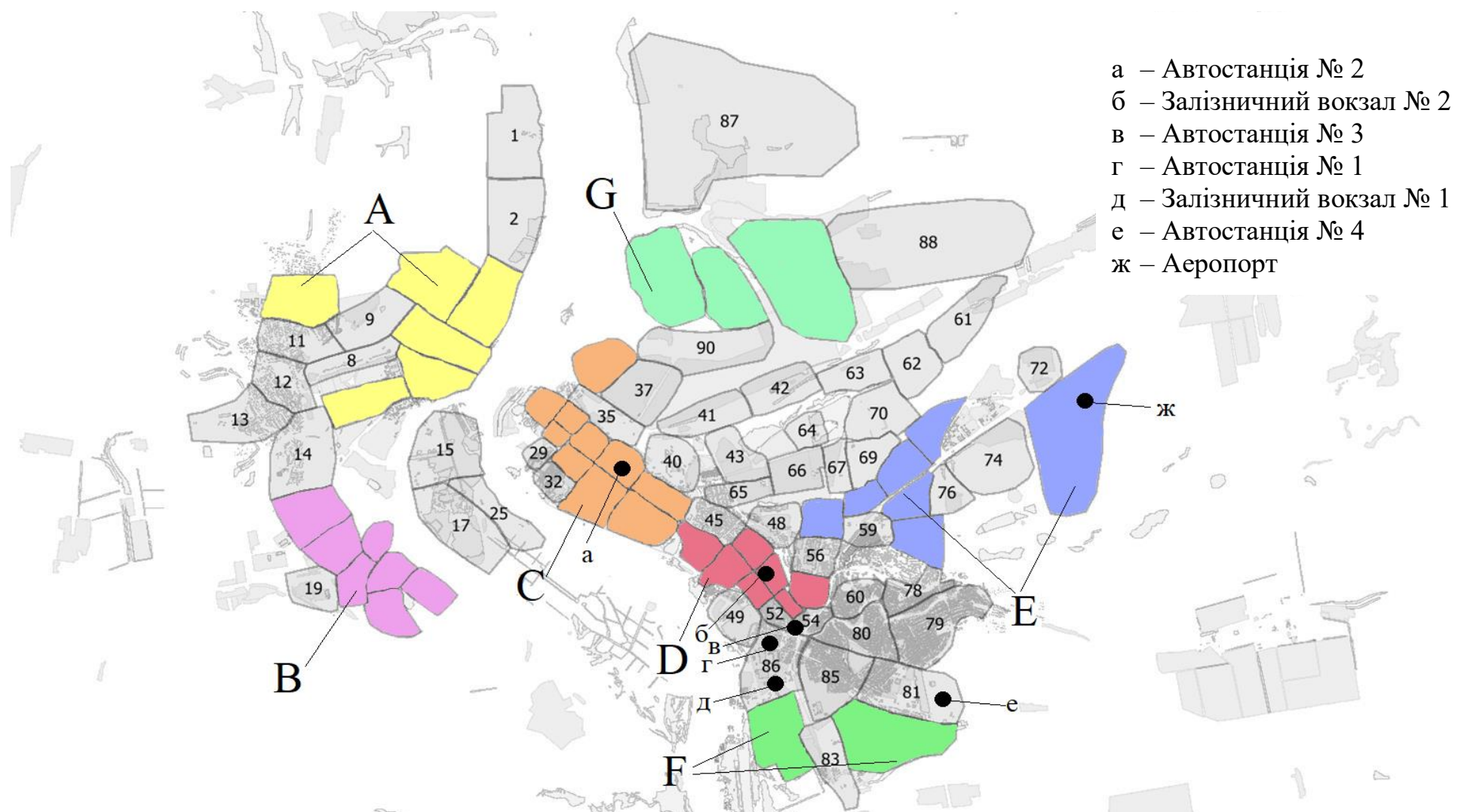


Рисунок 2.3 – Зонування міста Запоріжжя

Таблиця 2.1 – Корегована матриця пасажирських кореспонденцій

		А						В							С									
		3	4	5	6	7	10	16	18	20	21	22	23	24	26	27	28	30	31	33	34	36	38	39
А	3	0	814	730	190	41	85	36	20	20	5	19	4	19	383	185	133	71	54	302	75	29	66	117
	4	404	0	448	103	21	41	17	9	10	2	9	2	8	200	93	68	35	27	148	37	15	32	57
	5	176	218	0	234	43	76	25	13	14	3	11	3	11	253	115	86	43	33	178	43	18	39	68
	6	55	61	281	0	63	56	17	8	10	3	10	3	9	166	74	56	28	21	115	28	11	25	44
	7	40	40	175	208	0	59	26	14	14	3	10	2	10	110	54	39	22	16	96	23	9	22	38
	10	68	67	253	154	49	0	74	38	40	7	27	4	23	152	77	54	32	25	149	37	15	37	62
В	16	39	37	108	61	29	99	0	448	301	41	144	16	103	102	59	42	27	23	137	34	11	37	54
	18	15	15	41	23	11	38	329	0	485	42	142	13	86	55	31	24	15	13	70	19	6	19	29
	20	10	10	30	17	8	25	144	317	0	97	318	19	145	54	31	23	15	13	66	19	6	18	28
	21	7	7	18	13	4	14	58	80	286	0	414	22	81	43	26	19	12	10	54	14	4	14	21
	22	11	10	26	20	6	19	75	102	348	154	0	43	214	63	36	28	17	15	76	21	6	20	31
	23	3	3	7	6	2	3	10	11	25	10	52	0	27	18	11	8	5	4	21	6	2	5	8
	24	14	13	35	26	8	23	77	87	225	43	303	32	0	81	49	36	22	20	96	27	8	26	41
С	26	29	30	79	43	8	14	7	5	8	2	8	2	8	0	1152	699	192	98	471	85	47	64	123
	27	36	36	93	49	11	18	11	8	12	3	12	3	12	2987	0	1123	492	156	962	148	121	116	226
	28	10	10	26	14	3	5	3	2	3	1	4	1	3	683	423	0	159	60	278	43	18	27	62
	30	7	7	16	9	2	4	2	2	3	1	3	1	3	240	236	97	0	115	630	70	12	46	95
	31	6	6	16	8	2	4	3	2	3	1	3	1	3	154	95	96	145	0	271	134	7	51	58
	33	27	26	65	35	9	17	11	8	12	3	12	3	11	554	436	220	594	204	0	520	37	440	1012
	34	7	7	16	9	2	4	3	2	3	1	3	1	3	104	70	54	69	105	544	0	7	170	138
	36	1	1	3	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	26	26	10	5	3	17	3	0	3	6
	38	10	10	24	13	4	7	5	4	5	1	5	1	5	130	91	55	74	65	757	280	11	0	545
	39	10	9	23	12	3	6	4	3	4	1	4	1	4	133	94	52	82	40	930	122	11	291	0

Продовження таблиці 2.1.

		A						B							C									
		3	4	5	6	7	10	16	18	20	21	22	23	24	26	27	28	30	31	33	34	36	38	39
D	44	3	3	8	4	1	2	2	1	2	0	2	0	2	32	21	12	14	8	109	22	3	101	95
	46	15	14	32	18	5	11	8	5	7	2	7	2	7	130	84	50	56	34	421	85	12	203	342
	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
	50	2	2	5	3	1	2	1	1	1	0	1	0	1	19	12	7	8	5	55	11	2	21	40
	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	1	0	5	1	0	2	3
	53	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	1	1	1	7	1	0	3	5
	55	3	3	6	3	1	2	2	1	2	0	2	0	1	19	12	7	7	5	44	9	2	16	29
E	57	5	4	10	5	2	4	3	2	2	1	2	0	2	30	19	11	11	7	72	15	3	26	47
	58	3	3	8	4	1	3	2	2	2	0	2	0	2	23	14	9	8	6	53	12	3	18	33
	68	5	5	12	6	2	5	3	3	3	1	3	1	3	32	21	12	11	8	68	15	5	23	43
	71	11	12	25	14	4	9	8	4	7	2	6	2	6	70	44	27	21	14	130	26	10	40	68
	73	4	3	9	5	1	3	3	2	2	1	3	0	2	20	11	8	6	5	39	8	3	13	21
	75	3	3	6	4	1	3	2	2	2	0	2	0	2	20	12	7	6	4	42	9	2	14	25
	77	2	2	4	2	1	2	1	1	1	0	1	0	1	12	7	5	4	3	26	6	1	9	16
F	82	18	17	35	18	6	16	13	7	11	3	10	3	10	106	61	41	34	24	214	47	11	71	126
	84	18	20	41	23	7	16	13	10	11	3	11	3	11	116	72	44	38	28	256	61	13	88	154
G	89	2	2	5	3	1	2	1	1	1	0	1	0	1	15	10	6	4	2	21	5	3	5	10
	91	16	15	34	18	5	12	7	5	7	2	7	2	6	136	95	52	31	20	196	38	36	47	86
	92	38	37	85	46	13	28	19	13	16	4	16	4	16	310	211	119	72	48	443	88	73	109	197

Продовження таблиці 2.1.

		D							E							F		G		
		44	46	47	50	51	53	55	57	58	68	71	73	75	77	82	84	89	91	92
A	3	17	75	0	49	4	11	14	42	16	10	15	11	16	14	41	20	24	25	120
	4	9	35	1	23	2	5	7	19	8	4	8	5	7	6	18	10	12	12	57
	5	10	39	1	27	2	6	7	22	8	5	9	6	7	6	19	10	14	13	64
	6	7	25	0	17	1	4	4	14	5	3	6	4	5	4	12	7	9	8	41
	7	6	24	0	17	1	4	4	15	6	3	6	4	5	5	13	8	8	8	38
	10	11	46	0	31	2	7	9	28	11	7	10	9	11	7	27	12	16	15	69
B	16	11	44	0	29	3	7	10	26	10	7	11	10	11	8	30	14	15	12	65
	18	5	21	0	15	1	3	5	13	5	3	5	4	5	3	13	8	8	6	32
	20	5	19	0	14	1	3	4	11	5	3	5	3	4	4	13	6	6	6	26
	21	4	15	0	10	1	3	3	9	4	2	3	3	3	3	9	5	5	5	21
	22	5	20	0	14	1	4	4	12	5	3	4	4	5	4	12	7	7	6	28
	23	1	5	0	4	0	1	1	3	1	1	1	1	1	1	3	2	2	2	8
	24	7	28	0	19	1	5	5	16	7	4	6	5	5	5	16	10	9	8	38
C	26	13	49	0	29	2	6	7	21	8	4	7	4	7	5	17	9	13	17	71
	27	22	82	0	49	4	11	11	34	12	8	12	6	12	9	26	14	22	30	126
	28	6	22	0	13	1	3	3	9	3	2	3	2	3	2	6	4	5	6	27
	30	7	26	0	14	1	3	3	10	3	2	3	2	3	3	7	4	4	5	21
	31	6	20	0	12	1	3	3	8	3	2	2	2	3	2	6	4	3	4	17
	33	53	186	2	99	8	20	19	59	21	12	16	10	18	15	41	24	22	28	120
	34	11	39	0	20	2	4	4	13	5	3	3	2	4	3	9	6	5	6	25
	36	1	3	0	2	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	2	9
	38	85	155	1	66	5	13	11	37	12	7	8	6	11	9	24	14	9	11	51
	39	42	139	1	66	5	12	11	35	12	6	7	5	10	8	22	13	9	11	49

Кінець таблиці 2.1.

		D							E							F		G		
		44	46	47	50	51	53	55	57	58	68	71	73	75	77	82	84	89	91	92
D	44	0	542	2	91	6	13	10	33	10	4	5	3	7	6	16	10	3	3	15
	46	598	0	11	1038	55	103	65	175	50	22	27	16	38	31	90	62	13	15	66
	47	1	3	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	50	25	254	2	0	50	72	26	33	10	4	5	3	7	6	24	17	2	2	11
	51	2	16	0	57	0	9	4	4	1	0	1	0	1	1	2	1	0	0	1
	53	2	17	0	48	5	0	11	8	2	1	1	1	2	1	5	4	0	0	2
	55	11	69	1	113	14	71	0	133	29	11	12	7	20	16	37	24	3	3	12
E	57	19	94	1	73	8	28	68	0	161	36	33	13	49	38	31	19	4	4	20
	58	12	57	1	44	4	16	31	343	0	93	55	16	40	22	24	14	4	4	18
	68	13	59	1	46	4	15	28	180	219	0	173	34	115	48	33	17	8	6	29
	71	22	99	1	77	7	25	41	226	178	236	0	85	298	119	80	32	22	14	62
	73	6	27	0	21	2	7	11	40	25	22	40	0	45	25	28	10	6	4	17
	75	9	39	0	31	3	11	20	94	37	44	84	27	0	71	24	11	5	3	14
	77	6	25	0	19	2	7	12	57	16	14	26	12	55	0	23	7	2	2	9
F	82	41	208	1	228	17	74	81	134	48	28	50	37	54	66	0	325	18	16	79
	84	55	298	3	334	24	106	110	173	61	30	41	28	51	44	682	0	18	17	91
G	89	1	6	0	4	0	1	1	4	2	1	3	2	2	1	4	2	0	13	120
	91	12	47	1	31	2	7	8	25	11	7	11	7	9	8	21	11	88	0	1346
	92	28	107	1	73	6	18	19	62	26	18	28	16	22	19	56	31	448	713	0

Таблиця 2.2 – Матриця пасажирських кореспонденцій після остаточного корегування

	A	B	C	D	E	F	G
A	0	612	4640	564	412	197	553
B	914	0	2104	361	277	148	315
C	964	272	0	1517	580	252	729
D	150	60	2206	0	748	292	151
E	220	102	1472	1152	0	353	257
F	235	119	1605	1580	845	0	239
G	362	192	2488	373	284	125	0

Таблиця 2.3 – Внутрішньорайонні перевезення пасажирів

Зона	A	B	C	D	E	F	G
Значення	5253	5969	22707	3419	3544	1007	2728

2.2 Визначення об'єктів тяжіння мешканців і побудова маршрутної мережі для нічного періоду доби

Основними об'єкти тяжіння пасажирів у місті Запоріжжя у нічну пору доби є заклади дозвілля, підприємства, які працюють вночі, великі житлові масиви та об'єкти міської транспортної інфраструктури (автостанції, залізничні вокзали). Вони є пунктами концентрації людей, місцями транзиту подорожуючих, прибуття та відправлення мешканців міста.

На сьогодні у місті Запоріжжя діють чотири автостанції, які розміщені на лівому березі Дніпра.

Автостанція №1 – основний та найбільший автовокзал міста, що розміщений на центральній вулиці Запоріжжя – проспекті Соборному, у 86 транспортному районі. Місцезнаходження автовокзалу є зручним для мешканців

міста, бо до нього можна дістатися практично з кожного району міським громадським транспортом без виконання пересадок на шляху прямування. Недалеко від автовокзалу розміщений головний пасажирський залізничний вокзал Запоріжжя-І.

Автостанція № 1 забезпечує автобусне сполучення з населеними пунктами Запорізької області, окремими обласними центрами України, містами за кордоном держави. По пропускній здатності автостанція № 1 відноситься до 1-го класу. Основні складові автостанції – вокзальна будівля, перони для посадки і висадки пасажирів, під'їзди до перону, які ізольовані від дороги загального користування. У вокзальній будівлі розташовані зали очікування, каси для поточного та попереднього продажу квитків, підприємства громадського харчування та роздрібної торгівлі, камери схову, а також службові приміщення (диспетчерська, адміністративні приміщення, кімнати для відпочинку водіїв тощо).

Автостанція № 1 є транзитним пунктом для подорожуючих із найближчих до Запорізької областей, а саме Донецької, Дніпропетровської та Херсонської. З 23:00 до 07:00 на автостанцію прибувають автобуси з Куп'янська та Кирилівки, Харкова та Херсона, Бердянську та Енергодару, Кам'янського, Генічеська, Курахова та Харцизька. Із Запоріжжя за цей період доби відходять прямі автобусні рейси до Києва, Харкова, Новоархаргельська, Херсону, Полтави, Кривого Рогу, Первомайська, Дніпра, Нікополя та Одеси. З червня по вересень додаються сезонні рейси у південному напрямку – до Бердянська, Мелітополя, Генічеська, Кирилівки, Приморська. Більшість рейсів виконується за міжміськими автобусними маршрутами загального користування, які не виходять за межі області – до Токмака, Василівки, Андріївки, Якимівки та інших населених пунктів Запорізької області. Автостанція № 1 працює у цілодобовому режимі.

Автостанція №2 – призначена для обслуговування переважно приміських перевезень з міста Запоріжжя до населених пунктів, розташованих як у лівобережній, так і правобережній частині Запорізької області. Основними

напрямами маршрутів, що прямують з автостанції є Вільнянський, Біленьківський, Широківський, Володимирівський. Автостанцію № 2 було відкрито 25 грудня 1983 року. Розташована автостанція № 2 у Вознесенівському районі міста Запоріжжя по вулиці Рекордній, 37, поблизу Критого ринку.

Основні частини автостанції № 2 – вокзальна будівля, перони для посадки і висадки пасажирів, під'їзд до перону, який ізольований від дороги загального користування. У вокзальній будівлі розташовані зали очікування, каси для продажу квитків, підприємства громадського харчування та роздрібної торгівлі, а також службові приміщення (диспетчерська, адміністративні приміщення). Автостанція № 2 у нічні години доби не працює.

Автостанція №3 – призначена для обслуговування пасажирів приміських автобусних маршрутів, що прямують до населених пунктів Запорізької області, розташованих на лівому березі Дніпра. Автостанція розташована в Олександрівському районі міста Запоріжжя по вулиці Жуковського, 15. Автостанція складається з вокзальної будівлі, п'яти перонів для посадки і висадки пасажирів. У вокзальній будівлі розташовані зала очікування, каси для продажу квитків, а також службові приміщення (диспетчерська, адміністративні приміщення). Основними напрямками, маршрути яких обслуговує автостанція № 3 є Вільнянський, Василівський, Малокатеринівський, Оріхівський. У нічні години доби автостанція № 3 не працює.

Автостанція №4 є найновішою автостанцією міста, що розміщена по вул. Орехівське шосе 6а на виїзді з міста Запоріжжя в районі Запорізької обласної клінічної лікарні. Станція віднесена до 5 класу, має два перони для посадки та висадки пасажирів. Основні напрямки, які обслуговується автостанцією у міжміському сполученні – Оріхівський, Пологівський, Розівський, Бердянський; у приміському сполученні – Новоолександрівський, Степний. У нічні години доби автостанція не працює.

Для обслуговування пасажирів, які користуються для поїздок залізничним транспортом у місті Запоріжжя працюють два залізничних вокзали – За-

поріжжя-I та Запоріжжя-II. Обидва вокзали працюють у цілодобовому режимі.

Залізничний вокзал та станція Запоріжжя I – вузлова дільнична позакласна залізнична станція Запорізької дирекції Придніпровської залізниці на перетині головного ходу Москва – Севастополь та лінії Донбас – Кривбас. Розташована у південно-східній частині міста Запоріжжя.

Станція Запоріжжя I за категорією відноситься до позакласних та має 5 приймально-відправних колій для пасажирських поїздів далекого прямування та парк колій для приймання та відправлення приміських електропоїздів. Комплекс пасажирського вокзалу станції складається з спеціальних споруд, приміщень, обладнаних та призначених для тимчасового перебування пасажирів та їх обслуговування. До комплексу будівель вокзалу входять: будинок вокзалу, павільйон приміських кас та камер схову, багажне відділення, заклади харчування, перони та посадочні платформи, пішохідний тунель для проходу на 3-6 колії.

На вокзалі, після нещодавньої реконструкції, встановлені автоматизований пристрій управління табло і гучномовці, інформаційні електронні табло з інформацією про прибуття і відправлення поїздів та наявність вільних місць на поїзди, Wi-Fi мережа та інше сучасне обладнання. У 2018 році вокзал Запоріжжя-I увійшов у топ-10 найбільш завантажених вокзалів України, який обслужив 2,1 млн пасажирів у далекому сполученні (з них посадка – 1,05 млн пас., висадка – 1,04 млн пас.).

Залізничний вокзал Запоріжжя-I є транзитною станцією для поїздів далекого прямування за напрямками Бахмут –Маріуполь, Бердянськ – Київ, Жмеринка – Маріуполь, Ковель – Новоолексіївка, Одеса – Дніпро, Полтава – Новоолексіївка. У міжнародному сполученні відправляються поїзди до Мінська та Москви.

Залізнична станція та пасажирський вокзал Запоріжжя II – вузлова вантажно-пасажирська залізнична станція Запорізької дирекції Придніпровської

залізниці. Станція розташована в Олександрівському районі міста Запоріжжя на перетині головного ходу «Північ – Південь» та лінії Донбас – Кривбас.

Пасажирські поїзди далекого сполучення прямують через станцію Запоріжжя II без зупинок на ній. Станція обслуговує лише поїзди приміського сполучення (електропоїзди) у Мелітопольському, Нікопольському, Синельниківському та Пологівському напрямках.

Для побудови маршрутної мережі для нічного періоду доби за основу беремо матрицю пасажирських кореспонденцій після остаточного корегування. Нічну мережу роздробляємо в двох варіантах. Перший варіант будуємо на основі існуючих маршрутів, а другий – на основі мінімального дублювання маршрутів громадського транспорту.

П е р ш и й в а р і а н т. Для побудови кістяка маршрутної мережі застосовуємо евристичний підхід, який полягає у охопленні безпересадочними нічними маршрутами найбільших за обсягами пасажирських кореспонденцій транспортними районами з наданням переваги вже існуючим або легко створюваним маршрутам міського електричного транспорту. Підхід полягає у реалізації наступних кроків:

Крок 1. Переглядаємо матрицю міжрайонних пасажирських кореспонденцій і для кожної пари укрупнених транспортних районів (ТР) визначаємо сумарний взаємний обсяг кореспонденцій. Результати зводимо до табл.2.4.

Таблиця 2.4 – Сумарні взаємні кореспонденції між укрупненими транспортними районами міста

Пара укрупнених ТР	Обсяги пасажирських кореспонденцій між районами за напрямками, пас.			Можливий вид транспорту	Транзитні райони
	прямий	зворотний	загалом		
1	2	3	4	5	6
А – С	4640	964	5604	тролейбус	–
С – D	1517	2206	3723	тролейбус	–

Кінець табл. 2.4

1	2	3	4	5	6
C – G	729	2488	3217	автобус	–
B – C	2104	272	2376	автобус	–
C – E	580	1472	2052	автобус	D
D – E	748	1152	1900	автобус	–
D – F	292	1580	1872	тролейбус	–
C – F	252	1605	1857	тролейбус	D
A – B	612	914	1526	автобус	–
E – F	353	845	1198	автобус	D
A – G	553	362	915	автобус	C
A – D	564	150	715	тролейбус	C
A – E	412	220	632	автобус	C, D
E – G	257	284	541	автобус	C, D
D – G	151	373	524	автобус	C
A – F	197	235	432	тролейбус	C, D
B – D	361	60	421	автобус	C
B – E	277	102	379	автобус	C, D
F – G	239	125	364	автобус	C, D
B – F	148	119	267	автобус	C, D
B – G	315	192	227	автобус	C

Крок 2. Упорядковуємо сумарні кореспонденції між укрупненими ТР у порядку їх спадання.

Крок 3. Обираємо пару укрупнених ТР з найбільшим за величиною обсягом взаємних пасажирських кореспонденцій та призначаємо між ними прямий безпересадочний маршрут у відповідності пріоритету (за спаданням):

а) існуючий маршрут міського електричного транспорту (тролейбус, трамвай);

- б) можливий маршрут міського електричного транспорту, що може бути відкритий на існуючій мережі тролейбусних та трамвайних маршрутів;
- в) існуючий маршрут міського автобусного транспорту;
- г) новий маршрут міського автобусного транспорту.

Крок 4. Після призначення маршруту виключаємо з подальшого розгляду відповідну пару укрупнених ТР та усі транзитні укрупнені ТР з визначеними для них обсягами пасажирських кореспонденцій.

Крок 5. Кроки 2 – 4 повторюємо доти, доки усі укрупнені транспортні райони не будуть охоплені мережею нічних маршрутів, при цьому поїздка між кожною з пар укрупнених транспортних районів повинна дозволяти реалізацію не більше ніж з однією пересадкою на шляху прямування.

Таким чином, отримали шість маршрутів, які повністю або частково повторюють денні маршрути міського транспорту та з'єднують більшість зон між собою.

Для переміщень між зонами А та F, через зони С та D за основу беремо тролейбусний маршрут № 3 – 4-й Південний мікрорайон – вул. Піщана. Цей маршрут проходить повз все місто, адже дані райони розміщені на протилежних кінцях Запоріжжя.

Важливо зазначити, що район А має велику протяжність, що потребує в свою чергу організації внутрішньорайонних маршрутів. Для цього, до мережі вносимо маршрут №82 – Арматурний завод – проспект Металургів.

Між зонами В та D, через С, можна добратися на автобусі № 39 Залізничний вокзал «Запоріжжя-2» – Нікопольський поворот. Початковий пункт цього маршруту – історичний центр міста, що забезпечує доступність до пунктів тяжіння та культурних центрів.

Від зони G до зони F, через зони С та D, прокладено автобусний маршрут № 29 – вулиця Фінальна – 4-й Південний мікрорайон. Другий за протяжністю маршрут громадського транспорту. Об'єднує периферійний район міста з промисловим.

З зони Е до зони А, через С, діє 72 автобус – Бородинський ринок – вулиця Пархоменко, а до зони F, через D, йде автобусний маршрут № 94 - вулиця Б.Завади – Сімферопольське шосе. Дані маршрути простягаються в протилежних від зони Е напрямках, адже зона розміщена рівновіддалено від зазначених районів.

Переміщення між зонами А–В, А–G, В–Е, В–F, В–G, Е–G неможливо спроектувати на основі існуючих маршрутів громадського транспорту. Тому, з'єднуємо ці зони з пересадкою в зоні С, а саме на зупинці проспект Металургів. Таким чином, всі зони охоплені в мережу нічного транспорту і немає необхідності створювати нові маршрути. Таким чином, розроблена за першим варіантом мережа нічного громадського транспорту повністю повторює денні маршрути та зображена на рис. 2.4 та на слайді 11 презентації.

Характеристика отриманої мережі та маршрутів, що її становлять, наведена в табл. 2.5.

Для легшої ідентифікації маршрутів в назві маршруту добавимо букву «N», що дозволить відрізняти нічні маршрути від денних.

Для розрахунку тривалості руху оборотного рейсу, при виборі швидкості, спираємось на технічну швидкість транспортного засобу - 20 км/год. Тому, тривалість обороту розраховуємо за формулою:

$$t = \frac{L}{v}, \quad (2.1)$$

де L – протяжність маршруту, км;

v – швидкість руху транспортного засобу.

Для визначення загальної тривалості обороту необхідно врахувати додатково тривалість зупинки на кінцевих пунктах маршруту – 15 хвилин.

Отримані дані вносимо в табл. 2.5.

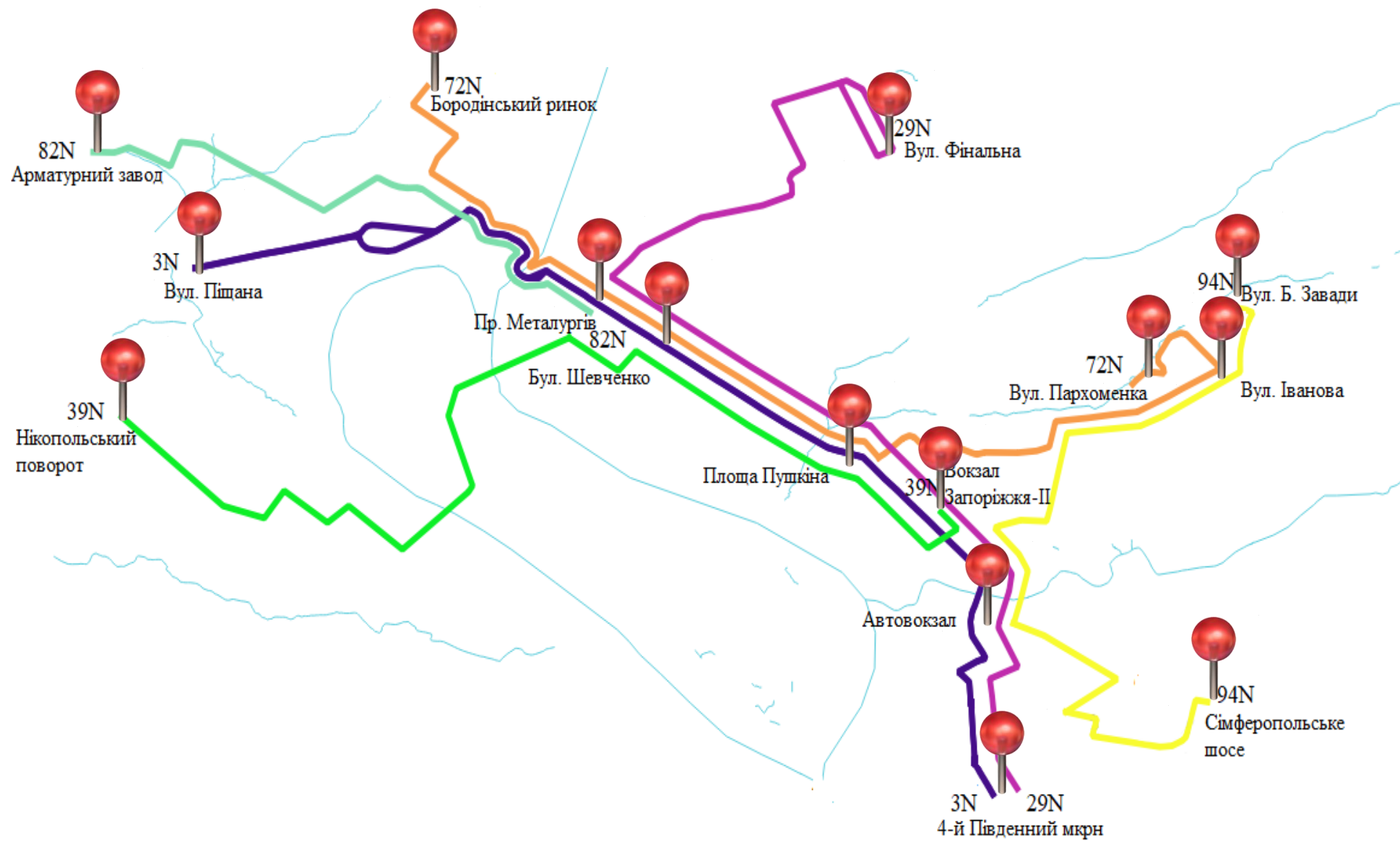


Рисунок 2.4 – Розроблена мережа нічного громадського транспорту в місті Запоріжжя за першим варіантом

Таблиця 2.5 – Характеристика мережі нічного громадського транспорту
(перший варіант)

Маршрут	Початковий пункт - кінцевий пункт	Вид транспорту	Протяжність маршруту, км	Тривалість руху, хв	Тривалість оборотного рейсу, хв
3N	вул. Піщана – 4-й Південний мікрорайон	тролейбус	43,2	132	147
39N	Вокзал Запоріжжя-ІІ – Нікопольський поворот	автобус	43,3	134	149
29N	вулиця Фінальна – 4-й Південний мікрорайон	автобус	48,6	146	161
72N	Бородинський ринок – вулиця Пархоменко	автобус	46,2	134	149
94N	вулиця Б.Завади – Сімферопольське шосе	автобус	36,1	106	121
82N	Арматурний завод – проспект Металургів	автобус	21,8	78	93

На основі отриманої мережі визначаємо щільність маршрутної мережі за формулою (1.1), відстань пішого підходу пасажирів до зупинок МГТ за формулою (1.2) та маршрутний коефіцієнт за формулою (1.3). Отже,

– щільність мережі:

$$\delta_1 = \frac{L_m}{F_c} = \frac{99,9}{190,1} = 0,53 \text{ км/км}^2;$$

- відстань пішого підходу пасажирів до зупинок:

$$l_{\text{піш}} = 1,2 \sqrt{\left(\frac{1}{3 \cdot 0,53}\right)^2 + \left(\frac{0,5}{4}\right)^2} = 0,775 \text{ км},$$

або 775 м, що при середній швидкості руху пішохода 4 км/год (66,7 м/хв) дає значення середньої тривалості пішого підходу пасажира до зупинки 11,6 хв;

- маршрутний коефіцієнт:

$$k_m = \frac{115,8}{99,9} = 1,16;$$

- коефіцієнт пересадковості:

$$k_{\text{пер}} = \frac{N_{\text{мп}}}{N_{\text{сп}}} = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N n_{ij} \cdot n_{\text{пер}}}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1, j \neq i}^N n_{ij}}, \quad (2.2)$$

де $N_{\text{мп}}$ – кількість маршрутних поїздок, од;

$N_{\text{сп}}$ – кількість мережевих поїздок, од;

$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1, j \neq i}^N n_{ij}$ – сумарна кількість маршрутних поїздок з району i в район j

та в зворотному напрямку, од (табл. 2.2);

N – загальна кількість транспортних районів;

$n_{пер}$ - кількість пересадок, од.

$$k_{пер} = \frac{(612 + 914) \cdot 2 + (4640 + 964) + (564 + 150) + (412 + 220) + 197 + 235) + \\ + (553 + 362) \cdot 2 + (2104 + 272) + (361 + 60) + (277 + 102) \cdot 2 + \\ + (148 + 119) \cdot 2 + (315 + 192) \cdot 2 + (1517 + 2206) + (580 + 1472) + \\ + (252 + 1605) + (729 + 2488) + (748 + 1152) + (292 + 1580) + \\ + (151 + 373) + (353 + 845) + (257 + 284) \cdot 2 + (239 + 125)}{31021} = 1,12;$$

– загальні витрати часу пасажирями на пересування визначаються як сума добутків пасажиропотоків (табл. 2.2) на відповідні їм тривалості руху між пунктами з врахуванням тривалості пересаджень.

Спершу, знаходимо відстані між центрами ТР. Для цього, визначаємо географічний центр зон та вимірюємо відстані між ними. Результати наведені в табл. 2.6. У лівому верхньому куті відповідної клітинки зазначені номери проміжних вершин, у центрі клітинки – довжина між зонами.

Таблиця 2.6 – Найкоротші відстані та шляхи між транспортними районами, км

Транс- портні райони	Транспортні райони						
	A	B	C	D	E	F	G
A	–	^C 20,5	9,3	^C 15,1	^{C, D} 23,1	^{C, D} 20,7	^C 16,0
B	^C 20,5	–	11,2	^C 17,0	^{C, D} 25,0	^{C, D} 22,6	^C 17,9
C	9,3	11,2	–	5,8	^D 13,8	^D 11,4	6,7
D	^C 15,1	^C 17,0	5,8	–	8,0	5,6	^C 12,5
E	^{C, D} 23,1	^{C, D} 25,0	^D 13,8	8,0	–	^D 13,6	^{C, D} 20,5
F	^{C, D} 20,7	^{C, D} 22,6	^D 11,4	5,6	^D 13,6	–	^{C, D} 18,1
G	^C 16,0	^C 17,9	6,7	^C 12,5	^{C, D} 20,5	^{C, D} 18,1	–

Виходячи з технічної швидкості руху 20 км/год знайдемо часу руху на кожній ланці маршрутної схеми з урахуванням тривалості пересадок. Попередньо, приймаємо тривалість пересадки рівною 10 хв. Результати розрахунків наведені в табл. 2.7. У лівому верхньому куті відповідної клітинки зазначений пункт, у якому виконується пересадка, у центрі клітинки - тривалість руху з врахуванням тривалості пересадок.

Таблиця 2.7 – Час руху між пунктами маршрутної мережі, хв.

Транспортні райони	Транспортні райони						
	A	B	C	D	E	F	G
A	–	^C 72	28	45	69	62	^C 58
B	^C 72	–	34	51	^D 85	^D 78	^C 64
C	28	34	–	17	41	34	20
D	45	51	17	–	24	17	38
E	69	^D 85	41	24	–	41	^D 72
F	62	^D 78	34	17	41	–	54
G	^C 58	^C 64	20	38	^D 72	54	–

Отже, сумарні витрати часу пасажирями на пересування дорівнюють
 $T_{\text{рух}} = 1\,090\,017 \text{ пас-хв.} = 18\,167 \text{ пас-год.}$

Таким чином, в середньому кожний пасажир витрачає на поїздку :

$$\bar{t}_p = \frac{T_{\text{рух}}}{\sum_{i=1}^N \sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^N n_{ij}} = \frac{1\,090\,017}{31\,021} = 35,1 \text{ хв.};$$

де $T_{\text{рух}}$ - сумарні витрати часу пасажирями на пересування.

Д р у г и й в а р і а н т. В якості альтернативи створимо мережу з мінімальним повторенням маршрутів, адже за першим варіантом два маршрути

майже повністю дублюють один одного, а інші дублюють значною частиною. В якості другого варіанту за основу беремо маршрут з найбільшою довжиною – тролейбусний маршрут №3. Він простягається через усе місто, з'єднує більшість районів та організовує підвезення до пересадочних пунктів. Проте для подальшого доцільного використання цей маршрут потрібно змінити. За встановленою мережею громадського транспорту тролейбусний маршрут № 3 об'єднує 4-й Південний мікрорайон та вулицю Піщану. Проте, зручніше буде якщо об'єднати тролейбусні маршрути №3 та №11. Залишити маршрут №3 без змін до зупинки ДніпроГЕС, а подальший рух здійснювати за маршрутом №11 до зупинки арматурний завод. Для зручності назовемо цей маршрут №13.

Так як, на правому березі Дніпра простягається великий район – Дніпровський, відповідно розробленому зонуванню – зона А. Щоб задовільнити потреби більшості населення цієї зони одного маршруту буде мало. Для виконання перевезень, які не охоплює тролейбусний маршрут, використовуємо існуючи денний маршрут №15. Він з'єднує вулицю Піщану та Бородинський ринок. Ці два маршрути перетинаються на ділянці від зупинки ЗСТО до зупинки інститут Гідроелектро.

Інші зони, з'єднуємо новими маршрутами, що будуть підвозити пасажирів до основного. Додатково потрібно залишити 94 автобусний маршрут - вул. Б. Завади – Сімферопольське шосе, що з'єднує зони Е та F, й забезпечує переміщення в зону Е з інших районів. Щоб з'єднати зони В та G з іншими зонами, доцільно створити новий маршрут громадського транспорту, а саме В-G. Він буди частково повторювати денний маршрут №39 від зупинки Нікопольський поворот та денний автобусний маршрут №29 – до зупинки вулиця Історична. Даний маршрут простягається через проспект Металургів, де можливо виконати пересадку на інший маршрут. Для зручності назовемо цей маршрут №91.

Таким чином, в якості альтернативи, отримали мережу нічного громадського транспорту у місті Запоріжжя, де жоден маршрут не повторюється, а

всі райони з'єднані між собою. З кожного району в кожний район можна добратися з однією пересадкою, окрім переміщень між Е-Г та В-Е. Щоб виконати транспортування між зазначеними районами маршрут переміщення буде виглядати наступним чином – Е-Д-С-Г та В-С-Д-Е.

Альтернативна мережа нічного громадського транспорту в місті Запоріжжя зображена на рис. 2.5 та слайді 13 презентації.

Характеристика отриманої мережі та маршрутів, що її становлять, наведена в табл. 2.8.

Таблиця 2.8 – Характеристика мережі нічного громадського транспорту (другий варіант)

Маршрут	Початковий пункт - кінцевий пункт	Вид транспорту	Протяжність маршруту, км	Тривалість руху, хв	Тривалість оборотного рейсу, хв
13N	4-й Південний мікрорайон – Арматурний завод	тролейбус	47,5	143	158
15N	вул. Піщана – Бородинський ринок	автобус	24,2	73	90
19N	Нікопольський поворот – вул. Історична	автобус	46,4	179	194
94N	вулиця Б.Завади – Сімферопольське шосе	автобус	36,1	108	123



Рисунок 2.5 – Альтернативна мережа нічного громадського транспорту в місті Запоріжжя

На основі отриманої мережі розраховуємо щільність маршрутної мережі, відстань пішого підходу пасажирів до зупинок МГТ, маршрутний коефіцієнт, коефіцієнт пересадковості, витрати часу пасажирями на пересування. Отже,

– щільність мережі:

$$\delta_1 = \frac{L_m}{F_c} = \frac{72,7}{190,1} = 0,38 \text{ км/км}^2;$$

– відстань пішого підходу пасажирів до зупинок:

$$l_{\text{пш}} = 1,2 \sqrt{\left(\frac{1}{3 \cdot 0,38}\right)^2 + \left(\frac{0,5}{4}\right)^2} = 1,063 \text{ км},$$

або 1063 м, при середній швидкості руху пішохода 4 км/год (66,7 м/хв) дає значення середньої тривалості пішого підходу пасажирів до зупинки 15,9 хв;

– маршрутний коефіцієнт:

$$k_m = \frac{77,1}{72,7} = 1,06.$$

– коефіцієнт пересадковості:

$$k_{\text{пер}} = \frac{(612 + 914) \cdot 2 + (4640 + 964) + (564 + 150) + (412 + 220) \cdot 2 + (197 + 235) + (553 + 362) \cdot 2 + (2104 + 272) + (361 + 60) \cdot 2 + (277 + 102) \cdot 3 + (148 + 119) \cdot 2 + (315 + 192) + (1517 + 2206) + (580 + 1472) \cdot 2 + (252 + 1605) + (729 + 2488) + (748 + 1152) + (292 + 1580) + (151 + 373) \cdot 2 + (353 + 845) + (257 + 284) \cdot 3 + (239 + 125) \cdot 2}{31021} = 1,26;$$

– загальні витрати часу пасажирями на пересування розраховуємо аналогічно першому варіанту. Відстані між центрами ТР залишаються незмінними (табл. 2.6.).

Виходячи з технічної швидкості руху знайдемо часу руху на кожній ланці маршрутною схеми з урахуванням тривалості пересадок. Результати розрахунків наведені в табл. 2.9. У лівому верхньому куті відповідної клітинки зазначений пункт, у якому виконується пересадка, у центрі клітинки - тривалість руху з врахуванням тривалості пересадок.

Таблиця 2.9 – Час руху між пунктами маршрутною мережі, хв.

Транспортні райони	Транспортні райони						
	A	B	C	D	E	F	G
A	–	^C 72	28	45	^D 79	62	^C 58
B	^C 72	–	34	^C 61	^{C, D} 95	^C 78	54
C	28	34	–	17	^D 51	34	20
D	45	^C 61	17	–	24	17	^C 48
E	^D 79	^{C, D} 95	^D 51	24	–	41	^{C, D} 82
F	62	^C 78	34	17	41	–	^C 64
G	^C 58	54	20	^C 48	^{C, D} 82	^C 64	–

Отже, сумарні витрати часу пасажирями на пересування дорівнюють
 $T_{\text{рух}} = 1\,134\,077 \text{ пас-хв.} = 18\,901 \text{ пас-год.}$

Таким чином, в середньому кожний пасажир витрачає на поїздку :

$$\bar{t}_p = \frac{1\,134\,077}{31\,021} = 36,6 \text{ хв.}$$

2.3 Розробка розкладів руху на нічних маршрутах та визначення необхідної кількості рухомого складу

Маршрутний розклад руху громадського транспорту є основним документом, що визначає організацію та ефективність роботи рухомого складу на маршрутах. Він встановлює час початку та закінчення кожного рейсу, час проходження контрольних пунктів маршруту, обідніх перерв, внутрішньозмінних перерв, перезміни водіїв.

При складанні та коригуванні розкладу використовують вихідну інформацію:

1. Загальні дані про маршрут: номер маршруту; довжина маршруту і його ділянок; пункти відкриття і закриття руху, зупинки, пункти надання обідніх перерв і відстою.

2. Потреби в перевезеннях: час відкриття і закриття руху по кожному з кінцевих пунктів; час початку і закінчення змін великих організацій, розташованих біля траси маршруту; необхідне число одиниць рухомого складу по годинах доби; інтервали руху по годинах доби і напрямками руху; часові межі надання обідніх перерв і виведення виходів в відстій.

3. Нормативи часу на рейси і їх елементи: час на виконання рейсів за годинами доби, на виконання нульових пробігів; час відстою на кінцевих пунктах.

4. Обмеження, що накладаються режимами праці водіїв: тривалість зміни; максимальний і мінімальний час від початку роботи до обідньої перерви і час роботи після закінчення обідньої перерви; тривалість відстою; час роботи по кожній із застосовуваних форм організації праці водіїв.

Згідно отриманим і розрахованим попередньо даним розробляємо розклад громадського транспорту на нічних маршрутах в декілька етапів.

Етап 1. Аналізуємо отриману мережу нічного транспорту. Для зручності користування пасажирями транспорту та ефективного використання рухо-

мого складу систему перевезень в місті необхідно максимально регулювати. Це означає, що при складанні розкладу треба координувати руховий склад так, щоб створилася система «коридорів», що зв'язує різні частини міста.

За першим варіантом на карті є ділянка, на якій накладається від двох до чотирьох маршрутів одночасно. Це дає можливість застосувати систему координації, тобто поєднати виходи транспорту на маршрут таким чином, щоб на зупинку, де виконується пересадка, рухомий склад прибув у визначений інтервал, що є прийнятним для очікування пасажирями.

Етап 2. Визначаємо інтервал руху на спільній ділянці. На ділянці бул. Шевченко – Майдан Волі проходять чотири маршрути. Отже, раціонально розподілити прибуття транспорту кожні 15 хвилин. Відповідно до цього, маршрути номер 3N, 72N, 29N, 39N мають інтервал випуску з парку одну годину. Саме с даної ділянки починаємо складати розклад.

Етап 3. Визначаємо черговість проїзду. Тролейбусний маршрут №3N та автобусний №29N мають 75% спільного маршруту – від пр. Металургів до кінцевої зупинки 4-й Південний мікрорайон. Тож, необхідно забезпечити прибуття на контрольні зупинки через один. Це виключить можливість прямування маршрутом один за одним. Відповідно, з кінцевої зупинки транспорт буде відправлятися кожні 30 хвилин. Автобуси 72N та 39N пускаємо у дозвільному порядку, один перед тролейбусом №3N, другий – поміж тролейбусом №3N та автобусом №29N. Автобуси, що залишились, розподіляємо рівномірно в часі, щоб інтервал прибуття транспорту на зупинку був приблизно однаковим.

Етап 4. Визначаємо час відправлення рухомого складу з кінцевих зупинок. На основі часу прибуття на контрольні (спільні) зупинки встановлюємо час відправлення транспорту з кінцевих станцій з врахуванням простою на них. Після прибуття транспорту на зупинку перед виходим на маршрут та після виконання останнього рейсу приймаємо перерву тривалістю 5 хвилин. Також, необхідно передбачити обідню перерву – від 45 хвилин до 2-х годин

кожні 4,5 години. Цей час не враховується в визначенні сумарного робочого часу водія.

Розклад складаємо у двох варіантах – маршрутний (для водіїв) та розширений (для пасажирів).

Додатково потрібно визначити відстані від кінцевих зупинок маршрутів до найближчого депо/парку. На основі аналізу розміщення підприємств транспорту, де обслуговується рухомий склад для виконання міських громадських перевезень, визначаємо маршрут та відстані, які має здолати транспорт перед виходом на маршрут та після нього. Ці дані нам необхідні при визначенні довжини нульових пробігів та часу для їх виконання. Визначена довжина нульових пробігів зображена в табл. 2.10.

Таблиця 2.10 – Відстані від кінцевих зупинок маршрутів до найближчого депо

Назва кінцевої зупинки	Відстань до найближчого парку, км	
	Депо 1, Південне шосе 13	Депо 2, вул. Складська 13
4-й Південний мкрн	8,3	–
Вул. Піщана	–	10,4
Сімферопольське шосе	2,0	–
Арматурний завод	–	13,9
Вул. Фінальна	–	10,1
Нікопольський поворот	–	15,4
Вокзал Запоріжжя-II	8,9	–
Бородінський ринок	–	9,6
вул. Пархоменка	18,4	–
вул. Б.Завади	16,2	–
Пр. Металургів	–	2,4

Згідно з отриманої мережею громадського транспорту в місті Запоріжжя складаємо розклади руху та визначаємо необхідну кількість рухомого складу, загальний пробіг парку на маршруті, загальний час роботи транспорту на маршруті.

В наведений розклад руху можуть вноситись оперативні зміни. Допустимі відхилення від розкладу руху становлять: ± 2 хвилини. Проте можливі внесення змін у часі пов'язаних з нерівномірністю довжини прямого і зворотного рейсу, умов дорожнього полотна, географічних особливостей маршруту тощо.

Складені розклади за першим варіантом мережі громадського транспорту зображені в табл. 2.11-2.28. Починаємо формування розкладу з найдовшого маршруту та маршрутів, де вже визначений інтервал руху.

Таблиця 2.11 – Маршрутний розклад руху тролейбусного маршруту №3N сполученням «вул. Піщана – 4-й Південний мкрн» (по кінцевим станціям)

вул. Піщана		4-й Південний мкрн	
прибуття	відправлення	прибуття	відправлення
21:55	22:00	22:25	22:30
22:55	23:00	23:03	23:30
23:33	00:00	00:03	00:30
00:33	01:00	01:03	01:30
01:33	02:00	02:03	02:30
02:33	03:00	03:03	03:30
03:33	04:00	04:03	04:30
04:33	05:00	05:03	05:08*
05:33	05:38*	06:03	06:08*

Примітка: *рейси по закінченню зміни до парку.

Таким чином, отримали :

- відповідно розкладу потрібно $N = 3$ од. рухомого складу;
- інтервал руху $I = 60$ хв.;
- загальний пробіг транспорту на маршруті дорівнює $L_{\text{заг}}$:

$$L_{\text{заг}} = \sum^N l \cdot n + l_n, \quad (2.3)$$

де l – довжина маршруту, км; приймаємо з табл. 2.5;

n – кількість обертів, од.;

l_n – довжина нульових пробігів, км; приймаємо з табл. 2.11.

$$\begin{aligned} L_{\text{заг}} &= (43,2 \cdot 2,5 + 10,4 + 8,3) + (43,2 \cdot 2,5 + 10,4 + 8,3) + (43,2 \cdot 2,5 + 8,3 + 10,4) = \\ &= 126,7 + 126,7 + 126,7 = 380,1 \text{ км;} \end{aligned}$$

- кількість відпрацьованих годин $T_{\text{заг}}$:

$$T_{\text{заг}} = \sum^N \frac{t \cdot n}{60} + t_n + t_{\text{пер}} \quad (2.4)$$

де t – тривалість руху на маршруті, год;

n – кількість обертів, од.;

t_n – час на виконання нульових пробігів, год. Розраховується за формулою (2.1).

$t_{\text{пер}}$ – тривалість перерви на маршруті, год.

$$\begin{aligned} T_{\text{заг}} &= \left(\frac{132 \cdot 2,5}{60} + \frac{10,4 + 8,3}{20} + \frac{27 + 5}{60} \right) + \left(\frac{132 \cdot 2,5}{60} + \frac{10,4 + 8,3}{20} + \frac{27 + 5}{60} \right) + \\ &+ \left(\frac{132 \cdot 2,5}{60} + \frac{8,3 + 10,4}{20} + \frac{27 + 5}{60} \right) = 6,97 + 6,97 + 6,97 = 20,9 \text{ год.} \end{aligned}$$

Таблиця 2.12 – Тролейбус №3N сполученням «вул. Піщана – 4-й Південний мкрн» (по зупинкам)

№	вул. Піщана	Дніпро-ГЕС	пр. Металургів	бул. Шевченко	площа Пушкіна	Автовокзал	4-й Південний мкрн
1	22:00	22:14	22:24	22:27	22:39	22:50	23:03
2	23:00	23:14	23:24	23:27	23:39	23:50	00:03
3	00:00	00:14	00:24	00:27	00:39	00:50	01:03
1	01:00	01:14	01:24	01:27	01:39	01:50	02:03
2	02:00	02:14	02:24	02:27	02:39	02:50	03:03
3	03:00	03:14	03:24	03:27	03:39	03:50	04:03
1	04:00	04:14	04:24	04:27	04:39	04:50	05:03
2	05:00	05:14	05:24	05:27	05:39	05:50	06:03

Таблиця 2.13 – Тролейбус №3N сполученням «4-й Південний мкрн – вул. Піщана» (по зупинкам)

№	4-й Південний мкрн	Автовокзал	площа Пушкіна	бул. Шевченко	пр. Металургів	Дніпро-ГЕС	вул. Піщана
3	22:30	22:43	22:54	23:06	23:09	23:19	23:33
1	23:30	23:43	23:54	00:06	00:09	00:19	00:33
2	00:30	00:43	00:54	01:06	01:09	01:19	01:33
3	01:30	01:43	01:54	02:06	02:09	02:19	02:33
1	02:30	02:43	02:54	03:06	03:09	03:19	03:33
2	03:30	03:43	03:54	04:06	04:09	04:19	04:33
3	04:30	04:43	04:54	05:06	05:09	05:19	05:33

Таблиця 2.14 – Маршрутний розклад руху автобусного маршруту №29N сполученням «вул. Фінальна – 4-й Південний мкрн» (по кінцевим станціям)

вул. Фінальна		4-й Південний мкрн	
прибуття	відправлення	прибуття	відправлення
22:18	22:23	21:55	22:00
23:10	23:23	22:55	23:00
00:10	00:23	23:33	00:00
01:10	01:23	00:33	01:00
02:10	02:23	01:33	02:00
03:10	03:23	02:33	03:00
04:10	04:23	03:33	04:00
05:10	05:15*	04:33	05:00
06:10	06:15*	05:33	05:38*

Примітка: *рейси по закінченню зміни до парку.

Таким чином, отримали :

- відповідно розкладу потрібно $N = 3$ од. рухомого складу;
- інтервал руху $I = 60$ хв.;
- загальний пробіг транспорту на маршруті дорівнює :

$$L_{\text{заг}} = (48,6 \cdot 2,5 + 10,1 + 8,3) + (48,6 \cdot 2,5 + 8,3 + 10,1) + (48,6 \cdot 2,5 + 8,3 + 10,1) = \\ = 139,9 + 139,9 + 139,9 = 419,7 \text{ км};$$

- кількість відпрацьованих годин :

$$T_{\text{заг}} = \left(\frac{146 \cdot 2,5}{60} + \frac{10,1 + 8,3}{20} + \frac{13 + 5}{60} \right) + \left(\frac{146 \cdot 2,5}{60} + \frac{8,3 + 10,1}{20} + \frac{13 + 5}{60} \right) + \\ + \left(\frac{146 \cdot 2,5}{60} + \frac{8,3 + 10,1}{20} + \frac{27 + 5}{60} \right) = 7,05 + 7,05 + 7,54 = 21,64 \text{ год.}$$

Таблиця 2.15 – Автобус №29N сполученням «вул. Фінальна – 4-й Південний мкрн» (по зупинкам)

	вул. Фінальна	пр. Металургів	бул. Шевченко	площа Пушкіна	Автовокзал	4-й Південний мкрн
1	22:23	22:54	22:57	23:09	23:20	23:33
2	23:23	23:54	23:57	00:09	00:20	00:33
3	00:23	00:54	00:57	01:09	01:20	01:33
1	01:23	01:54	01:57	02:09	02:20	02:33
2	02:23	02:54	02:57	03:09	03:20	03:33
3	03:23	03:54	03:57	04:09	04:20	04:33
1	04:23	04:54	04:57	05:09	05:20	05:33

Таблиця 2.16 – Автобус №29N сполученням «4-й Південний мкрн – вул. Історична» (по зупинкам)

	4-й Південний мкрн	Автовокзал	площа Пушкіна	бул. Шевченко	пр. Металургів	вул. Фінальна
2	22:00	22:13	22:24	22:36	22:39	23:10
3	23:00	23:13	23:24	23:36	23:39	00:10
1	00:00	00:13	00:24	00:36	00:39	01:10
2	01:00	01:13	01:24	01:36	01:39	02:10
3	02:00	02:13	02:24	02:36	02:39	03:10
1	03:00	03:13	03:24	03:36	03:39	04:10
2	04:00	04:13	04:24	04:36	04:39	05:10
3	05:00	05:13	05:24	05:36	05:39	06:10

Таблиця 2.17 – Маршрутний розклад руху автобусного маршруту №72N сполученням «Бородинський ринок – вул. Пархоменко» (по кінцевим станціям)

Бородинський ринок		вул. Пархоменко	
прибуття	відправлення	прибуття	відправлення
21:42	21:47	22:04	22:09
22:42	22:47	22:54	23:09
23:16	23:47	23:54	00:09
00:16	00:47	00:54	01:09
01:16	01:47	01:54	02:09
02:16	02:47	02:54	03:09
03:16	03:47	03:54	04:09
04:16	04:47	04:54	05:09*
05:16	05:21*	05:54	05:59*

Примітка: *рейси по закінченню зміни до парку.

Таким чином, отримали :

- відповідно розкладу потрібно $N = 3$ од. рухомого складу;
- інтервал руху $I = 60$ хв.;
- загальний пробіг транспорту на маршруті дорівнює :

$$L_{\text{заг}} = (46,2 \cdot 2,5 + 9,6 + 18,4) + (46,2 \cdot 2,5 + 9,6 + 18,4) + (46,2 \cdot 2,5 + 18,4 + 9,6) = \\ = 143,5 + 143,5 + 143,5 = 430,5 \text{ км};$$

– кількість відпрацьованих годин :

$$T_{\text{заг}} = \left(\frac{134 \cdot 2,5}{60} + \frac{9,6 + 9,6}{20} + \frac{31 + 5}{60} \right) + \left(\frac{134 \cdot 2,5}{60} + \frac{9,6 + 18,4}{20} + \frac{31 + 5}{60} \right) + \\ + \left(\frac{134 \cdot 2,5}{60} + \frac{18,4 + 9,6}{20} + \frac{15 + 5}{60} \right) = 7,58 + 7,58 + 7,32 = 22,48 \text{ год.}$$

Таблиця 2.18 – Автобус №72N сполученням «Бородинський ринок – вул. Пархоменко» (по зупинкам)

	Бородинський ринок	Дніпро-ГЕС	пр. Металургів	бул. Шевченко	площа Пушкіна	вул. Іванова	вул. Пархоменко
1	21:47	21:59	22:09	22:12	22:24	22:36	22:54
2	22:47	22:59	23:09	23:12	23:24	23:36	23:54
3	23:47	23:59	00:09	00:12	00:24	00:36	00:54
1	00:47	00:59	01:09	01:12	01:24	01:36	01:54
2	01:47	01:59	02:09	02:12	02:24	02:36	02:54
3	02:47	02:59	03:09	03:12	03:24	03:36	03:54
1	03:47	03:59	04:09	04:12	04:24	04:36	04:54
2	04:47	04:59	05:09	05:12	05:24	05:36	05:54

Таблиця 2.19 – Автобус №72N сполученням «вул. Пархоменко – Бородинський ринок» (по зупинкам)

	вул. Пархоменко	вул. Іванова	площа Пушкіна	бул. Шевченко	пр. Металургів	Дніпро-ГЕС	Бородинський ринок
3	22:09	22:29	22:39	22:51	22:54	23:04	23:16
1	23:09	23:29	23:39	23:51	23:54	00:04	00:16
2	00:09	00:29	00:39	00:51	00:54	01:04	01:16
3	01:09	01:29	01:39	01:51	01:54	02:04	02:16
1	02:09	02:29	02:39	02:51	02:54	03:04	03:16
2	03:09	03:29	03:39	03:51	03:54	04:04	04:16
3	04:09	04:29	04:39	04:51	04:54	05:04	05:16

За попередньо складеним розкладом маршруту №39 сполученням «Нікопольський поворот – Вокзал Запоріжжя-ІІ» отримали, що час перебування автобусу на кінцевих зупинках дорівнює близько години. Цей показник характеризує маршрут як неефективний, тому в якості альтернативи можна запропонували збільшити час руху автобусу. Відповідно, до вже прокладеного маршруту прибавляємо частину автобусного маршруту №38 від зупинки Універсам (пр. Ювілейний) до зупинки проспект Ювілейний. Тоді, автобус зробить кільцевий маршрут з поверненням на прокладний раніше шлях. Додатковий шматок маршруту довжиною 4,3 км вносить зміни в маршрутну мережу. Доповнена маршрутна мережа зображена на рис. 2.6.

Показники щільності міста, відстані пішого підходу пасажирів до зупинок та маршрутний коефіцієнт також зазнають змін. Отже,

- щільність мережі:

$$\delta_1 = \frac{L_m}{F_c} = \frac{104,2}{190,1} = 0,55 \text{ км/км}^2;$$

- відстань пішого підходу пасажирів до зупинок:

$$l_{\text{пш}} = 1,2 \sqrt{\left(\frac{1}{3 \cdot 0,55}\right)^2 + \left(\frac{0,5}{4}\right)^2} = 0,74 \text{ км},$$

або 740 м, при середній швидкості руху пішохода 4 км/год (66,7 м/хв) дає значення середньої тривалості пішого підходу пасажирів до зупинки 11,0 хв;

- маршрутний коефіцієнт:

$$k_m = \frac{120,1}{104,2} = 1,15.$$

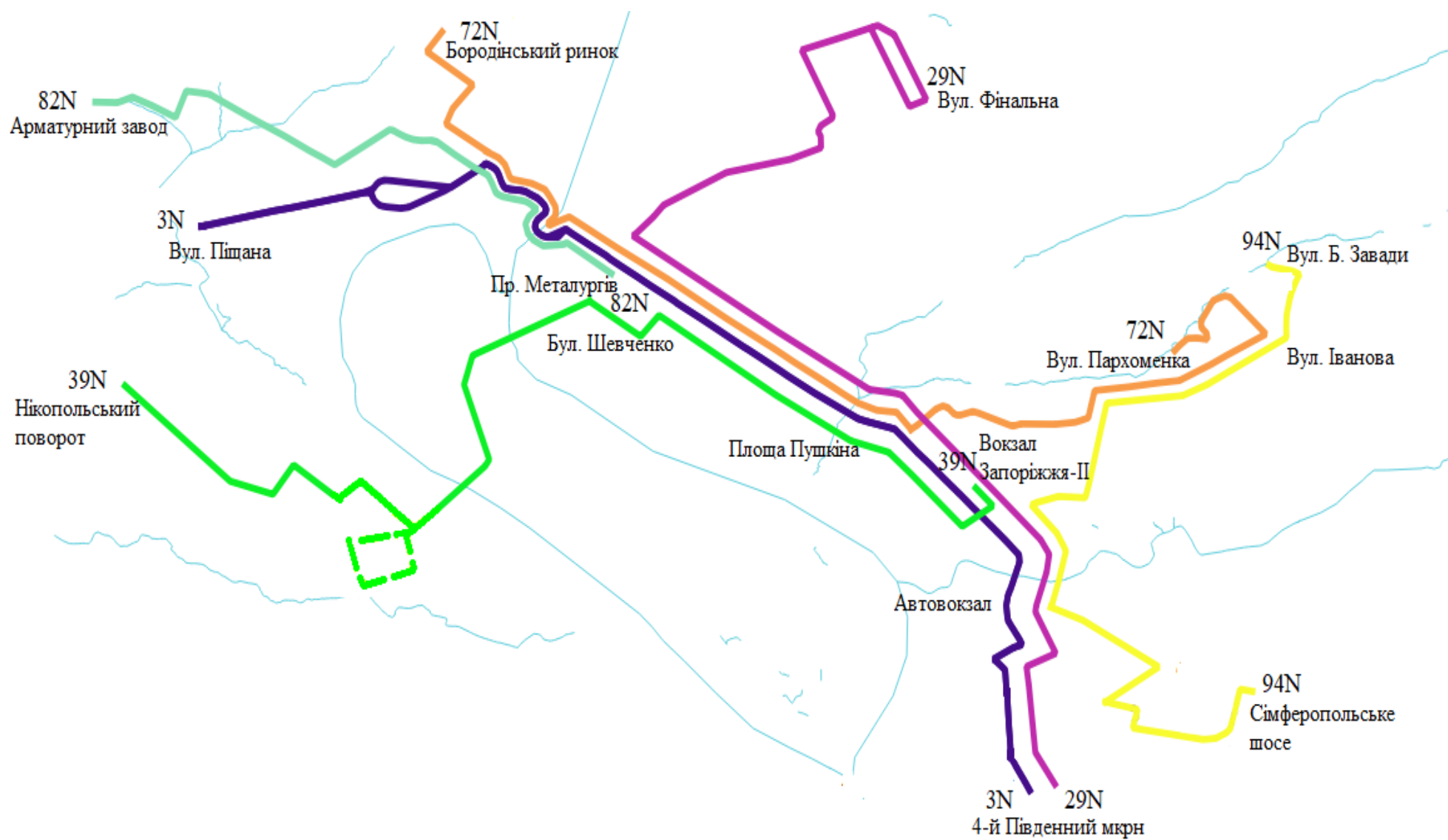


Рисунок 2.6 – Розроблена мережа нічного громадського транспорту в місті Запоріжжя за першим варіантом

Таблиця 2.20 – Маршрутний розклад руху автобусного маршруту №39N сполученням «Нікопольський поворот – Вокзал Запоріжжя-II» (по кінцевим станціям)

Нікопольський поворот		Вокзал Запоріжжя-II	
прибуття	відправлення	прибуття	відправлення
21:55	22:00	21:51	21:56
22:55	23:00	22:51	22:56
23:16	00:00	23:20	23:56
00:16	01:00	00:20	00:56
01:16	02:00	01:20	01:56
02:16	03:00	02:20	02:56
03:16	04:00	03:20	03:56
04:16	05:00	04:20	04:56
05:16	05:21*	05:20	05:25*
06:16	06:21*	06:20	06:25*

Примітка: *рейси по закінченню зміни до парку.

Таким чином, отримали :

- відповідно розкладу потрібно $N = 4$ од. рухомого складу;
- інтервал руху $= 60$ хв.;
- загальний пробіг транспорту на маршруті дорівнює :

$$L_{\text{заг}} = (43,3 \cdot 2 + 15,4 + 15,4) + (43,3 \cdot 2 + 15,4 + 15,4) + (43,3 \cdot 2 + 8,9 + 8,9) + (43,3 \cdot 2 + 8,9 + 8,9) = 117,2 + 117,2 + 104,2 + 104,2 = 442,8 \text{ км};$$

- кількість відпрацьованих годин :

$$T_{\text{заг}} = \left(\frac{160 \cdot 2}{60} + \frac{15,4 + 15,4}{20} + \frac{10}{60} \right) + \left(\frac{160 \cdot 2}{60} + \frac{15,4 + 15,4}{20} + \frac{10}{60} \right) + \left(\frac{160 \cdot 2}{60} + \frac{8,9 + 8,9}{20} + \frac{36 + 5}{60} \right) + \left(\frac{160 \cdot 2}{60} + \frac{8,9 + 8,9}{20} + \frac{36 + 5}{60} \right) = 7,04 + 7,04 + 6,91 + 6,91 = 27,9 \text{ год.}$$

Таблиця 2.21 – Автобус №39N сполученням «Нікопольський поворот – Вокзал Запоріжжя-ІІ» (по зупинкам)

	Нікопольський поворот	бул. Шевченко	площа Пушкіна	Вокзал Запоріжжя-ІІ
1	22:00	22:55	23:07	23:20
2	23:00	23:55	00:07	00:20
3	00:00	00:55	01:07	01:20
4	01:00	01:55	02:07	02:20
1	02:00	02:55	03:07	03:20
2	03:00	03:55	04:07	04:20
3	04:00	04:55	05:07	05:20
4	05:00	05:55	06:07	06:20

Таблиця 2.22 – Автобус №39N сполученням «Вокзал Запоріжжя-ІІ – Нікопольський поворот» (по зупинкам)

	Вокзал Запоріжжя-ІІ	площа Пушкіна	бул. Шевченко	Нікопольський поворот
3	21:56	22:09	22:21	23:16
4	22:56	23:09	23:21	00:16
1	23:56	00:09	00:21	01:16
2	00:56	01:09	01:21	02:16
3	01:56	02:09	02:21	03:16
4	02:56	03:09	03:21	04:16
1	03:56	04:09	04:21	05:16
2	04:56	05:09	05:21	06:16

Таблиця 2.23 – Маршрутний розклад руху автобусного маршруту №94N сполученням «вул. Б.Завади – Сімферопольське шосе» (по кінцевим станціям)

вул. Б.Завади		Сімферопольське шосе	
прибуття	відправлення	прибуття	відправлення
22:13	22:18	21:49	21:54
22:47	23:18	22:49	22:54
23:47	00:18	23:11	23:54
00:47	01:18	00:11	00:54
01:47	02:18	01:11	01:54
02:47	03:18	02:11	02:54
03:47	04:18	03:11	03:54
04:47	05:18	04:11	04:54
05:47	05:52*	05:11	05:16*
		06:11	06:16*

Примітка: *рейси по закінченню зміни до парку.

- Відповідно розкладу потрібно $N = 3$ од. рухомого складу;
- інтервал руху $I = 60$ хв.;
- загальний пробіг транспорту на маршруті дорівнює :

$$L_{\text{заг}} = (36,1 \cdot 2,5 + 16,2 + 2,0) + (36,1 \cdot 3 + 2,0 + 2,0) + (36,1 \cdot 2,5 + 2,0 + 16,2) = 108,5 + 112,3 + 108,5 = 329,2 \text{ км};$$

- кількість відпрацьованих годин :

$$T_{\text{заг}} = \left(\frac{106 \cdot 2,5}{60} + \frac{16,2 + 2,0}{20} + \frac{43 + 31 + 5}{60} \right) + \left(\frac{106 \cdot 3}{60} + \frac{2,0 + 2,0}{20} + \frac{43 + 31 + 5}{60} \right) + \left(\frac{106 \cdot 2,5}{60} + \frac{2,0 + 16,2}{20} + \frac{43 + 5}{60} \right) = 6,65 + 6,82 + 6,13 = 19,6 \text{ год.}$$

Таблиця 2.24 – Автобус №94N сполученням «вул. Б.Завади – Сімферопольське шосе» (по зупинкам)

	вул. Б. Завади	вул. Іванова	Автовокзал	Сімферопольське шосе
1	22:18	22:36	22:51	23:11
2	23:18	23:36	23:51	00:11
3	00:18	00:36	00:51	01:11
1	01:18	01:36	01:51	02:11
2	02:18	02:36	02:51	03:11
3	03:18	03:36	03:51	04:11
1	04:18	04:36	04:51	05:11
2	05:18	05:36	05:51	06:11

Таблиця 2.25 – Автобус №94N сполученням «Сімферопольське шосе – вул. Б.Завади» (по зупинкам)

	Сімферопольське шосе	Автовокзал	вул. Іванова	вул. Б. Завади
2	21:54	22:14	22:29	22:47
3	22:54	23:14	23:29	23:47
1	23:54	00:14	00:29	00:47
2	00:54	01:14	01:29	01:47
3	01:54	02:14	02:29	02:47
1	02:54	03:14	03:29	03:47
2	03:54	04:14	04:29	04:47
3	04:54	05:14	05:29	05:47

Таблиця 2.26 – Маршрутний розклад руху автобусного маршруту №82N сполученням «Арматурний завод – проспект Металургів» (по кінцевим станціям)

Арматурний завод		проспект Металургів	
прибуття	відправлення	прибуття	відправлення
21:55	22:00	21:49	21:54
22:33	23:00	22:39	22:54
23:33	00:00	23:39	23:54
00:33	01:00	00:39	00:54
01:33	02:00	01:39	01:54
02:33	03:00	02:39	02:54
03:33	04:00	03:39	03:54
04:33	05:00	04:39	04:54
05:33	05:38*	05:39	05:44*

Примітка: *рейси по закінченню зміни до парку.

Таким чином, отримали :

- відповідно розкладу потрібно $N = 2$ од. рухомого складу;
- інтервал руху $I = 60$ хв.;
- загальний пробіг транспорту на маршруті дорівнює :

$$L_{\text{заг}} = (21,8 \cdot 4 + 13,9 + 13,9) + (21,8 \cdot 4 + 2,4 + 2,4) = 115,0 + 92,0 = 207,0 \text{ км};$$

– кількість відпрацьованих годин :

$$T_{\text{заг}} = \left(\frac{78 \cdot 4}{60} + \frac{13,9 + 13,9}{20} + \frac{27 + 15 + 5}{60} \right) + \left(\frac{78 \cdot 4}{60} + \frac{2,4 + 2,4}{20} + \frac{15 + 27 + 5}{60} \right) = 7,37 + 6,22 = 13,59 \text{ год.}$$

Таблиця 2.27 – Автобус №82N сполученням «Арматурний завод – проспект Металургів» (по зупинкам)

	Арматурний завод	ДніпроГЕС	пр. Металургів
1	22:00	22:29	22:39
2	23:00	23:29	23:39
1	00:00	00:29	00:39
2	01:00	01:29	01:39
1	02:00	02:29	02:39
2	03:00	03:29	03:39
1	04:00	04:29	04:39
2	05:00	05:29	05:39

Таблиця 2.28 – Автобус №82N сполученням «проспект Металургів – Арматурний завод» (по зупинкам)

	пр. Металургів	ДніпроГЕС	Арматурний завод
2	21:54	22:04	22:33
1	22:54	23:04	23:33
2	23:54	00:04	00:33
1	00:54	01:04	01:33
2	01:54	02:04	02:33
1	02:54	03:04	03:33
2	03:54	04:04	04:33
1	04:54	05:04	05:33

Аналогічно до розробки розкладу першого варіанту мережі громадського транспорту виконуємо формування розкладу для другого варіанту. В цьому випадку користуємось методом ув'язування, тобто намагаємось організувати рух транспорту таким чином, щоб в пунктах пересадки автобус/тролейбус вже чекав на пасажирів. Це забезпечить мінімальний час очікування пасажиром на транспорт.

Відповідно до отриманої раніше мережі, маємо всього чотири маршрути. Один маршрут, що простягається через все місто – є головним маршрутом, та три, що поєднують віддалені райони, забезпечують підвіз мешканців до основного. Для зручності та для попередження розрізненості прибуття рухомого складу передбачаємо в пунктах пересадки зупинку тривалістю 5 хвилин.

Складені розклади за першим варіантом мережі громадського транспорту зображені в табл. 2.29-2.40.

Маршрут №13N сполученням «Арматурний завод – 4-й Південний мкрн» за попередніми розрахунками має час оборту рівним $120 \times 2 = 240$ хв., тобто 4 години. Припускаємо, що тролейбус робить за робочу зміну 2 оборти, тоді, без врахування часу на нульові пробіги та перерви на кінцевих станціях, робочий час перевищує 8 годин, при нормі в 7 годин. Відповідно, приймаємо рішення, що виконуючи останній рейс тролейбус буде із кінцевої зупинки вирушати в депо.

Тролейбус №1, який має перший рейс о 22:00 з Арматурного заводу буде під час свого четвертого рейсу з 4-го Південного мікрорайону відправлятися не на кінцеву «Арматурний завод», а в депо на пр. Металургів. Тролейбус №3 аналогічний до автобусу №1 теж прямує описаним вище маршрутом.

Тролейбус №2, який має перший рейс в 22:00 з 4-го Південного мікрорайону, в свою чергу, під час останнього рейсу з Арматурного заводу відправиться в депо на пр. Металургів. Тролейбус №4 аналогічний до тролейбусу №2 теж прямує описаним вище маршрутом.

На основі цього складаємо розклад.

Таблиця 2.29 – Маршрутний розклад руху тролейбусного маршруту №13N сполученням «Арматурний завод – 4-й Південний мкрн» (по кінцевим станціям)

Арматурний завод		4-й Південний мкрн	
прибуття	відправлення	прибуття	відправлення
21:55	22:00	21:55	22:00
22:55	23:00	22:55	23:00
23:26	00:00	23:26	00:00
00:26	01:00	00:26	01:00
01:26	02:00	01:26	02:00
02:26	03:00	02:26	03:00
03:26	04:00*	03:26	04:00*
04:26	05:00*	04:26	05:00*

Примітка: *рейси по закінченню зміни до парку.

- Відповідно розкладу потрібно $N = 4$ од. рухомого складу;
- інтервал руху $I = 60$ хв.;
- загальний пробіг транспорту на маршруті дорівнює :

$$\begin{aligned}
 L_{\text{заг}} &= (47,5 \cdot 1,5 + 13,0 + 13,9 + 2,4) + (47,5 \cdot 1,5 + 10,1 + 8,3 + 2,4) + \\
 &+ (47,5 \cdot 1,5 + 13,0 + 13,9 + 2,4) + (47,5 \cdot 1,5 + 10,1 + 8,3 + 2,4) = \\
 &= 100,6 + 92,1 + 100,6 + 92,1 = 385,4 \text{ км};
 \end{aligned}$$

- кількість відпрацьованих годин :

$$\begin{aligned}
 T_{\text{заг}} &= \left(\frac{240 \cdot 1,5 + 49}{60} + \frac{13,9 + 2,4}{20} + \frac{34}{60} \right) + \left(\frac{240 \cdot 1,5 + 42}{60} + \frac{8,3 + 2,4}{20} + \frac{34}{60} \right) + \\
 &+ \left(\frac{240 \cdot 1,5 + 49}{60} + \frac{13,9 + 2,4}{20} + \frac{34}{60} \right) + \left(\frac{240 \cdot 1,5 + 42}{60} + \frac{8,3 + 2,4}{20} + \frac{34}{60} \right) = \\
 &= 8,2 + 7,8 + 8,2 + 7,8 = 32,0 \text{ год.}
 \end{aligned}$$

Таблиця 2.30 – Тролейбус №13N сполученням «Арматурний завод – 4-й Південний мкрн» (по зупинкам)

	Арматурний завод		Інститут Гідроелектро		пр. Металургів		Автовокзал		4-й Південний мкрн	
	приб.	відпр.	приб.	відпр.	приб.	відпр.	приб.	відпр.	приб.	відпр.
1	21:55	22:00	22:13	22:18	22:37	22:42	23:08	23:13	23:26	00:00
3	22:55	23:00	23:13	23:18	23:37	23:42	00:08	00:13	00:26	01:00
2	23:26	00:00	00:13	00:18	00:37	00:42	01:08	01:13	01:26	02:00
4	00:26	01:00	01:13	01:18	01:37	01:42	02:08	02:13	02:26	03:00
1	01:26	02:00	02:13	02:18	02:37	02:42	03:08	03:13	03:26	04:00
3	02:26	03:00	03:13	03:18	03:37	03:42	04:08	04:13	04:26	05:00
2	03:26	04:00	04:13	04:18	04:37	04:42				
4	04:26	05:00	05:13	05:18	05:37	05:42				

Таблиця 2.31 – Тролейбус №13N сполученням «4-й Південний мкрн – Арматурний завод» (по зупинкам)

	4-й Південний мкрн		Автовокзал		пр. Металургів		Інститут Гідроелектро		Арматурний завод	
	приб.	відпр.	приб.	відпр.	приб.	відпр.	приб.	відпр.	приб.	відпр.
2	21:55	22:00	22:13	22:18	22:44	22:49	23:08	23:13	23:26	00:00
4	22:55	23:00	23:13	23:18	23:44	23:49	00:08	00:13	00:26	01:00
1	23:26	00:00	00:13	00:18	00:44	00:49	01:08	01:13	01:26	02:00
3	00:26	01:00	01:13	01:18	01:44	01:49	02:08	02:13	02:26	03:00
2	01:26	02:00	02:13	02:18	02:44	02:49	03:08	03:13	03:26	04:00
4	02:26	03:00	03:13	03:18	03:44	03:49	04:08	04:13	04:26	05:00
1	03:26	04:00	04:13	04:18	04:44	04:49				
3	04:26	05:00	05:13	05:18	05:44	05:49				

Таблиця 2.32 – Маршрутний розклад руху автобусного маршруту №15N сполученням «вул. Піщана – Бородинський ринок» (по кінцевим станціям)

вул. Піщана		Бородинський ринок	
прибуття	відправлення	прибуття	відправлення
21:46	21:51	21:55	22:00
22:46	22:51	22:26	23:00
23:35	23:51	23:26	00:00
00:35	00:51	00:26	01:00
01:35	01:51	01:26	02:00
02:35	02:51	02:26	03:00
03:35	03:51	03:26	04:00
04:35	04:51	04:26	05:00
05:35	05:40*	05:26	05:31*
06:35	06:40*		

Примітка: *рейси по закінченню зміни до парку.

- Відповідно розкладу потрібно $N = 3$ од. рухомого складу;
- інтервал руху $I = 60$ хв.;
- загальний пробіг транспорту на маршруті дорівнює :

$$L_{\text{заг}} = (24,2 \cdot 3 + 10,4 + 10,4) + (24,2 \cdot 2,5 + 9,6 + 10,4) + (24,2 \cdot 2,5 + 10,4 + 9,6) = 93,4 + 80,5 + 80,5 = 254,4 \text{ км};$$

- кількість відпрацьованих годин :

$$T_{\text{заг}} = \left(\frac{140 \cdot 3}{60} + \frac{10,4 + 10,4}{20} + \frac{34}{60} \right) + \left(\frac{140 \cdot 2,5}{60} + \frac{9,6 + 10,4}{20} \right) + \left(\frac{140 \cdot 2,5}{60} + \frac{10,4 + 9,6}{20} \right) = 5,10 + 3,92 + 3,92 = 12,94 \text{ год.}$$

Таблиця 2.33 – Автобус №15N сполученням «вул. Піщана – Бородинський ринок» (по зупинкам)

	вул. Піщана		Інститут Гідроелектро		Бородинський ринок	
	приб.	відпр.	приб.	відпр.	приб.	відпр.
1	21:46	21:51	22:13	22:18	22:26	23:00
3	22:46	22:51	23:13	23:18	23:26	00:00
2	23:35	23:51	00:13	00:18	00:26	01:00
1	00:35	00:51	01:13	01:18	01:26	02:00
3	01:35	01:51	02:13	02:18	02:26	03:00
2	02:35	02:51	03:13	03:18	03:26	04:00
1	03:35	03:51	04:13	04:18	04:26	05:00
3	04:35	04:51	05:13	05:18	05:26	05:31

Таблиця 2.34 – Автобус №15N сполученням «Бородинський ринок – Арматурний завод» (по зупинкам)

	Бородинський ринок		Інститут Гідроелектро		вул. Піщана	
	приб.	відпр.	приб.	відпр.	приб.	відпр.
2	21:55	22:00	23:08	23:13	23:35	23:51
1	22:26	23:00	00:08	00:13	00:35	00:51
3	23:26	00:00	01:08	01:13	01:35	01:51
2	00:26	01:00	02:08	02:13	02:35	02:51
1	01:26	02:00	03:08	03:13	03:35	03:51
3	02:26	03:00	04:08	04:13	04:35	04:51
2	03:26	04:00	05:08	05:13	05:35	05:40
1	04:26	05:00	06:08	06:13	06:35	06:40

Аналогічно першому варіанту мережі прибавляємо до існуючого маршруту ділянку автобусного маршруту №38 від зупинки Універсам (пр. Ювілейний) до зупинки проспект Ювілейний. Тоді, автобус зробить кільцевий маршрут з поверненням на прокладний раніше шлях. Додатковий шматок маршруту довжиною 4,3 км вносить зміни в маршрутну мережу. Доповнена маршрутна мережа зображена на рис. 2.7.

Показники щільності міста, відстані пішого підходу пасажирів до зупинок та маршрутний коефіцієнт також зазнають змін. Отже,

- щільність мережі:

$$\delta_1 = \frac{L_m}{F_c} = \frac{77,0}{190,1} = 0,41 \text{ км/км}^2;$$

- відстань пішого підходу пасажирів до зупинок:

$$l_{\text{піш}} = 1,2 \sqrt{\left(\frac{1}{3 \cdot 0,41}\right)^2 + \left(\frac{0,5}{4}\right)^2} = 0,99 \text{ км},$$

або 999 м, при середній швидкості руху пішохода 4 км/год (66,7 м/хв) дає значення середньої тривалості пішого підходу пасажирів до зупинки 15,0 хв;

- маршрутний коефіцієнт:

$$k_m = \frac{81,4}{77,0} = 1,05.$$

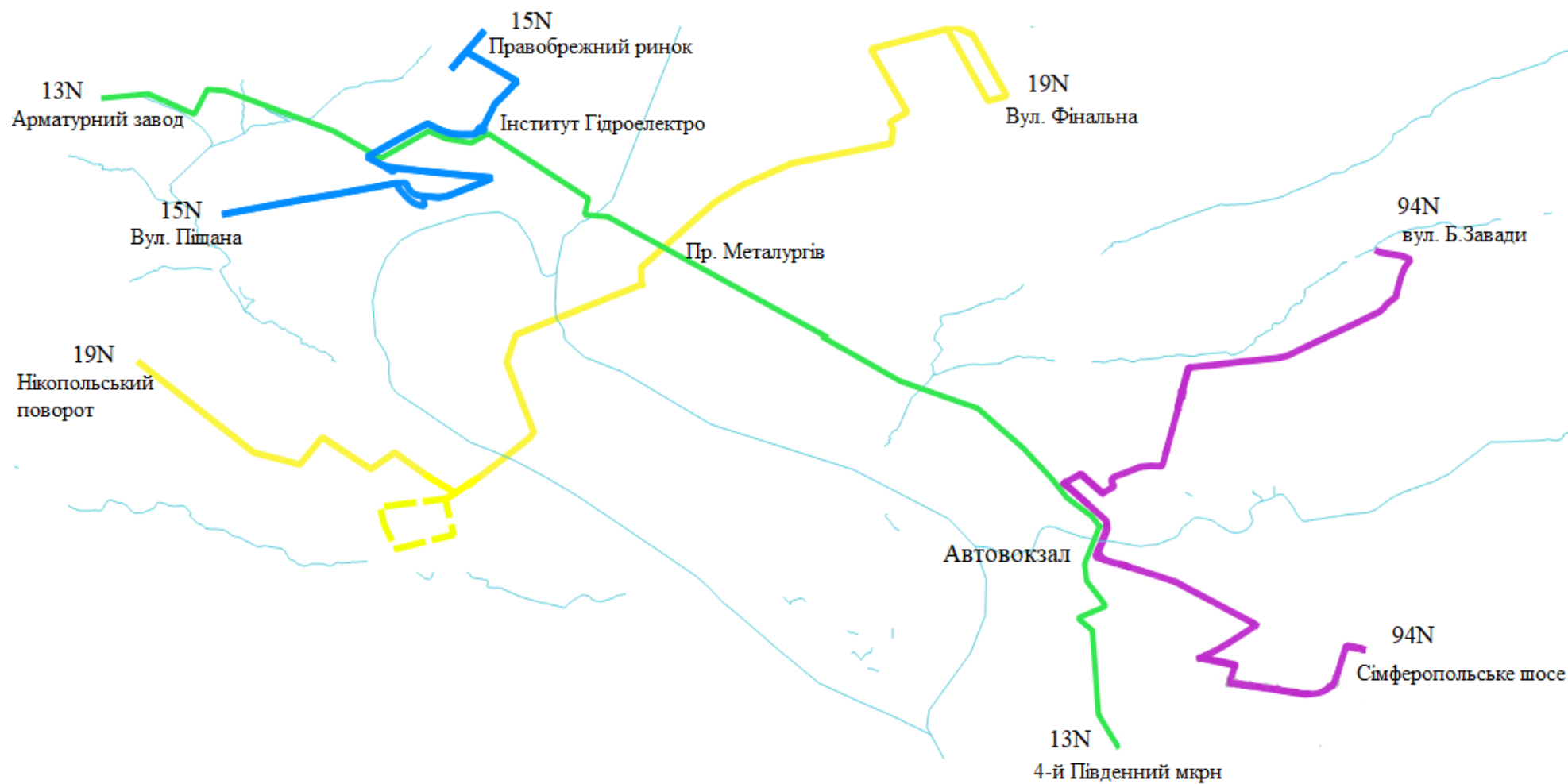


Рисунок 2.7 – Альтернативна мережа нічного громадського транспорту в місті Запоріжжя

Таблиця 2.35 – Маршрутний розклад руху автобусного маршруту №19N сполученням «вул. Фінальна – Нікопольський поворот» (по кінцевим станціям)

вул. Фінальна		Нікопольський поворот	
прибуття	відправлення	прибуття	відправлення
22:01	22:06	21:47	21:52
23:01	23:06	22:47	22:52
23:20	00:06	23:34	23:52
00:20	01:06	00:34	00:52
01:20	02:06	01:34	01:52
02:20	03:06	02:34	02:52
03:20	04:06*	03:34	03:52*
04:20	05:06*	04:34	04:52*

Примітка: *рейси по закінченню зміни до парку.

Автобуси мають великий час руху по маршруту, тому під час виконання останнього рейсу рухомий склад прямуючи з кінцевої зупинки прибуває на зупинку пр. Металургів та прямує в депо. Таким чином, отримали :

- відповідно розкладу потрібно $N = 4$ од. рухомого складу;
- інтервал руху $I = 60$ хв.;
- загальний пробіг транспорту на маршруті дорівнює :

$$L_{\text{заг}} = (46,4 \cdot 1,5 + 13,0 + 10,1 + 2,4) + (46,4 \cdot 1,5 + 10,2 + 15,4 + 2,4) + (46,4 \cdot 1,5 + 13,0 + 10,1 + 2,4) + (46,4 \cdot 1,5 + 10,2 + 15,4 + 2,4) = 95,1 + 97,6 + 95,1 + 97,6 = 385,4 \text{ км};$$

- кількість відпрацьованих годин :

$$T_{\text{заг}} = \left(\frac{176 \cdot 1,5 + 52}{60} + \frac{10,1 + 2,4}{20} + \frac{31 + 5}{60} \right) + \left(\frac{176 \cdot 1,5 + 36}{60} + \frac{15,4 + 2,4}{20} + \frac{46 + 5}{60} \right) + \left(\frac{176 \cdot 1,5 + 52}{60} + \frac{10,1 + 2,4}{20} + \frac{31 + 5}{60} \right) + \left(\frac{176 \cdot 1,5 + 36}{60} + \frac{15,4 + 2,4}{20} + \frac{46 + 5}{60} \right) = 6,49 + 6,74 + 6,49 + 6,74 = 12,94 \text{ год.}$$

Таблиця 2.36 – Автобус №19N сполученням «вул. Фінальна – Нікопольський поворот» (по зупинкам)

	вул. Фінальна		пр. Металургів		Нікопольський поворот	
	приб.	відпр.	приб.	відпр.	приб.	відпр.
1	22:01	22:06	22:37	22:42	23:34	00:05
3	23:01	23:06	23:37	23:42	00:34	01:05
2	23:20	00:06	00:37	00:42	01:34	02:05
4	00:20	01:06	01:37	01:42	02:34	03:05
1	01:20	02:06	02:37	02:42	03:34	04:05
3	02:20	03:06	03:37	03:42	04:34	05:05
2	03:20	04:06	04:37	04:42		
4	04:20	05:06	05:37	05:42		

Таблиця 2.37 – Автобус №19N сполученням «Нікопольський поворот – вул. Фінальна» (по зупинкам)

	Нікопольський поворот		пр. Металургів		вул. Фінальна	
	приб.	відпр.	приб.	відпр.	приб.	відпр.
2	21:47	21:52	22:44	22:49	23:20	00:06
4	22:47	22:52	23:44	23:49	00:20	01:06
1	23:34	23:52	00:44	00:49	01:20	02:06
3	00:34	00:52	01:44	01:49	02:20	03:06
2	01:34	01:52	02:44	02:49	03:20	04:06
4	02:34	02:52	03:44	03:49	04:20	05:06
1	03:34	03:52	04:44	04:49		
3	04:34	04:52	05:44	05:49		

Таблиця 2.38 – Маршрутний розклад руху автобусного маршруту №94N сполученням «вул. Б. Завади – Сімферопольське шосе» (по кінцевим станціям)

вул. Б. Завади		Сімферопольське шосе	
прибуття	відправлення	прибуття	відправлення
22:29	22:34	21:48	21:53
22:52	23:34	22:48	22:53
23:52	00:34	23:33	23:53
00:52	01:34	00:33	00:53
01:52	02:34	01:33	01:53
02:52	03:34	02:33	02:53
03:52	04:34	03:33	03:53
04:52	05:34	04:33	04:53
05:52	05:57*	05:33	05:38*
		06:33	06:38*

Примітка: *рейси по закінченню зміни до парку.

- Відповідно розкладу потрібно $N = 3$ од. рухомого складу;
- інтервал руху $I = 60$ хв.;
- загальний пробіг транспорту на маршруті дорівнює :

$$L_{\text{заг}} = (36,1 \cdot 2,5 + 16,2 + 2,0) + (36,1 \cdot 3 + 2,0 + 2,0) + (36,1 \cdot 2,5 + 2,0 + 16,2) = 108,5 + 112,3 + 108,5 = 329,3 \text{ км};$$

- кількість відпрацьованих годин :

$$T_{\text{заг}} = \left(\frac{118 \cdot 2,5}{60} + \frac{16,2 + 2,0}{20} + \frac{42 + 5}{60} \right) + \left(\frac{118 \cdot 3}{60} + \frac{2,0 + 2,0}{20} + \frac{20 + 42 + 5}{60} \right) + \left(\frac{118 \cdot 2,5}{60} + \frac{2,0 + 16,2}{20} + \frac{20 + 5}{60} \right) = 6,61 + 7,22 + 6,21 = 20,04 \text{ год.}$$

Таблиця 2.39 – Автобус №94N сполученням «вул. Б. Завади – Сімферопольське шосе» (по зупинкам)

	вул. Б. Завади		Автовокзал		Сімферопольське шосе	
	приб.	відпр.	приб.	відпр.	приб.	відпр.
1	22:29	22:34	23:08	23:13	23:33	23:53
2	22:52	23:34	00:08	00:13	00:33	00:53
3	23:52	00:34	01:08	01:13	01:33	01:53
1	00:52	01:34	02:08	02:13	02:33	02:53
2	01:52	02:34	03:08	03:13	03:33	03:53
3	02:52	03:34	04:08	04:13	04:33	04:53
1	03:52	04:34	05:08	05:13	05:33	05:38
2	04:52	05:34	06:08	06:13	06:33	06:38

Таблиця 2.40 – Автобус №94N сполученням «Сімферопольське шосе – вул. Б. Завади» (по зупинкам)

	Сімферопольське шосе		Автовокзал		вул. Б. Завади	
	приб.	відпр.	приб.	відпр.	приб.	відпр.
2	21:48	21:53	22:13	22:18	22:52	23:34
3	22:48	22:53	23:13	23:18	23:52	00:34
1	23:33	23:53	00:13	00:18	00:52	01:34
2	00:33	00:53	01:13	01:18	01:52	02:34
3	01:33	01:53	02:13	02:18	02:52	03:34
1	02:33	02:53	03:13	03:18	03:52	04:34
2	03:33	03:53	04:13	04:18	04:52	05:34
3	04:33	04:53	05:13	05:18	05:52	05:57

З ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунок складових собівартості перевезень

Вночі на маршрутах задіяні такі види рухомого складу: автобус МАЗ-103 та тролейбус Дніпро Т103, загальна технічна характеристика яких наведена в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики рухомого складу

Тип ТЗ	Модель	Пасажиромісткість, пас.	Тип двигуна	Тип і розмір шин	Габаритна довжина, мм
Автобус	МАЗ-103	25/100	дизель	275/70 R22,5	11985
Тролейбус	Дніпро Т103	25/100	електричний	235/75 R17,5	12160

Розрахунок собівартості перевезень виконуємо на 1 км пробігу відповідно до Методичних рекомендацій визначення рівня тарифів на послуги пасажирського автомобільного транспорту загального користування, затвердженими наказом Міністерства транспорту №461 від 25.06.2009 р.

Собівартість кілометру пробігу автобуса визначимо за формулою

$$C_{\text{заг}} = Z_{\text{в}} + Z_{\text{р}} + C_{\text{т}} + C_{\text{см}} + C_{\text{то}} + C_{\text{ш}} + A + C_{\text{пр}}, \quad (3.1)$$

де $Z_{\text{в}}$ – заробітна плата водіїв основна та додаткова з відрахуваннями на соціальне страхування, грн.;

$Z_{\text{р}}$ – заробітна плата ремонтних робітників основна та додаткова, з відрахуваннями на соціальне страхування, грн.;

$C_{\text{т}}$ – витрати на паливо, грн.;

C_{cm} – витрати на мастильні матеріали, грн.;

C_{to} – витрати на технічне обслуговування та ремонт автобусів, грн.;

$C_{ш}$ – витрати на ремонт та відновлення автомобільних шин, грн.;

A – амортизаційні відрахування, грн.;

$C_{пр}$ – інші витрати, грн.

Розрахунок заробітної плати водіїв та ремонтних працівників наведений у табл. 3.2-3.3.

Таблиця 3.2 – Розрахунок заробітної плати водіїв

Стаття	Автобус МАЗ-103	Тролейбус Дніпро Т103
1. Основна заробітна плата (годинна тарифна ставка), грн./ год.	34,18	
2. Додаткова заробітна плата, грн./год., у тому числі		
доплата за класність (25%)	8,54	
доплата за нічну зміну (35%)	11,96	
сплата відпусток (9,5%)	3,25	
доплата за переробку (25%)	8,54	
3. Заробітна плата основна та додаткова, грн/год.	66,47	
4. Експлуатаційна швидкість, км/год.	20	
5. Заробітна плата водія, грн./км	3,32	
6. Заробітна плата ІТР (10% від водія)	0,33	
7. Єдиний внесок до фондів соцстрах та пенсійного фонду (22%), грн./км	0,80	
Всього, грн./км	4,45	

Таблиця 3.3 – Розрахунок заробітної плати ремонтних працівників

[illegible]

Продовження табл. 3.3

[illegible]

Кінець табл. 3.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
9. Годинна тарифна ставка з врахуванням доплат і надбавок, грн./год.	39,59									
10. Заробітна плата ремонтних робітників на 1 км пробігу, грн./км	0,69	0,66	0,65	0,74	0,75	0,73	0,77	0,83	0,77	0,75
11. Єдиний внесок до фондів соціального страхування та пенсійного фонду (22%), грн./км	0,15	0,14	0,14	0,16	0,17	0,16	0,17	0,18	0,17	0,17
12. Всього, грн./км	0,84	0,80	0,79	0,91	0,92	0,90	0,94	1,01	0,94	0,92

Витрати на паливо рухомого складу визначимо за формулою

$$C_T = 0,01(1 + k_{\Sigma}) \cdot H_6 \cdot \Pi_T, \quad (3.2)$$

де H_6 – базова лінійна норма витрати палива на пробіг, л/100 км;

k_{Σ} – сумарний коригуючий коефіцієнт до базової лінійної норми витрат палива, %;

Π_T – вартість 1 л палива, грн/л.

Таблиця 3.4 – Розрахунок витрат на паливо автобусами

Стаття	Автобус МАЗ-103
1. Лінійна норма витрат палива, л/100 км	24,5
2. Коефіцієнти корегування, %:	
за роботу у місті	10
за виконання роботи, пов'язаної з частими технологічними зупинками	10
3. Вартість 1 л палива, грн/л	28
4. Витрати палива на 1 км пробігу, л/км	0,294
5. Витрати палива на 1 км пробігу, грн./км	8,23

Питома витрата електроенергії тролейбусом Дніпро Т-103 становить 1,56 кВт*год. на 1 км пробігу, при вартості електроенергії для непобутових споживачів 2,244 грн. за кВт/год. Таким чином, витрати електроенергії становлять $1,56 \times 2,244 = 3,50$ грн./км.

Розрахунок витрат на мастильні матеріали наведений у таблиці 3.6. Витрати на мастильні матеріали для тролейбусу приймаються у розмірі 10% від витрати електроенергії тролейбуса за 1 км пробігу. Отже, витрати дорівнюють $3,50 \cdot 0,1 = 0,35$ грн./км.

Таблиця 3.5 – Розрахунок витрат на мастильні матеріали

Стаття	Автобус МА3-103
1. Норма витрат мастильних матеріалів	
Моторні масла, л/100 л	2,2
Трансмісійні масла, л/100 л	0,25
Спеціальні масла, л/100 л	0,1
Пластинчаті мастило, кг/100 л	0,2
2. Вартість мастильних матеріалів	
Моторні масла, грн./100 л	92,0
Трансмісійні масла, грн./100 л	135,0
Спеціальні масла, грн./100 л	98,0
Пластинчаті мастило, грн./100 л	60,0
3. Витрати на мастильні матеріали на 1 км пробігу, грн./км	0,76

Розрахунок витрат на технічне обслуговування та ремонт наведено в табл. 3.6. Розрахунок витрат на автомобільні шини наведений у таблиці 3.7.

Амортизаційні відрахування на рухомий склад визначаємо виходячи з річної норми амортизаційних відрахувань 20 % (прямолінійний метод нарахування амортизації). Розрахунок проводимо на строк проекту – 5 років. Результати розрахунку амортизаційних відрахувань наведені у таблиці 3.8.

Загальновиробничі витрати визначаємо як 50 % від Фонду заробітної плати водіїв. Отже,

$$C_{\text{пр}} = \frac{3,32 \cdot 50}{100} = 1,66 \text{ грн./км.}$$

Результати розрахунку собівартості перевезень наведені у таблиці 3.9.

Таблиця 3.6 – Розрахунок витрат на ТО і ремонт

Стаття	Перший варіант мережі						Другий варіант мережі			
	Тролей-бус	Автобус МАЗ-103					Тролей-бус	Автобус МАЗ-103		
Номер маршруту	№3N	№29N	№72N	№39N	№94N	№82N	№13N	№15N	№19N	№94N
1. Річний пробіг, км	46 246	51 064	52 378	40 406	40 065	37 778	35 168	30 952	35 168	40 065
2. Кількість обслуговувань на річний пробіг, од.										
ЩО	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365
ТО-1	9	10	10	8	8	7	7	6	7	8
ТО-2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2
ПР	46	51	52	40	40	37	35	30	35	40
3. Норми витрат матеріалів на 1 обслуговування, у.е.										
ЩО	1,16									
ТО-1	3,71									
ТО-2	28,29									
ПР	31,75									
Витрати запасних запчастин і матеріалів на 1 км пробігу, грн./км	1,11	1,09	1,08	1,15	1,15	1,14	1,17	1,20	1,17	1,15

Таблиця 3.7 – Розрахунок витрат автомобільні шини

Стаття	Перший варіант мережі						Другий варіант мережі			
	Тролей-бус	Автобус МА3-103					Тролей-бус	Автобус МА3-103		
Номер маршруту	№3N	№29N	№72N	№39N	№94N	№82N	№13N	№15N	№19N	№94N
1. Річний пробіг, км	46 246	51 064	52 378	40 406	40 065	37 778	35 168	30 952	35 168	40 065
2. Кількість шин, од.	6+1									
3. Розмір шин	235/75 R17,5	275/70 R22,5					235/75 R17,5	275/70 R22,5		
4. Норма експлуатаційного пробігу шин, км	85 000									
5. Вартість шини, грн.	5 300	7 000					5 300	7 000		
6. Витрати на автошини на 1 км пробігу, грн./км.	0,44	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,44	0,58	0,58	0,47

Таблиця 3.8 – Розрахунок амортизаційних відрахувань

Стаття	Перший варіант мережі						Другий варіант мережі			
	Тролей-бус	Автобус МА3-103					Тролей-бус	Автобус МА3-103		
Номер маршруту	№3N	№29N	№72N	№39N	№94N	№82N	№13N	№15N	№19N	№94N
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. Річний пробіг, км	46 246	51 064	52 378	40 406	40 065	37 778	35 168	30 952	35 168	40 065
2. Ціна нового автомобіля, тис. грн.	4 805	4 200					4 805	4 200		
3. Річна норма амортизацій, %	20						20			
4. Кількість автомобілів на маршруті, од.	3	3	3	4	3	2	4	3	4	3
5. Амортизаційні відрахування на рік одного автомобіля, тис. грн										
1 рік	961,00	840,00					961,00	840,00		
2 рік	768,80	672,00					768,80	672,00		
3 рік	615,04	537,60					615,04	537,60		
4 рік	492,03	430,08					492,03	430,08		
5 рік	393,63	344,06					393,63	344,06		
6.Залишкова вартість одного автомобіля, тис. грн.										
1 рік	3 844,00	3 360,00					3 844,00	3 360,00		

Кінець табл. 3.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3 рік	3 075,20	2 688,00					3 075,20	2 688,00		
2 рік	2 460,16	2 150,40					2 460,16	2 150,40		
4 рік	1 968,13	1 720,32					1 968,13	1 720,32		
5 рік	1 574,50	1 376,26					1 574,50	1 376,26		
7. Амортизація 1 автомобіля за рік на 1 км пробігу, грн./км										
1 рік	20,78	16,45	16,04	20,79	20,97	22,24	27,33	31,05	27,33	23,99
2 рік	16,62	13,16	12,83	16,63	16,77	17,79	21,86	24,84	21,86	19,19
3 рік	13,30	10,53	10,26	13,30	13,42	14,23	17,49	19,87	17,49	15,35
4 рік	10,64	8,42	8,21	10,64	10,73	11,38	13,99	15,90	13,99	12,28
5 рік	8,51	6,74	6,57	8,52	8,59	9,11	11,19	12,72	11,19	9,82

Таблиця 3.9 – Результати розрахунку собівартості пробігу рухомого складу

Стаття	Перший варіант мережі						Другий варіант мережі			
	Тролей-бус	Автобус МАЗ-103					Тролей-бус	Автобус МАЗ-103		
Номер маршруту	№3N	№29N	№72N	№39N	№94N	№82N	№13N	№15N	№19N	№94N
1. Заробітна плата водіїв, грн./км	4,45	4,45	4,45	4,45	4,45	4,45	4,45	4,45	4,45	4,45
2. Заробітна плата ремонтних робітників, грн./км	0,84	0,80	0,79	0,91	0,92	0,90	0,94	1,01	0,94	0,92
3. Витрати на паливо, грн./км	3,50	8,23	8,23	8,23	8,23	8,23	3,50	8,23	8,23	8,23
4. Мастильні матеріали, грн./км	0,35	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,35	0,76	0,76	0,76
5. Автомобільні шини, грн./км	0,44	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,44	0,58	0,58	0,47
6. ТО і ремонт, грн./км	1,11	1,09	1,08	1,15	1,15	1,14	1,17	1,20	1,17	1,15
7. Амортизація рухомого складу, грн./км	20,78	16,45	16,04	20,79	20,97	22,24	27,33	31,05	27,33	23,99
8. Загальновиробничі витрати, грн./км	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66
Собівартість виконання 1 км пробігу, грн.	33,13	34,02	33,59	38,53	38,72	39,96	39,84	48,94	45,12	41,63

3.2 Розрахунок вартості проїзду, прибутку і рентабельності

Згідно Закону України «Про міський електричний транспорт» тариф – вартісна величина плати за разовий проїзд одного пасажирів або перевезення одного місця багажу міським електричним транспортом у межах установленної відстані (зони) або строку.

Вартість проїзду на маршрутах міського громадського транспорту у місті Запоріжжя розраховується на підставі собівартості виконання 1 км пробігу на маршруті та з урахуванням необхідного рівня рентабельності, за формулою

$$C_{1\text{пас}} = \frac{C_{1\text{км}} \cdot \bar{l} \cdot k_p}{q \cdot \gamma \cdot \beta}, \quad (3.3)$$

де $C_{1\text{км}}$ – собівартість виконання 1 км пробігу, грн;

$\bar{l}$ – середньої відстані поїздки пасажирів у місті, км; $\bar{l} = 6,41$ км;

k_p – коефіцієнт, що враховує рентабельність перевезень; приймаємо

$k_p = 25 \%$;

q – номінальна пасажиромісткість рухомого складу, пас.;

γ – коефіцієнт використання пасажиромісткості маршрутних транспортних засобів;

β – коефіцієнт використання пробігу маршрутних транспортних засобів.

Всі необхідні для розрахунку дані та сам розрахунок наведено у табл.

3.10.

Розрахунок проводимо за умовою, що коефіцієнт використання пасажиромісткості дорівнює від 10 до 30%, з шагом у 5%.

Коефіцієнт використання пробігу маршрутних транспортних засобів визначається як відношення пробігу рухомого складу з пасажирами до загального пробігу:

$$\beta = \frac{L_{\text{заг}} - l_{\text{нул}}}{L_{\text{заг}}}, \quad (3.4)$$

де $L_{\text{заг}}$ – добовий пробіг парку на маршруті, км;

$l_{\text{нул}}$ – нульовий пробіг парку на маршруті, км.

На основі отриманої величини тарифу розраховуємо загальні річні експлуатаційні затрати та прибутки по кожному маршруту (табл. 3.11-3.16).

Загальні річні експлуатаційні затрати розраховуються за формулою

$$Z_{\text{експл}}^{\text{річ}} = \sum_{i=1}^N C_{1\text{пас}} \cdot L_{\text{заг}}^{\text{річ}}, \quad (3.5)$$

де $L_{\text{заг}}^{\text{річ}}$ – річний пробіг парку, км.

Прибуток - це різниця між доходами і витратами компанії (підприємства) та розраховується за формулою

$$\Pi = Д - Z_{\text{експл}}^{\text{річ}}, \quad (3.6)$$

де $Д$ – річний дохід компанії, грн.

$$Д = N \cdot q \cdot \gamma \cdot n_{\text{об}} \cdot 365 \cdot C_{1\text{пас}} \cdot k_{\text{пер}} \quad (3.7)$$

де N – кількість авто на маршруті, од.;

$n_{\text{об}}$ - кількість обертів, що виконує рухомий склад на маршруті, од.;

$k_{\text{пер}}$ - коефіцієнт пересадковості.

Таблиця 3.10 – Розрахунок тарифу на перевезення

Стаття	Перший варіант мережі						Другий варіант мережі			
	Тролей-бус	Автобус МА3-103					Тролей-бус	Автобус МА3-103		
Номер маршруту	№3N	№29N	№72N	№39N	№94N	№82N	№13N	№15N	№19N	№94N
1. Собівартість виконання 1 км пробігу, грн.	33,13	34,02	33,59	38,53	38,72	39,96	39,84	48,94	45,12	41,63
2. Номінальна пасажиромісткість рухомого складу	100	100					100	100		
3. Добовий пробіг парку на маршруті, км	380,1	419,7	430,5	442,8	329,3	207	385,4	254,4	385,4	329,3
4. Нульовий пробіг парку на маршруті, км	56,1	55,2	84	97,2	41,2	32,6	54,0	60,8	60,6	40,4
5. Коефіцієнт використання пробігу	0,85	0,87	0,80	0,78	0,87	0,84	0,86	0,76	0,84	0,88
6. Тариф, при коефіцієнті використання пасажиромісткості										
10 %	24,91	25,11	26,75	31,64	28,37	30,40	29,70	41,22	34,32	30,42
15 %	16,61	16,74	17,83	21,10	18,91	20,27	19,80	27,48	22,88	20,28
20 %	12,46	12,55	13,38	15,82	14,18	15,20	14,85	20,61	17,16	15,21
25 %	9,97	10,04	10,70	12,66	11,35	12,16	11,88	16,49	13,73	12,17
30 %	8,30	8,37	8,92	10,55	9,46	10,13	9,90	13,74	11,44	10,14

Таблиця 3.11 – Розрахунок загальних витрат по мережі

Стаття	Перший варіант мережі						Другий варіант мережі			
	Тро- лейбус	Автобус					Тро- лейбус	Автобус		
Номер маршруту	№3N	№29N	№72N	№39N	№94N	№82N	№13N	№15N	№19N	№94N
1. Собівартість виконання 1 км пробігу, грн.	33,13	34,02	33,59	38,53	38,72	39,96	39,84	48,94	45,12	41,63
2. Річний пробіг парку, км	138 737	153 191	157 133	161 622	120 195	75 555	140 671	92 856	140 671	120 195
3. Загальні річні експлуатаційні затрати	4 596 340	5 211 541	5 278 081	6 227 296	4 653 931	3 019 178	5 604 333	4 544 373	6 347 076	5 003 697
4. Кількість автомобілів на маршруті, од.	3	3	3	4	3	2	4	3	4	3
5. Кількість обертів, од.	7,5	7,5	7,5	8	8	8	8	8	8	8
6. Коефіцієнт пересадковості	1,12						1,26			
6. Тариф, з урахуванням рентабельності, при коеф-ті використання пасажиромісткості, грн.										
10 %	35,0						42,5			
15 %	23,5						28,5			
20 %	17,5						21,0			
25 %	14,0						17,0			
30 %	12,0						14,0			

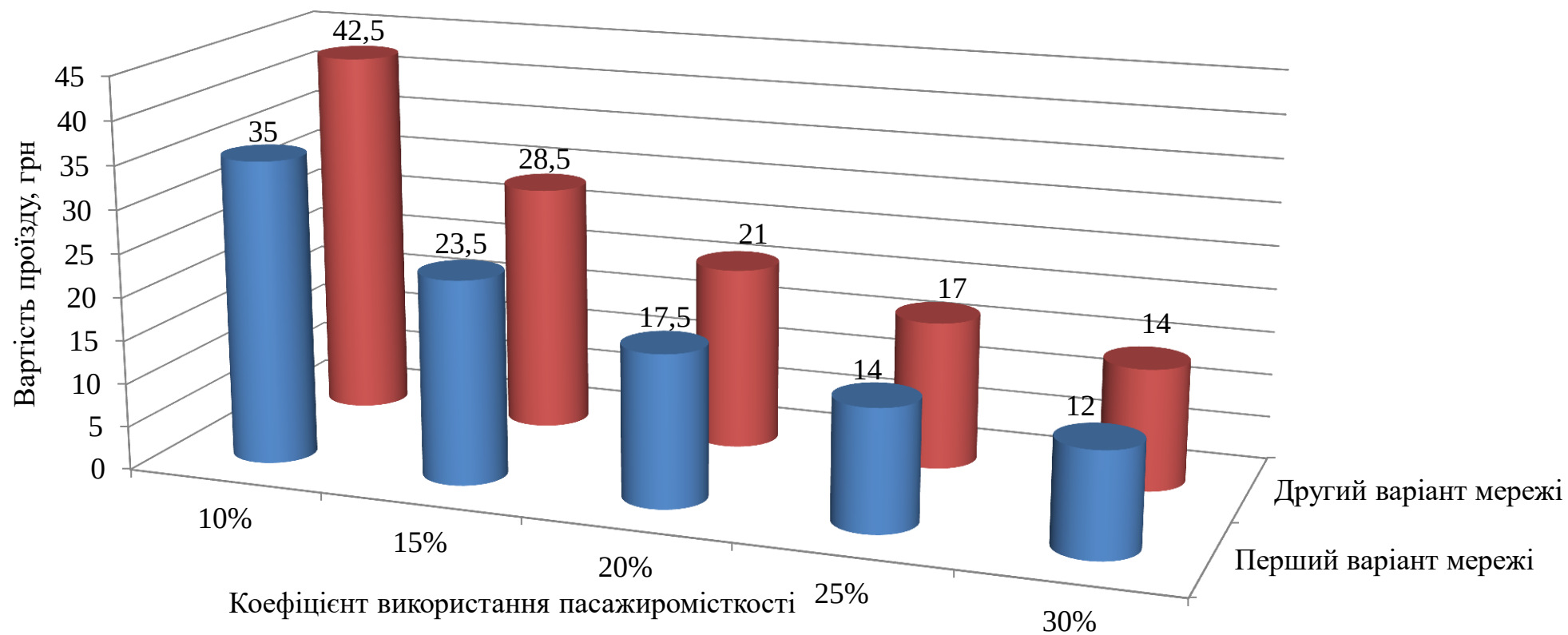


Рисунок 3.1 – Діаграма порівняння тарифу на перевезення одного пасажирu за варіантами мережі залежно від коефіцієнту використання пасажиромісткості рухомого складу

Таблиця 3.12 – Розрахунок доходу та прибутку при тарифі, який передбачає використання пасажиромісткості на 10%

Дохід, при коеф-ті використання пасажиромісткості, грн.	35,0						42,5			
10 %	3219300	3219300	3219300	4578560	3433920	2289280	6254640	4690980	6254640	4690980
15 %	4828950	4828950	4828950	6867840	5150880	3433920	9381960	7036470	9381960	7036470
20 %	6438600	6438600	6438600	9157120	6867840	4578560	12509280	9381960	12509280	9381960
25 %	8048250	8048250	8048250	11446400	8584800	5723200	15636600	11727450	15636600	11727450
30 %	9657900	9657900	9657900	13735680	10301760	6867840	18763920	14072940	18763920	14072940
Прибуток, грн.	35,0						42,5			
10 %	-1377040	-1992241	-2058781	-1648736	-1220011	-729898	650307	146607	-92436	-312717
15 %	232610	-382591	-449131	640544	496949	414742	3777627	2492097	3034884	2032773
20 %	1842260	1227059	1160519	2929824	2213909	1559382	6904947	4837587	6162204	4378263
25 %	3451910	2836709	2770169	5219104	3930869	2704022	10032267	7183077	9289524	6723753
30 %	5061560	4446359	4379819	7508384	5647829	3848662	13159587	9528567	12416844	9069243

Таблиця 3.13 – Розрахунок доходу та прибутку при тарифі, який передбачає використання пасажиромісткості на 15%

Дохід, при коеф-ті використання пасажиромісткості, грн.	23,5						28,5			
10 %	2161530	2161530	2161530	3074176	2305632	1537088	4194288	3145716	4194288	3145716
15 %	3242295	3242295	3242295	4611264	3458448	2305632	6291432	4718574	6291432	4718574
20 %	4323060	4323060	4323060	6148352	4611264	3074176	8388576	6291432	8388576	6291432
25 %	5403825	5403825	5403825	7685440	5764080	3842720	10485720	7864290	10485720	7864290
30 %	6484590	6484590	6484590	9222528	6916896	4611264	12582864	9437148	12582864	9437148
Прибуток, грн.	23,5						28,5			
10 %	-2434810	-3050011	-3116551	-3153120	-2348299	-1482090	-1410045	-1398657	-2152788	-1857981
15 %	-1354045	-1969246	-2035786	-1616032	-1195483	-713546	687099	174201	-55644	-285123
20 %	-273280	-888481	-955021	-78944	-42667	54998	2784243	1747059	2041500	1287735
25 %	807485	192284	125744	1458144	1110149	823542	4881387	3319917	4138644	2860593
30 %	1888250	1273049	1206509	2995232	2262965	1592086	6978531	4892775	6235788	4433451

Таблиця 3.14 – Розрахунок доходу та прибутку при тарифі, який передбачає використання пасажиромісткості на 20%

Дохід, при коеф-ті використання пасажиромісткості, грн.	17,5						21,0			
10 %	1609650	1609650	1609650	2289280	1716960	1144640	3090528	2317896	3090528	2317896
15 %	2414475	2414475	2414475	3433920	2575440	1716960	4635792	3476844	4635792	3476844
20 %	3219300	3219300	3219300	4578560	3433920	2289280	6181056	4635792	6181056	4635792
25 %	4024125	4024125	4024125	5723200	4292400	2861600	7726320	5794740	7726320	5794740
30 %	4828950	4828950	4828950	6867840	5150880	3433920	9271584	6953688	9271584	6953688
Прибуток, грн.	17,5						21,0			
10 %	-2986690	-3601891	-3668431	-3938016	-2936971	-1874538	-2513805	-2226477	-3256548	-2685801
15 %	-2181865	-2797066	-2863606	-2793376	-2078491	-1302218	-968541	-1067529	-1711284	-1526853
20 %	-1377040	-1992241	-2058781	-1648736	-1220011	-729898	576723	91419	-166020	-367905
25 %	-572215	-1187416	-1253956	-504096	-361531	-157578	2121987	1250367	1379244	791043
30 %	232610	-382591	-449131	640544	496949	414742	3667251	2409315	2924508	1949991

Таблиця 3.15 – Розрахунок доходу та прибутку при тарифі, який передбачає використання пасажиромісткості на 25%

Дохід, при коеф-ті використання пасажиромісткості, грн.	14,0						17,0			
10 %	1287720	1287720	1287720	1831424	1373568	915712	2501856	1876392	2501856	1876392
15 %	1931580	1931580	1931580	2747136	2060352	1373568	3752784	2814588	3752784	2814588
20 %	2575440	2575440	2575440	3662848	2747136	1831424	5003712	3752784	5003712	3752784
25 %	3219300	3219300	3219300	4578560	3433920	2289280	6254640	4690980	6254640	4690980
30 %	3863160	3863160	3863160	5494272	4120704	2747136	7505568	5629176	7505568	5629176
Прибуток, грн.	14,0						17,0			
10 %	-3308620	-3923821	-3990361	-4395872	-3280363	-2103466	-3102477	-2667981	-3845220	-3127305
15 %	-2664760	-3279961	-3346501	-3480160	-2593579	-1645610	-1851549	-1729785	-2594292	-2189109
20 %	-2020900	-2636101	-2702641	-2564448	-1906795	-1187754	-600621	-791589	-1343364	-1250913
25 %	-1377040	-1992241	-2058781	-1648736	-1220011	-729898	650307	146607	-92436	-312717
30 %	-733180	-1348381	-1414921	-733024	-533227	-272042	1901235	1084803	1158492	625479

Таблиця 3.16 – Розрахунок доходу та прибутку при тарифі, який передбачає використання пасажиромісткості на 30%

Дохід, при коеф-ті використання пасажиромісткості, грн.	12,0						14,0			
10 %	1103760	1103760	1103760	1569792	1177344	784896	2060352	1545264	2060352	1545264
15 %	1655640	1655640	1655640	2354688	1766016	1177344	3090528	2317896	3090528	2317896
20 %	2207520	2207520	2207520	3139584	2354688	1569792	4120704	3090528	4120704	3090528
25 %	2759400	2759400	2759400	3924480	2943360	1962240	5150880	3863160	5150880	3863160
30 %	3311280	3311280	3311280	4709376	3532032	2354688	6181056	4635792	6181056	4635792
Прибуток, грн.	12,0						14,0			
10 %	-3492580	-4107781	-4174321	-4657504	-3476587	-2234282	-3543981	-2999109	-4286724	-3458433
15 %	-2940700	-3555901	-3622441	-3872608	-2887915	-1841834	-2513805	-2226477	-3256548	-2685801
20 %	-2388820	-3004021	-3070561	-3087712	-2299243	-1449386	-1483629	-1453845	-2226372	-1913169
25 %	-1836940	-2452141	-2518681	-2302816	-1710571	-1056938	-453453	-681213	-1196196	-1140537
30 %	-1285060	-1900261	-1966801	-1517920	-1121899	-664490	576723	91419	-166020	-367905

На основі отриманих значень річних витрат, доходу та прибутку розраховуємо чистий дисконтований дохід. Цей показник дозволить визначити при якій ціні та коефіцієнті використанні пасажиромісткості рухомого складу проєкт почне отримувати вигоди після виплати капітальних вкладів. Розраховується за формулою:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t}, \quad (3.8)$$

де B_t – сумарний прибуток за рік t , грн.;

C_t – загальні експлуатаційні витрати за рік t , грн.;

i – ставка дисконта, %; приймаємо $i = 18\%$;

n – строк тривалості проєкту; приймаємо $n = 5$ років.

Приклад розрахунку наведено у табл. 3.17.

Таблиця 3.17 – Розрахунок чистого дисконтованого доходу за першим варіантом мережі при коефіцієнті використання пасажиромісткості на 25%

Роки	Капітальні вклади, грн.	Залишкова вартість, грн.	Прибуток, грн.	Ставка ди- сконту	NPV
1	77 415 000		20 912 784	1,0000	-56 502 216
2			20 912 784	0,8475	17 722 698
3			20 912 784	0,7182	15 019 236
4			20 912 784	0,6086	12 728 166
5		25 367 347	46 280 131	0,5158	23 870 777
					12 838 660

Розрахувавши за п'яти варіантами цін та п'яти варіантами коефіцієнту використання пасажиромісткості отримали, що за першою схемою за п'ять років можливо вийти у прибуток з тарифом 35 грн. при завантаженні рухомо-

го складу на 25% та 30%, за другою схемою – при тарифі 42,5 грн. за умовою 20%, 25%, 30% завантаження та 28,5 грн. при 25%, 30% завантаження.

Результати можна побачити в табл. 3.18-3.19, де

– - проєкт не вийде у прибуток за п'ять років;

+ - проєкт вийде у прибуток за п'ять років.

Таблиця 3.18 – Результат розрахунку чистого дисконтованого доходу на п'ятий рік за першим варіантом мережі

	Тариф на перевезення, грн.				
Коефіцієнт використання пасажиромісткості	35,0	23,5	17,5	14,0	12,0
10%	–	–	–	–	–
15%	–	–	–	–	–
20%	–	–	–	–	–
25%	+	–	–	–	–
30%	+	–	–	–	–

Таблиця 3.19 – Результат розрахунку чистого дисконтованого доходу на п'ятий рік за другим варіантом мережі

	Тариф на перевезення, грн.				
Коефіцієнт використання пасажиромісткості	42,5	28,5	21,0	17,0	14,0
10%	–	–	–	–	–
15%	–	–	–	–	–
20%	+	–	–	–	–
25%	+	+	–	–	–
30%	+	+	–	–	–

4 ОХОРОНА ПРАЦІ І БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Тема магістерської роботи: «Організація перевезень пасажирів громадським транспортом у місті Запоріжжя у нічний період доби», тому основну увагу приділимо аналізу потенційних небезпек і заходам щодо забезпечення безпеки при аналізі даних отриманих від керівника та в процесі обробки інформації з використанням засобів обчислювальної техніки.

4.1 Аналіз потенційних небезпек

Серед небезпек, які можуть виникнути під час обробки даних за комп'ютером можна виявити :

1) недостатній чи надмірний рівень освітленості в робочій зоні через некоректну роботу і неправильне розташування джерел штучного світла, невідповідність джерела світла характеру роботи, що може привести до втомленості, розладу гостроти зору, травмування тощо;

2) підвищений рівень засліпленості робітника внаслідок віддзеркалення яскравого світла на моніторі (відблиски), якщо джерело яскравого світла розміщено в периферійній видимості, як наслідок виникає зорова напруга, неясний зір, надмірне утворення сліз чи, навпаки, сухі очі, згодом виникають порушення зору тощо;

3) іонізуюче випромінювання ПК і монітору є причиною слабкості, роздратованості, підвищеної втомлюваності, депресивного стану, загальної скованості в роботі, зниження швидкості реакції та травматизму;

4) монотонність праці (одноманітність робочих дій, їх багаторазове повторення), тривале зосередження уваги, недотримання вимог режиму праці і відпочинку може привести до нервово-емоційного напруження, втоми і тра-

вмування, зниження опору організму до дії несприятливих факторів довкілля, підвищеної збудливості, загострення серцево-судинних, ендокринних, бронхо-легеневих, хронічних захворювань тощо;

5) недотримання вимог ергономіки, а саме – неправильне обладнання робочого місця меблями (висота столів, стільців, кути нахилу спинки стільця тощо), недотримання встановлених відстаней між поверхнею монітору та очима, кутів нахилу екрану монітора та інше може привести до фізичної стомленості, можуть виникати застійні явища в органах тазу, утруднення роботи органів кровообігу і дихання, порушення роботи опорно-рухового апарату;

6) зміна параметрів мікроклімату в робочій зоні, а саме неналежна температура, відносна вологість й рухливість повітря внаслідок виділення надлишкового тепла комп'ютерною та організаційною технікою може стати причиною дискомфорту тепловідчуття, перегрівання чи переохолодження організму, запалення дихальних шляхів та інших захворювань;

7) вплив підвищеного рівня шуму та вібрації внаслідок використання периферійного обладнання ЕОМ з підвищеним рівнем шуму та вібрації (копіювальні апарати, сканери, принтери), використання застарілих або несправних засобів кондиціонування і вентиляції повітря (кондиціонерів) може привести до підвищеної втомлюваності, головного болю, запаморочення, зниженню уваги та травматизму;

8) механічне травмування внаслідок не раціонального розташування робочих місць, що може привести до синців, переломів, ран тощо;

9) пожежонебезпека через використання вимикачів, розеток, техніки з пошкодженою ізоляцією або несправних приладів, коротке замикання із-за перенапруження у мережі, пошкодженої ізоляції, використання обігрівальних приладів відкритого типу може привести до опіків, удушення, отруєння продуктами горіння;

10) ураження електричним струмом внаслідок недотримання правил електричної безпеки, експлуатації електричного обладнання, несправності електричного та електронного обладнання (торкання оголених дротів жив-

лення, електричної арматури), відсутність заземлення може привести до скорочення м'язів, яке утруднює дихання, втрати свідомості, судоми, запаморочення тощо;

11) пил, який є у повітрі притягує електризований екран монітору та заряджає його, що визиває роздратованість, сип і запалення шкіри.

4.2 Заходи по забезпеченню безпеки

Для забезпечення безпеки у робочих приміщеннях повинні бути виконані наступні заходи:

1) для запобігання нервово-емоційного напруження передбачають додаткові нетривалі перерви. Згідно ДСанПіН 3.3.2.007-98 для операторів персональних комп'ютерів слід призначати регламентовані перерви для відпочинку тривалістю 15 хвилин через кожну одну-дві години;

2) для запобігання фізичної втоми внаслідок тривалої статичної позиції слід використовувати конструкцію робочої поверхні згідно до конструктивних особливостей техніки та характеру роботи. Згідно ДСТУ ISO 9241-1:2003 висота робочої поверхні повинна бути 725 мм, глибина у межах 800-1000 мм, ширина – 600-1400 мм. Робочий стіл повинен мати простір для ніг висотою не менше як 600 мм, шириною не менше як 500 мм, глибиною на рівні колін не менше, як 450 мм та на рівні витягнутої ноги - не менше як 650 мм.

Крісло повинно забезпечувати підтримування раціональної робочої пози під час виконання основних виробничих операцій, створювати умови для зміни пози. Висота поверхні сидіння повинна регулюватись у межах 400-550 мм. Ширина та глибина його поверхні має бути не менше як 400 мм. Кут нахилу спинки у вертикальній площині повинен регулюватися у межах (-30°) - $(+30^{\circ})$ від вертикального положення.

Робоче місце має бути обладнане стійкою підставкою для ніг. Клавіатуру слід розташовувати на поверхні столу на відстані 100–300 мм від краю, звернутого до працюючого.

3) для запобігання механічних травмувань на робочому місці необхідно дотримуватися вимог ДНАОП 0.00-1.31-99. Площа, виділена для одного робочого місця з персональною ЕОМ, повинна складати не менше 6 м^2 , а обсяг - не менше 20 м^3 .

4) для запобігання ураження струмом згідно Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів варто передбачити заземлення провідних корпусів обладнання для запобігання появи на них електричного струму, використовувати захисні коробки для захисту ізоляції від механічних, електричних, хімічних, теплових впливів, які виникають під час експлуатації.

4.3 Заходи з виробничої санітарії і гігієни праці

Якщо в приміщенні природне освітлення запобігає безпечній роботі, світло потрапляє прямо в очі робітника, то виникає можливість прямого засвічування екрана та робітника джерелом природного освітлення, слід встановити захисні жалюзі, штори, нанести шар захисних матеріалів на вікна, використовувати спеціальні фільтри для екранів, захисні козирки, щоб легко регулювати інтенсивність та яскравість освітлення.

Для захисту від іонізуючого випромінювання слід використовувати рідкокристалічний дисплей, який відповідає вимогам стосовно захисту від електромагнітних випромінювань (ТСО-99 і ТСО-03) замість монітору з електронно-променевою трубкою. Якщо в приміщенні знаходиться декілька ПК, то відстані між тильною поверхнею одного відеотерміналу та екраном іншого не повинна бути меншою 2,5 м відповідно до вимог ДСанПіН 3.3.2.007-98 і ДНАОП 0.00-1.31-99. Інтенсивність випромінювання зменшується

пропорційно квадрату відстані від екрана. Оптимальна відстань розміщення екрану від очей користувача становить 600–1000 мм.

Для боротьби з пилом відповідно до ДСанПІН 3.3.2.007-98 варто збільшувати вологість повітря в приміщення, де виконуються роботи на комп'ютерах. Оптимальною є вологість у межах 40-60%. Слід передбачити вологе прибирання робочої зони двічі на день.

Оцінку рівня умов, важкості та напруженості праці за бальною шкалою проводимо на основі попереднього заміру факторів виробничого середовища магістра в аудиторії обладнаної ПК. Вихідні дані заносимо в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Вихідні дані

Фактор (показник)	Фактичне значення	Час дії, год.
Умови праці:		
Мікроклімат за ТНС-індексом, t, °C	29,1	6
Освітленість приміщення E, лк	370	6
Розряд і підрозряд зорових робіт, Z _{ор}	A-1	–
Рівень шуму L, дБ А	98	4
Напруженість праці:		
Загальні енергозатрати організму, Вт	260	6
Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук)	40 000	6
Важкість праці:		
Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)	79	6
Тривалість робочого дня, год.	6	6

1. У відповідності до вихідних даних, вносимо наявні фактори умов праці та виробничого середовища що впливають в процесі трудової діяльності, їх фактичне значення та час дії вносимо до стовпчиків 1, 2, 3, таблиці 4.2 «Результати оцінювання за бальною шкалою».

2. Відповідно до ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень, категорія робіт для магістра в аудиторії обладнаної ПК – Іа, що відповідає легким фізичним роботам.

3. Відповідно до категорії робіт Іа, розряду зорових робіт А-1 та виявлених показників умов та напруженості праці, визначаємо ГДК (ГДР) виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до стовпчика 4, табл. 4.2.

4. Для окремих факторів і показників визначаємо розрахункові коефіцієнти $X_{визн}$ та вносимо їх значення до стовпчика 5, табл. 4.2.

– для гігієнічної оцінки мікроклімату використовуємо ТНС-індекс. Загальна оцінка встановлюється за алгоритмом, який враховує ступінь шкідливості і час дії на кожному рівні показника та дає змогу визначити середньозважену в часі змінну оцінку ступеня шкідливості мікроклімату. Розрахунковий коефіцієнт $X_{визн}$ при оцінці мікроклімату визначаємо в балах, за формулою 4.1 [14]:

$$X_{визн} = \frac{1 \cdot t_1 + 2 \cdot t_2 + 3 \cdot t_3 + 4 \cdot t_4}{T} = \frac{3 \cdot 8}{8} = 3; \quad (4.1)$$

де t_1, t_2, t_3, t_4 – час дії фактора на відповідному ступені 3 класу, год.;

T – тривалість робочої зміни, год.;

1, 2, 3, 4 – ступені 3 класу (шкідливі умови праці).

– для показників важкості та напруженості праці розрахункові коефіцієнти визначаються за основними та допоміжними показниками, що є характерними для конкретного робочого місця, за формулою 4.2 [14]:

а) загальні енергозатрати організму, $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{дон}}; \quad (4.2)$$

де $\Pi_{вим}$ – виміряні показники важкості та напруженості праці;

T – час дії показника важкості та напруженості праці;

$K_{знач}$ – коефіцієнт значимості показника;

8 – тривалість робочої зміни, год.;

$P_{доп}$ – допустимі рівні показників важкості та напруженості праці.

$$X_{визн} = \frac{260 \cdot 6 \cdot 1}{8 \cdot 139} = 1,4;$$

б) стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук), $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{40000 \cdot 6 \cdot 1}{8 \cdot 40000} = 0,75;$$

в) тривалість зосередження уваги (% від часу зміни), $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{79 \cdot 6 \cdot 1}{8 \cdot 75} = 0,76;$$

г) тривалість робочого дня (зміни), $K_{знач} = 0,15$

$$X_{визн} = \frac{6 \cdot 6 \cdot 0,15}{8 \cdot 8} = 0,08.$$

5. Визначаємо клас та ступінь шкідливості умов праці для кожного з виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до стовпчика 6, табл. 4.2:

- для мікроклімату, відповідно до значення розрахункового коефіцієнта

$X_{визн} = 3$, клас умов праці – 3, ступінь шкідливості – (3.0);

- при оцінці освітленості робочої зони приміщення, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до $П_{вим} = 370$ лк, згідно з ДБН В.2.5-28-2006 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне та штучне освітлення» – 3 клас, 1 ступінь (3.1);

- для гігієнічної оцінки рівня шуму, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до виміряного значення рівня шуму $П_{вим} = 98$ дБА, згідно до ГОСТ 12.1.003-83 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности» – 3 клас, 3 ступінь (3.3);

- клас і ступінь важкості та напруженості праці визначаємо як суму розрахованих балів усіх показників $X_{визн}$ за формулою 4.3 [14]

$$X_{сум} = \sum_{i=1}^n X_i = 1,4 + 0,75 + 0,76 + 0,08 = 2,99. \quad (4.3)$$

За значенням суми розрахованих балів показників $X_{сум} = 2,99$ – 3 клас, 2 ступінь (3.2).

6. Оскільки загальна гігієнічна оцінка умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності, з урахуванням комбінованої та сумісної дії виробничих факторів, встановлюється за найбільш високим класом та ступенем шкідливості окремих факторів і показників, тому в результаті досліджень, відповідно до розрахунків, встановлено, що умови праці на робочому місці магістра в аудиторії обладнаної ПК належать до 3 класу, 3 ступеню.

7. Оскільки при гігієнічній оцінці виявлена наявність шкідливих та особливо шкідливих, важких та особливо важких умов праці, проводимо дослідження фактичного стану умов праці, з метою визначення розмірів доплат за ступені шкідливості факторів виробничого середовища та показників важкості та напруженості праці за бальною шкалою, та вносимо їх значення до таблиця 7, табл.4.2 :

– для оцінки впливу мікроклімату, виходимо з того що він відповідає 3 класу, 3 ступеню умов праці, а час його дії уже врахований, тому $X_{cm} = X_i = 3$;

– при оцінці впливу освітленості, виходимо з того що вона відповідає 3 класу, 1 ступеню умов праці та діє протягом 6 годин, тому значення корегується по формулі 4.4 [14]

$$X_i = X_{cm} \cdot \frac{T}{8}, \quad (4.4)$$

де – бальна оцінка за ступень шкідливості фактора, 1, 2, 3 бали;

T – час дії даного фактора протягом робочого дня, год.;

8 – тривалість робочої зміни, год.;

відношення $T/8 = 1$ – якщо час дії фактора складає більш 90% робочої зміни (робочого часу). :

$$X_i = 1 \cdot \frac{6}{8} = 0,75;$$

– для оцінки впливу шуму, виходимо з того, що його рівень відповідає 3 класу, 3 ступеню умов праці та діє протягом 4 годин, тому:

$$X_i = 3 \cdot \frac{4}{8} = 1,5;$$

– для оцінки впливу важкості та напруженості праці, виходимо з того що вони відповідають 3 класу, 2 ступеню умов праці, тому $X_{cm} = X_i = 2$.

Таблиця 4.2 - Результати оцінювання за бальною шкалою

Фактор (показник)	Вимірян і показ- ники $P_{\text{вим}}$	Час дії год.	ГДК, ГДР, показники, $P_{\text{доп}}$	$X_{\text{визн}}$, бал	Клас умов пра- ці	X_i , бали
Мікроклімат за ТНС-індексом, t, °C	29,1	6	23,5-26,4	3,0	3,3	3,0
Освітленість при- міщення E, лк	370	6	500	—	3,1	0,75
Розряд і підрозряд зорових робіт, $Z_{\text{ор}}$	A-1	—	—	—	—	—
Рівень шуму L, дБА	98	4	50	—	3,3	1,5
Загальні енергоза- трати організму, Вт	260	6	139	1,4	3,2	2,0
Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локаль- ному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук)	40000	6	40000	0,75		
Тривалість зосере- дження уваги (в % від часу зміни)	79	6	75	0,76		
Тривалість робочого дня, год.	6	6	8	0,08		

8. Для визначення конкретного розміру доплати, умови праці оцінюємо по сумі значень X_i , по формулі 4.5 [14]

$$X_{\text{факт}} = \sum_{i=1}^n X_i, \quad (4.5)$$

де $\sum_{i=1}^n X_i$ - сума, скорегованих з урахуванням часу дії, балів X_i .

$$X_{\text{факт}} = 1 + 0,75 + 1,5 + 2 = 5,25.$$

Розміри доплат за умовами праці в залежності від їх фактичного стану $X_{факт}$ встановлюються за результатом атестації робочих місць (дослідження фактичного стану умов праці) на підставі Типового положення «Про оцінку умов праці на робочих місцях і порядок застосування галузевих переліків робіт, на яких можуть установлюватися доплати робітникам за умови праці». Отримали, що розмір доплати в залежності від фактичного стану умов праці становить 12% до тарифної ставки (окладу).

9. На основі проведеного аналізу робочого приміщення можна зробити рекомендації, щодо нормалізації метеорологічних умов. Перш за все, слід знизити температуру у приміщенні. Відповідно до ДСН 3.3.6-042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» необхідно забезпечити припливно-витяжну механічну вентиляцію та кондиціювання приміщення.

Освітленість занижка, тому згідно ДБН В.2.5-28:2006 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне та штучне освітлення» загальне штучне освітлення має бути представлено люмінісцентними джерелами світла, відповідної до площі приміщення потужності, та розташовано над робочою поверхню. Якщо неможливо забезпечити цю умову загальним освітленням, то слід передбачити місцеве освітлення.

Для зниження рівня шуму в робочій зоні згідно ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку» необхідно замість матричних принтерів застосувати лазерні; з метою зниження зовнішнього шуму замінити вікна на пластикові з трикамерним склопакетом.

Для зменшення загальних енергозатрат організму, необхідно скоротити тривалість робочого дня до 5 або 4 годин.

Для зменшення тривалості зосередження уваги, впливу повторення стереотипних робочих рухів необхідно скоротити тривалість робочого дня, передбачити додаткові перерви - 10-15 хвилинну перерву через кожну годину.

4.4 Заходи з пожежної безпеки

Робоче приміщення для оператора ЕОМ містить речі, що горять (техніка, паперові документи, меблі тощо). На основі цього, відповідно до ДБН В.1.1.7-2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва» на робочому місці може виникнути пожежа класу А. Згідно ДСТУ Б.В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будівель та зовнішніх устаткувань за вибухопожежною та пожежною безпекою» приміщення для роботи операторів відноситься до категорії Д (помірно пожежонебезпечна). З урахуванням того, що площа приміщення складає 20 м², для захисту від пожежі технічні засоби необхідно застосовувати один порошковий вогнегасник типу ВП-5 та для захисту документів, меблів – один водний вогнегасник типу ВВ-5 (один – за наявності системи автоматичного пожежогасіння). Крім того, приміщення операторів ЕОМ обладнується автоматичними пожежними сповіщувачами, що реагують на підвищення температури, дим, відкрите полум'я.

4.5 Заходи з безпеки у надзвичайних ситуаціях.

Організація навчання працюючого та непрацюючого населення згідно з Кодексом Цивільного Захисту покладається на центральний орган виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері цивільного захисту, Раду міністрів Автономної Республіки Крим, місцеві державні адміністрації, органи місцевого самоврядування, які розробляють і затверджують відповідні організаційно-методичні вказівки та програми з підготовки населення до таких дій.

Навчання працюючого населення діям у надзвичайних ситуаціях є обов'язковим і здійснюється в робочий час за рахунок коштів роботодавця за

програмами підготовки населення діям у надзвичайних ситуаціях, а також під час проведення спеціальних об'єктових навчань і тренувань з питань цивільного захисту.

Порядок організації та проведення спеціальних об'єктових навчань і тренувань з питань цивільного захисту визначається центральним органом виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері цивільного захисту.

Для отримання працівниками відомостей про конкретні дії у надзвичайних ситуаціях з урахуванням особливостей виробничої діяльності суб'єкта господарювання у кожному суб'єкті господарювання обладнується інформаційно-довідковий куточок з питань цивільного захисту.

Особи під час прийняття на роботу та працівники щороку за місцем роботи проходять інструктаж з питань цивільного захисту, пожежної безпеки та дій у надзвичайних ситуаціях.

Особи, яких приймають на роботу, пов'язану з підвищеною пожежною небезпекою, мають попередньо пройти спеціальне навчання (пожежно-технічний мінімум). Працівники, зайняті на роботах з підвищеною пожежною небезпекою, один раз на рік проходять перевірку знань відповідних нормативних актів з пожежної безпеки, а посадові особи до початку виконання своїх обов'язків і періодично (один раз на три роки) проходять навчання та перевірку знань з питань пожежної безпеки.

Допуск до роботи осіб, які не пройшли навчання, інструктаж і перевірку знань з питань цивільного захисту, зокрема з пожежної безпеки, забороняється.

Програми навчання з питань пожежної безпеки погоджуються з центральним органом виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері цивільного захисту.

Непрацююче населення самотійно вивчає пам'ятки та інший інформаційно-довідковий матеріал з питань цивільного захисту, правила пожежної безпеки у побуті та громадських місцях та має право отримувати від органів

державної влади, органів місцевого самоврядування, через засоби масової інформації іншу наочну продукцію, відомості про надзвичайні ситуації, у зоні яких або у зоні можливого ураження від яких може опинитися місце проживання непрацюючих громадян, а також про способи захисту від впливу небезпечних факторів, викликаних такими надзвичайними ситуаціями [15].

4.6 Висновки до розділу охорони праці і безпеки у надзвичайних ситуаціях

В результаті виконання розділу «Охорона праці і безпека у надзвичайних ситуаціях» розроблено ряд заходів щодо забезпечення безпечних умов праці при аналізі і обробки даних з використанням засобів обчислювальної техніки:

1) для створення оптимального рівня освітлення слід керуватися ДБН В.2.5–28:2006 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне та штучне освітлення»;

2) для захисту робітника від іонізуючого випромінювання слід використовувати сучасні ЕОМ та розміщувати на відстані 600-1000 мм від очей згідно ДНАОП 0.00-1.31-99 «Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин»;

3) для запобігання нервово-емоційного напруження передбачають додаткові нетривалі перерви згідно ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин»;

4) ергономіка робочого місця оператора ЕОМ забезпечується у відповідності до положень ДСТУ ISO 9241-1:2003 «Ергономічні вимоги при роботі з відеотерміналами у офісі. Загальні положення»;

5) параметри мікроклімату приміщення повинні бути забезпечені згідно вимог ДСН 3.3.6–042–99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень»;

6) зниження рівня шуму в робочій зоні відбувається за допомогою звукоізолюючих матеріалів відповідно до ДСН 3.3.6.037–99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку»;

7) облаштування робочого місця виконується згідно ДНАОП 0.00-1.31-99 «Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин»;

8) для захисту від пожежі в приміщенні площею 20 м² розміщують один порошковий вогнегасник типу ВП-5 та один водний вогнегасник типу ВВ-5 згідно вимог ДБН В.1.1.7-2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва»;

9) для захисту від ураження електричним струмом шляхом облаштовують ізоляцію та захисну оболонку струмоведучих частин комп'ютерної техніки та периферійного обладнання, їх заземлення та експлуатацію з дотриманням вимог Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів;

10) для захисту від впливу пилу відповідно до ДСанПіН 3.3.2-007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» слід утримувати належний рівень вологості у приміщенні 40-60%.

ВИСНОВКИ

В магістерській роботі було розроблено мережу міського громадського пасажирського транспорту у місті Запоріжжя у двох варіантах. Перший варіант був виконаний на основі існуючої транспортної мережі у місті, довжиною 115,8 км. Отримана мережа містить 5 автобусних маршрутів та 1 тролейбусний маршрут. Другий варіант складено на основі нових маршрутів та містить 3 автобусних та 1 тролейбусний маршрут, довжиною 77,1 км.

Розроблені мережі з'єднують всі райони міста між собою, а автобус моделі МАЗ-103 та тролейбуси моделі Дніпро Т103 забезпечують всі нічні перевезення пасажирів.

Розроблено для кожної схеми розклади руху по маршрутам у двох варіаціях – маршрутний – для водіїв, де зображено лише час відправлення рухомого складу з кінцевих зупинок маршруту та розклад руху для пасажирів, з розрахунком часу прибуття автомобілів на спільні, загальні зупинки по маршруту.

Проведено розрахунок складових, що складаються собівартість перевезення та отримано тариф на перевезення одного пасажирів. Тариф розраховано в залежності від коефіцієнту використання пасажиромісткості рухомого складу (від 10 до 30%) по кожному маршруту окремо, та приведено до середнього значення по мережі.

Провели аналіз тарифу та розраховали при якій вартості проїзду та завантаженні транспорту проект почне приносити прибуток – від 23,5 до 35 грн. по першій мережі та від 28,5 до 42,5 грн. по другому варіанту мережі.

Розробили заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Счетчик населения Земли [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://countrymeters.info/ru/World>
2. Термінологія законодавства України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/term/15890>
3. Углекислый газ от транспорта и других источников Украины [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.co2nnect.org/help_sheets/index.php?op_id=-1&nmlpreflang=ru
4. Статистичні дані по галузі автомобільного транспорту [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mtu.gov.ua/content/statistichni-dani-po-galuzi-avtomobilnogo-transportu.html>
5. Бауэрсокс Доналд Дж., Клосс Дейвид Дж. Логистика. Интегрированная цепь поставок. 2-е изд./ [Пер. с англ. Н. Н. Барышниковой, Б. С. Пинскера]. – М.: ЗАО «Олимп – Бизнес», 2011. – 640 с.
6. Постанова Кабінету міністрів №176 «Про затвердження Правил надання послуг пасажирського автомобільного транспорту».–1997. – №181 від 07.02.2018
7. Закон України «Про міський електричний транспорт» // Відомості Верховної Ради України. –2004. – № 1812-VIII від 17.01.2017
8. Закон України «Про автомобільний транспорт» // Відомості Верховної Ради України. –2001. – № 54-IX від 11.09.2019
9. Наказ Міністерства Інфраструктури №480 «Про затвердження Порядку організації перевезень пасажирів та багажу автомобільним транспортом».–2013. – №278 від 16.08.2016
11. Кодекс законів про працю України : Закон України від 10.12.71 № 322-VIII // Відомості Верховної Ради УРСР. – 1971. – № 50. – С. 375.
10. ДБН Б.2.2-12:2018 Планування та забудова територій

12. Звіт про науково-дослідну роботу «Комплексне обстеження пасажиропотоків на маршрутах міського пасажирського транспорту загального користування в місті Запоріжжі»/ Національний Університет Запорізька Політехніка, 2017.

13. Как появились ночные меры [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://strelkamag.com/ru/article/world-experience>

14. Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях» в магістерських дипломних роботах зі спеціальностей: -275.02 – «Транспортні технології на залізничному транспорті» з спеціалізації – «Транспортні технології на залізничному транспорті»; - 275.03 – «Транспортні технології на автомобільному транспорті» з спеціалізації – «Транспортні технології на автомобільному транспорті» / Укл.: доцент, к.т.н. Лазуткін М. І. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2018. – 36 с.

15. Кодекс цивільного захисту України від 2 жовтня 2012 року N 5403-VI).