


Державний університет інфраструктури та технологій
Київський інститут залізничного транспорту
Факультет «Управління залізничним транспортом»
Кафедра «Управління комерційною діяльністю залізниць»


ЗАТВЕРДЖУЮ:
завідувач кафедри УКДЗ,
д.т.н., професор


_____ В.К. Мироненко
(підпис)
«25» грудня 2020 року

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної (магістерської) роботи
освітнього ступеня «Магістр»

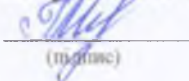
на тему Дослідження та рекомендації що до впровадження новітніх
технологій експлуатаційної роботи новій лінії метрополітену

Виконав: студент 2 курсу, групи ТТ
ОПП «Транспортні технології (на залізничному
транспорті)»



Ющенко Т.О.
(прізвище та ініціали)

Науковий керівник



Грушевська Т.М.
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль



Грушевська Т.М.
(прізвище та ініціали)

Рецензент

С.С.Пархоменко
(прізвище та ініціали)

Державний університет інфраструктури та технологій

Київський інститут залізничного транспорту

Факультет «Управління залізничним транспортом»

Кафедра «Управління комерційною діяльністю залізниць»

Освітній ступінь «Магістр»

Галузь знань 27 «Транспорт»

Освітньо-професійна програма «Транспортні технології (на залізничному транспорті)»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

завідувач кафедри УКДЗ,

д.т.н., професор

 В.К. Мироненко

(підпис)

«01» вересня 2020 року

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ (МАГІСТЕРСЬКУ) РОБОТУ**

студента _____ Ющенко Тетяни Олександрівни _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження та рекомендації що до впровадження новітніх технологій експлуатаційної роботи новій лінії метрополітену, науковий керівник Грушевська Тетяна Миколаївна, к.т.н., доцент
(ПІБ, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом Державного університету інфраструктури та технологій від «31» серпня 2020 року № 09.2-05-447/с

2. Строк подання студентом роботи «04» грудня 2020 року

3. Вихідні дані до роботи: Статистика перевезення пасажирів на КП «Київський метрополітен»

4. Зміст пояснювальної записки (назва розділів основного змісту роботи):

1 Аналіз інноваційних підходів, що використовуються при організації пасажирських перевезень в метрополітені

2 Дослідження техніко – експлуатаційної характеристики метрополітену

3 Дослідження пасажиропотоків на прикладі однієї станції метрополітену

4 Розробка інтелектуальної системи відеоконтролю (ісвк) пасажиропотоку на станціях в-т лінії київського метрополітену

5 Техніко-економічні розрахунки щодо впровадження новітніх технологій на лінії «п – в»

6 Охорона праці на метрополітені

7 Охорона навколишнього середовища

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

В електронному вигляді:

Схема ліній метрополітену

Перспективи розвитку діяльності роботи метрополітену

Аналіз пасажиропотоків роботи метрополітену

Прогноз пасажиропотоку роботи метрополітену

Розподіл пасажиропотоків по годинах на станції «Вокзальна»

Перспективи розвитку станції «Вокзальна», в якості пересадочного вузла на

Подільсько – Вигурівську лінію

Аналіз співвідношення пасажиропотоків входу та виходу





Загальна структура автоматизованої системи відеонагляду «Безпечне місто»

Техніко – економічні розрахунки щодо визначення економічної ефективності

Статистика травматичних випадків на метрополітені

В паперовому вигляді: немає

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона навколишнього середовища	к.і.н., доцент Сорочинська О.Л.		
Охорона праці	к.і.н., доцент Сорочинська О.Л.		

7. Дата видачі завдання: «01» вересня 2020 року.

ЗМІСТ

	ВСТУП	7
1	АНАЛІЗ ІННОВАЦІЙНИХ ПІДХОДІВ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ПРИ ОРГАНІЗАЦІЇ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В МЕТРОПОЛІТЕНІ.....	11
1.1	Аналіз наукових досліджень.....	11
1.2	Світовий досвід розвитку діяльності роботи метрополітену.....	16
2	ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІКО – ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕТРОПОЛІТЕНУ.....	28
2.1	Характеристика ліній.....	28
2.2	Характеристика станцій та прогнозуючий пасажиропотік на них.....	31
2.3	Пропозиції що до організації експлуатації на лінії.....	65
3	ДОСЛІДЖЕННЯ ПАСАЖИРОПОТОКІВ НА ПРИКЛАДІ ОДНІЄЇ СТАНЦІЇ МЕТРОПОЛІТЕНУ.....	71
3.1	Передумови створення ефективної системи взаємодії транспорту.....	71
3.2	Проектування другого виходу та пересадочного вузла.....	78
4	РОЗРОБКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ВІДЕОКОНТРОЛЮ (ІСВК) ПАСАЖИРОПОТОКУ НА СТАНЦІЯХ В-Т ЛІНІЇ КИЇВСЬКОГО МЕТРОПОЛІТЕНУ.....	82
4.1	Обґрунтування необхідності системи відеоконтролю.....	82
4.2	Структура і функції ІСВК, що розробляються.....	85
4.3	Пілотний проект реалізації ІСВК на станції «Глибочицька».....	89
5	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ ЩОДО ВПРОВАДЖЕННЯ НОВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ЛІНІЇ «П – В».....	98
5.1	Розрахунок капітальних вкладень.....	99
5.2	Розрахунок економії експлуатаційних витрат.....	102

5.3	Розрахунок економії експлуатаційних витрат	107
6	ОХОРОНА ПРАЦІ НА МЕТРОПОЛІТЕНІ.....	114
6.1	Система управління охороною праці в метрополітені.....	114
6.2	Формування контролю за станом охорони праці.....	120
6.3	Шкідливі та небезпечні фактори в метрополітені.....	122
7	ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	125
7.1	Правова охорона навколишнього природного середовища в населених пунктах.....	125
7.2	Охорона навколишнього середовища в період будівництва та в період експлуатації метрополітену.....	127
7.3	Еколого-виробничі вимоги до утримання об'єктів метрополітену.....	133
	ВИСНОВОК.....	136
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	137
	ДОДАТОК А Схема ліній метрополітену.....	138
	ДОДАТОК Б Перспективи розвитку діяльності роботи метрополітену.....	139
	ДОДАТОК В Аналіз пасажиропотоків роботи метрополітену.....	140
	ДОДАТОК Г Прогноз пасажиропотоку роботи метрополітену.....	142
	ДОДАТОК Д Розподіл пасажиропотоків по годинах по станції «Вокзальна».....	143
	ДОДАТОК Е Перспективи розвитку станції «Вокзальна».....	144
	ДОДАТОК Ж Співвідношення пасажиропотоків входу та виходу.....	145
	ДОДАТОК К Загальна структура автоматизованої системи відеонагляду «Безпечне місто».....	147
	ДОДАТОК Л Техніко – економічні розрахунки, щодо визначення економічної ефективності.....	148
	ДОДАТОК М Статистика травматичних випадків на метрополітені..	149

ВСТУП

Життя людини та її безпека, правопорядок та громадський спокій – це пріоритетне завдання сучасної України. Велика територія країни, значна кількість комплексних інфраструктур, інтенсивний дорожній рух, чисельність соціальних та громадських об'єктів, шкіл, вузів, лікарень тощо підтверджують, що вирішити питання безпеки лише нетехнічними методами та інструментами практично неможливо.

У житті великих міст метрополітен є найбільш зручним та надійним видом міського пасажирського транспорту для населення. Він є єдиним видом міського транспорту, який здатний впоратися з високою інтенсивністю пасажиропотоку. Тому його розвиток є ефективним вирішенням проблем пасажирських перевезень в великих містах.

Це складне завдання та організаційно-технологічний виклик для українського політикуму й державних установ – використовувати потужні можливості цифрових технологій для забезпечення необхідного рівня загальної безпеки громадян.

Вміле використання цифрових технологій повинно запровадити новий рівень координації діяльності оперативних, чергових, диспетчерських та муніципальних служб, відповідальних за громадську безпеку та повсякденну життєдіяльність місцевих громад, а також забезпечити механізм швидкого реагування відповідних служб з метою усунення наслідків правопорушень та надзвичайних ситуацій. Використання «цифрових» систем управління транспортними потоками суттєво зменшує кількість заторів, нештатних ситуацій, покращує екологію та, звичайно, має економічний ефект. Ключова спеціалізація «цифрових» систем – генерація «тривожних» сигналів щодо неправильного припаркованих транспортних засобів, вчинення порушень правил дорожнього

руху, перевищення швидкості та дотримання технічних параметрів транспортних засобів, нестандартної поведінки та ситуацій.

З процесом децентралізації в Україні активно обговорюється тема розвитку міст на основі концепції «смарт-сіті». Акцент перш за все робиться на питаннях технологізації міст, покращення послуг та ефективного ресурсного менеджменту.

Концепція «смарт-сіті» – це модель міста на основі повномасштабного використання цифрових технологій для вирішення поточних проблем міста, його стійкого розвитку та підвищення якості життя громадян. На порядку денному - питання модернізації інфраструктури міст та впровадження ефективного ресурсного менеджменту; трансформація системи міського управління на основі інтеграції систем та даних; необхідність визначення економічних моделей розвитку міст з урахуванням не тільки природнього, промислового, а й людського потенціалу.

Однак, не всі українські міста на сьогодні в змозі повноцінно використати потенціал та можливості технологій «смарт-сіті», насамперед через відсутність сформованого розуміння цієї концепції та стратегічного бачення міського розвитку взагалі.

Задля інтенсифікації розвитку ініціатив «смарт-сіті» та їх масштабування Уряд України вбачає необхідною реалізацію наступних ініціатив:

- розробка національної «дорожньої карти» та фрейм ворку цифрової трансформації міст як основи для формування відповідних міських дорожніх карт та підтримки міських проектів цифровізації;
- створення національної платформи – каталогу рішень «смарт-сіті» (на принципах апробації і сертифікації) згідно з досвідом «EPIC/Європейської платформи розумних міст». Це необхідно для вирівнювання можливостей різних міст країни щодо проектування, розробки та імплементації відповідних проектів;
- гармонізація політик і законодавства з вимогами ЄС (передбачено Угодою про асоціацію «Україна – ЄС»), які стосуються розвитку цифрової

економіки, інновацій, міського управління (політика зв'язності та регіонального співробітництва 2014–2020);

– впровадження міжнародних стандартів управління «смарт-сіті» (ISO-37120, ISO-37101 та інші);

– підтримка розбудови інноваційних екосистем в українських містах та залучення громадян в розробку міських рішень «смарт-сіті».

В магістерській роботі розглядається впровадження новітніх технологій експлуатаційної роботи на запланованій Т-В лінії Київського метрополітену.

Об'єкт дослідження – Комунальне підприємство «Київський метрополітен».

Предмет дослідження – забезпечення пасажирів та експлуатаційної роботи за допомогою сучасних цифрових технологій.

Метою даної роботи є огляд та пропозиція інноваційних підходів, що покращать експлуатаційну роботу та обслуговування пасажирів на станціях В-Т лінії Київського метрополітену.

Апробація результатів теми кваліфікаційної роботи «Дослідження та рекомендації щодо впровадження новітніх технологій роботи на П – В лінії метрополітену» представлена у статті на тему «Дослідження та рекомендації щодо впровадження новітніх технологій роботи на новій лінії метрополітену» у збірнику наукових праць студентів «Молодий науковець» №7, науковий керівник: Грушевська Т.М..

В першому розділі виконано аналіз наукових досліджень та наводиться огляд світових інноваційних підходів до метрополітенів, забезпечення їх діяльності.

В другому розділі приведена характеристика Вокзально – Троєщинської лінії та спрогнозовано її пасажиропотоки, дана характеристику пасажиропотоків по станції Вокзальна та розглянуто можливість будівництва пересадочного вузла та другого виходу.

В третьому розділі прораховано погодинний пасажиропотік та перспективи розвитку станції «Вокзальна».

В четвертому розділі обґрунтовано необхідність впровадження системи відеоконтролю (ІСВК) пасажиропотоку на лінії.

В п'ятому розділі виконано техніко-економічні розрахунки впровадження відеоконтролю (ІСВК) пасажиропотоку.

Робота надрукована на 149 аркушах, має 10 додатків. Для ілюстрації матеріалів кваліфікаційної роботи додані необхідні додатки та відгуки.

1 АНАЛІЗ ІННОВАЦІЙНИХ ПІДХОДІВ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ПРИ ОРГАНІЗАЦІЇ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В МЕТРОПОЛІТЕНІ

1.1 Аналіз наукових досліджень

Питання безпечного перевезення пасажирів на метрополітені гостро стояло ще з часів його відкриття. Потрібно сказати, що забезпечити безпеку в метро – завдання дуже складне, тому що контролювати потрібно не тільки кожен вагон кожного поїзда, але і все вестибюлі, станції, переходи. Крім того, по-справжньому ефективна система повинна враховувати всі більш-менш реальні загрози – від загорянь, нещасних випадків на ескалаторі і падінь людей на рейки до терористичних актів. Аналізуючи літературу з приводу даного питання можна зробити висновок, що безпека на метрополітені і в загалі на залізничному транспорті цікавила ряд науковців таких як Левін Б.А., Сухомлинов А.В., Громов В.Н., Чепша В.Ю., Малигін І.Г., Муратов В.П., Найденко В. Н. Ними були розглянуті питання державного регулювання транспортної безпеки і питань пов'язаних з оцінкою рівня вразливості об'єктів транспортної інфраструктури. Дослідження Пономарева В.М., Диканової Т.А., Найденко В.Н., Громова В.Н., Borrion H., O'Neill C., Robinson A., Larcher M. и Standberg V. розглядають джерело загрози для метрополітену і містять рекомендації по мірам направленим на забезпечення безпеки в метрополітені. Разом з цим аналіз літератури [1 – 20] показав не достатність дослідження, яке присвячене комплексному рішенню проблем забезпечення транспортної безпеки на метрополітені. Проте робота ведеться, і в кожній країні знаходять свої шляхи вирішення цього завдання.

В роботі [1] розглянуто систему безпеки на метрополітені. Запропоновано програму страхування поїздів, введення в дію газоаналізаторів, локалізатори

вибухів, контейнерами для екстреної евакуації підозрілих предметів для мінімізації терактів. Розглянуто інтелектуальні системи відеонагляду різних країн світу.

В [2] розглянуто системи безпеки метрополітенів Парижу, Барселони та Лондону. Проаналізовано поведінку пасажирів різного віку на платформі та можливість введення платформи розсувних дверей на КП «Київський метрополітен».

В [3] висвітлено перспективи розвитку столичної підземки. Будівництво 14 нових станцій Подільсько-Вигурівської лінії та навіть п'ятої лінії метрополітену. Також відображено планове продовження вже існуючих ліній метрополітену. Обґрунтовано їх необхідність для столиці, наведено точний кілометраж прогнозованих перегонів та ліній.

Історія Київського метрополітену, характеристика ліній, розміри руху наведені в [4]. Також дана стаття висвітлює економічні витрати, одержання бюджетів та план розпорядку бюджетними коштами. Розглянуто засоби для поліпшення обслуговування пасажирів.

Розвиток громадського транспорту висуває все більш високі вимоги до метрополітену, як-то:

- необхідність збільшення пропускної спроможності станцій;
- забезпечення високого ступеня безпеки, захисту від падінь та нещасних випадків;
- надання пасажирам підвищеного комфорту;
- для підвищення ефективності та надійності перевезень в метро починають експлуатуватися повністю автоматизовані поїзди, для синхронізації з якими необхідні платформні автоматизовані бар'єри безпеки.

Всього згідно інформації, наведеній в базі даних «World metro database» [5], в світі діє 207 метрополітенів.

Незважаючи на те, що транспортні події в метрополітені трапляються дуже рідко, їх наслідки дуже серйозні. Тому підвищення безпеки руху в метрополітені

залишається дуже серйозною проблемою, як і для рейкового транспорту взагалі. Добре відомо, що найбільш важлива причина подій – людський фактор, це відзначають експерти і статистика аварій. Один із сучасних аспектів впровадження науково-технічного прогресу в метро – автокерування, тобто управління рухом поїздами метро без участі машиніста в кабіні.

Згідно з [6] автоматичне управління рухом поїздів – світовий тренд, спрямований на забезпечення безпеки перевезень, що має функції:

- Автоматичне введення і відпрацювання попереджень в режимі автоуправління;

- Точне виконання швидкісного режиму по сигналам світлофорів і обмеження швидкості;

- Контроль за діями машиніста щодо дотримання швидкісного режиму і відключення його від управління при прогнозованому перевищенні швидкості. Автопілот не зупиняє потяг при перевищенні швидкості, а запобігає перевищенню, що є принципово новою властивістю, що запобігає спрацюванню приладів безпеки на ділянках з несприятливим для гальмування профілем колії.

Всі ці функції дійсно підвищують безпеку руху, про що можна судити за кількісними даними, що отримуються автоматично після розшифровки картриджів, записаних в реальних поїздках. Кількість випадків порушень безпеки руху при автокеруванні в кілька разів менші, ніж при ручному управлінні – такі випадки зводяться до нуля.

Взагалі існує два глобальних напрямки підвищення безпеки руху поїздів – ефективний контроль стану машиніста і автокерування поїзда.

Автоматичні керовані поїзди вже кілька років працюють в метрополітенах найбільших міст Європи, Близького Сходу, Америки та Парижу, Копенгагена, Дубая, Мадрида, Атланти, Каракаса та в інших країнах.

За думками багатьох вчених можна зробити висновок, що в системі застосування автопілота існує психологічна проблема: пасажери побоюються

поїздів, в яких взагалі немає машиністів. Наприклад, в Нюрнберзі люди стали довіряти повністю поїздам з автоматичним управлінням тільки через кілька років успішної експлуатації.

До речі, в світі існує кілька рівнів автоматизації поїздів. Вони відрізняються тією роллю, яку виконує персонал поїзда. Можна виділити таку класифікацію поїздів метрополітену з автоматичним управлінням руху:

– *клас 4* дозволяє поїздам їздити взагалі без машиністів, при цьому співробітники метрополітену можуть перебувати в поїзді для обслуговування пасажирів. У складі навіть не передбачена кабіна машиніста, тому пасажири першого вагона можуть спостерігати через лобове скло і тунель, і рух під колесами рейки. Такі поїзди ходять, наприклад, в Копенгагені, в Нюрнберзі, Мілані, Парижі та Лондоні. Але одним з кращих вважається дубайський безпілотний метрополітен. Там також немає машиніста – дві лінії метро, що простягнулися по основі заселеної території, повністю автоматизовані;

– *клас 3* вимагає присутності в кабіні машиніста тільки для відкриття і закриття дверей, а також на випадок надзвичайних подій. До нього відноситься 11 лінія метро Барселони і пекінський метрополітен, а також метро в Сінгапурі;

– *клас 2* вимагає, щоб машиніст перебував в кабіні, щоб стежити за перешкодами на шляху. Така система працює в метро Мадрида. Така система впроваджена у Росії;

– *клас 1* використовується у повністю «безпілотних» поїздах. Відсутні машиністи та навіть кабіни для них: втручання людини в роботу транспорту мінімально. Управління здійснює комп'ютер за допомогою системи АТС (Automatic Train Control), яка включає в себе оповіщення оператора про дорожню ситуацію, а також спеціальну систему плавного зниження швидкості. Плюс система безпеки, яка передбачає можливість екстреної зупинки.

Якщо машиніст з якоїсь причини не зупинить рухомий склад на потрібній станції, то програма це зробить сама. Також розробляється технологія, яка

дозволить диспетчеру дистанційно зупинити поїзд в екстрених ситуаціях. Перевага цієї системи в тому, вважає заступник головного конструктора ВАТ НДІ Приладобудування імені Тихомирова Андрій Щелухін, що вона підвищує безпеку руху поїздів: «Система не дозволяє відкрити двері неправильне положення і перешкоджає проїзду станцій. Вона дозволяє в автоматичному режимі відправити поїзд на перегін і привести його на наступну станцію. При цьому відпрацьовує всі обмеження швидкості, режими, дотримується час ходу по перегону».

Фахівці в області проектування і впровадження АСУ відзначають, що у більшості гучних техногенних катастроф, як правило, не якась одна причина, а відразу кілька, певним чином сформованих в фатальну послідовність.

І хоча причини техногенних пригод можуть бути абсолютно різними, їх завжди об'єднує одне – людський фактор.

Отже, аналізуючи [6] можна зробити такі висновки:

1) У технологічному плані повна автоматизація руху поїздів у метрополітені простіша, ніж створення автомобілів з автопілотом. Однак і ризик помилки в цьому процесі куди набагато вище. Може, тому позбавлення від машиністів в системах метро по всьому світу відбувається не так швидко, як могло б.

2) Кількість метрополітенів з автоматичним управлінням зростає: Однак уже є метрополітени, де машиністів не залишилося зовсім або з кожним роком стає все менше.

3) Причина, по якій Київський метрополітен не готовий для поїздів-безпілотників – занадто інтенсивний рух. Щоб в метрополітені могли безпечно курсувати поїзди без машиністів, інтервал між ними повинен складати близько двох з половиною хвилин, в той час як в Києві він часто значно менше. Також можна відзначити такі основні проблеми, як можливі несправності, усунути які неможливо дистанційно.

4) Існує також величезна перешкода впровадження автоматичного управління рухом поїздів – це фінансові витрати. Не факт, що вони окупляться

стосовно ідеї заміни машиніста на робота. Причому потрібно значне переоснащення составів поїздів, станцій, колійного господарства і системи сигналізації на лінії.

1.2. Світовий досвід розвитку діяльності роботи метрополітену

Щодня київським метрополітеном користуються сотні тисяч пасажирів. Але разом з тим, сумна статистика стверджує: тільки в цьому році в столичній підземці загинули двоє людей, ще з десятків – травмовані. Щоб підвищити безпеку перевезень, столична влада планує перейняти досвід інших країн і встановити захисні перегородки на станціях.

Метрополітен - транспортне підприємство з підвищеною небезпекою. Ця фраза є попередженням, що постійно звучить з репродуктора в підземці. Щоб не стати героєм моторошного відео, достатньо виконувати просте правило: до зупинки поїзда не перетинати жовтої лінії у краю платформи. Але коли в метро годину пік і все навколо поспішають і штовхаються, ніхто не гарантує захисту. Тому в деяких країнах на станціях є спеціальні конструкції, що виключають падіння, які зображені на рисунку 1.1 та рисунку 1.2.



Рисунок 1.1 – Система платформних розсувних дверей половинної висоти



1 – автоматичні платформенні двері (АПД), 2 – двері аварійного виходу або стаціонарна панель, 3 – верхня панель, 4 – технічний блок, 5 – розсувна телескопічна двері, 6 – локальна контрольна панель.

Рисунок 1.2 – Будова платформних розсувних дверей повної висоти

Конструкція скляного огородження виготовляється в антивандальному виконанні, із заповненням з ударостійкого скла.

Система обладнана дверцятами запасного виходу (по одній на кожен вагон). З боку рейкової колії двері оснащені протипаніковим механізмом відкривання.

Пристрої розроблені для того, щоб всі пасажери могли з легкістю здійснювати посадку і висадку з вагона:

- пасажери з обмеженими фізичними можливостями;
- люди похилого віку, які користуються тростини або пересуваються на милицях;
- сім'ї з колясками;
- пасажери з важким багажем і т.д.



Рисунок 1.3 – Конструкція скляного огородження для пасажирів з обмеженими фізичними можливостями

У конструкції розсувних платформних дверей передбачені спеціальні висувні платформи, що полегшують посадку у вагони.

Поверхня захисних екранів може використовуватися в рекламно-інформаційних цілях, також є можливість вбудовувати в конструкцію монітори.

У верхню частину огорож половинної висоти можуть вбудовуватися потужні світильники, що забезпечують рівномірне освітлення станції.

Система платформних розсувних дверей проектується і встановлюється таким чином, щоб забезпечувати безперебійну роботу протягом всього життєвого циклу з моменту установки (35 років).

Тривалість життя дверного приводу – мінімум 20 років.

Установка даних систем проводиться поетапно в нічний час, в період перерви руху поїздів (2,5 – 3 години). Вони ставляться у вигляді зібраних автономних модулів і їх монтаж займає мінімальний час.

Термін гарантійного обслуговування складає 24 місяці з дати введення обладнання в експлуатацію.

Гарантійний термін експлуатації платформних дверей (стулок дверей, проміжних огорож, металоконструкцій з алюмінію або нержавіючої сталі) становить не менше 20 років.

Гарантійний термін експлуатації системи управління платформними дверима при дотриманні технічного регламенту – не менше 10 років.

Технічне обслуговування системи платформних розсувних дверей проводиться спеціально навченими співробітниками замовника.

Уздовж краю платформи по всій довжині встановлюються спеціальні скляні огорожі з вбудованими автоматичними розсувними дверима, що відкриваються і закриваються синхронно з дверима рухомого складу.

Скляні огорожі є бар'єром між колійними тунелями і зоною очікування поїзда, що виключає можливість випадкового або навмисного падіння пасажирів на рейки.

Алгоритм роботи розсувних дверей:

1. Рухаючись в тунелі, поїзд за 200 метрів до зупинки першого вагона отримує від «розумної» системи сигнал про стан скляних дверей. Якщо ситуація штатна, машиніст рухається зі звичайною швидкістю. Якщо ж якийсь пасажир на станції примудрився засунути між перегородками сумку або самого себе, електричка знижує швидкість. Неможливо вручну розсунути скляні двері – електромагнітні замки блокують їх відразу після закриття. Відкрити їх може тільки машиніст або представники служби руху. Але конструктори обумовлюються, що всіх непорозумінь відразу не передбачиш. «Ми віддаємо належне винахідливості інших пасажирів і не виключаємо, що вони можуть перехитрити навіть найрозумнішу техніку», – нарікають фахівці.

2. Поїзд підходить до платформи. За допомогою спеціальної системи стеження положення складу визначається досить точно: його двері повинні бути якраз навпаки захисних дверей. Однак допускається, що машиніст може злегка промахнутися при гальмуванні. Тому скляні стулки ширше дверей поїзда на півметра. Коли машиніст отримує на пульт підтвердження точної зупинки, він відкриває двері потягу. Тут же відкриваються і скляні двері. Для людей з ослабленим зором будуть подаватися звукові сигнали, які підкажуть, що можна входити і виходити.

3. Завершилася посадка-висадка пасажирів. Машиністу на пульт надходить інформація, в якому стані знаходяться двері. Якщо все в порядку, формується команда, роздільна натиснути машиністу кнопку пуску і рухатися.

Якщо людям потрібно терміново евакуюватися, включиться система безпеки, яка відкриє двері і випустить пасажирів під час теракту чи іншої надзвичайної ситуації.

Отже, перевагами платформних розсувних дверей є:

– *підвищена безпека*: відділення перонної області від залізничної колії, що надає максимальний захист пасажирам на платформі від прибуваючих та поїздів, що відправляються;

– *збільшення безпечного простору на платформах*: завдяки встановленню даних систем пасажир інстинктивно відчуває себе захищеним від небезпечних зон колії та використовує платформу по всій ширині.

– *дизайн*: системи змінюють сприйняття простору, що впливає на загальний настрій пасажирів. Широкий вибір варіантів забарвлення, матеріалу виконання, внутрішнього освітлення станції, комунікативних засобів масової інформації і т.д. дають архітектору велику свободу в проектуванні і оформленні інтер'єру станції;

– *збільшення частоти руху потягів*: потоком людей на платформах можна керувати більш ефективно. Зменшується час на вхід і вихід пасажирів з вагонів, з чого слід скорочення часу відправлення поїзда. Завдяки даним конструкціям можливо збільшити швидкість прибуття / відправлення поїздів. Пунктуальність і надійність транспортної системи збільшуються. Експлуатація скляного огороження в комбінації з іншими системами (сигналізації, гальмування і решті інфраструктури) дозволяє збільшити кількість пар, що проходять через станцію поїздів. Більш короткі інтервали між прибуваючими поїздами, які підвищують ефективність транспортної системи в цілому.

– *більш високі показники економічності і рентабельності*: енергетичні витрати на кондиціонери станції можуть бути знижені. Додаткові витрати, викликані аваріями та іншими інцидентами, можуть бути припинені за допомогою установки даних конструкцій.

– *підвищений комфорт*: пасажирів захищені від хвиль тиску повітря. Кондиціонери можуть застосовуватися більш ефективно.

– *стійкість до графіті*: поверхня скляних огорож відповідає встановленим стандартам. Більше 25 метрів фасаду очищається бригадою технічного обслуговування протягом однієї години без використання агресивних засобів для чищення.

А ось на старих станціях проблеми є:

- конструкція важить немало, так що потрібно аналізувати стан краю платформи і приймати індивідуальне рішення по його посиленню, по заміні каменю на більш міцний;
- обмеженість часу протягом якого можуть працювати фахівці – 2 – 3 години вночі, що являють собою певні труднощі;
- архітектурна складова, але дизайнери готові розробити захисні конструкції під образ кожної станції.

Також можна додати, що основним недоліком цієї системи є її вартість. Установка системи зазвичай коштує кілька мільйонів доларів США за кожен станцію. При використанні для модернізації старих станцій ця система обмежує тип рухомого складу, який може використовуватися на лінії, так як двері на поїздах повинні мати точно таке ж розташування, що і двері платформи; це призводить до додаткових витрат через модернізацію та закупівель рухомого складу. Вона також перешкоджають природної вентиляції, збільшуючи витрати на клімат-контроль.

Двері також створюють власні ризики для безпеки. Головний ризик полягає в тому, що люди можуть опинитися в пастці між дверима платформи і вагона поїзда і можуть бути розчавлені, коли поїзд почне рухатися. Випадки цієї події рідкісні і можуть залежати від ситуації та дизайну дверей.

У багатьох країнах метро давно перестало бути звичайним засобом пересування. Тут влаштовують виставкові зали, конкурси та фестивалі. В деякі підземки варто спуститися навіть тільки заради того, щоб подивитися на їх приголомшливу архітектуру і дизайн.

Жителі мегаполісів проводять в метрополітені довгі роки з невеликими перервами на роботу й особисте життя. Саме тому метро намагаються зробити по можливості красивим і цікавим.

Французький дизайнер Ів Ломбарді (Yves Lombardet) стверджує, що поїзди метрополітену повинні бути не тільки технологічними і швидкими, але також

комфортними і красивими. За створення таких він і взявся в своєму проекті з назвою Metronomie.

Ів Ломбарді (Yves Lombardet) – член креативної команди дизайнерів Labulle. Разом вони подумали над тим, що їм не подобається в сучасному паризькому метро, і прийшли до висновку, що це – монотонність в дизайні поїздів. Неяскраві байдужо-бежеві вагони, породжені боязкою фантазією промислових дизайнерів і транспортної модою двадцятирічної давності, повинні поступитися місцем новому підходу. Адже метро – це повноцінний туристичний маршрут, там є на що подивитися; багато станції оформлені немов якісь храми, а інші – схожі на музеї.

Проект Metronomie має на увазі надання рухомих складам метрополітену унікального стилю, який перетворить нудну, сіру поїздку в підземці на захоплюючу, насичену пригоду, про яку пасажери потім довго будуть згадувати (рисунок 1.4).



Рисунок 1.4 – Інтер'єр Metronomie від Іва Ломбардів (Yves Lombardet)

Красиве метро – яскраве метро, вважають дизайнери, і буйство фарб відмінно зіграє на контрасті з мовчазною гідністю старих станцій.

Звичайний на вигляд поїзд всередині перетворився в буйство фарб, в яскраве, креативний простір, від якого в захваті і дорослі, і діти (рисунок 1.5).

Україна все активніше підтримує світовий тренд розвитку smart city. Один з важливих компонентів «розумного» міста – «розумний» транспорт зі зручною і технологічною системою оплати проїзду, яка вигідна як місту в цілому, так і кожному пасажиру. Щорічно в Україні відбувається понад 5 млрд регулярних поїздок у всіх видах транспорту. Додайте до цього майбутні гучні події – Євробачення і фінал Ліги Чемпіонів УЄФА, які пройдуть в Києві і привернуть сотні тисяч гостей. Актуальність питання стає очевидною.



Рисунок 1.5 – Metronomie – стильні поїзда метрополітену від Іва Ломбарді (Yves Lombardet)

Розмови про електронний квиток ведуться давно, і важливим кроком в цьому напрямку стало прийняття закону (№4121) про впровадження автоматизованої системи обліку оплати проїзду в міському пасажирському транспорті. Але цього не достатньо для реального прогресу цифрової оплати в транспорті.

На появу електронного квитка вплинуло два фактори: перший – необхідність обов’язкової видачі фізичного квитка за проїзд. Новий закон

вирішив цю дилему, він дав право міській владі визначати для себе форм-фактор електронного квитка. Другий аспект – вимога по фіскалізації платежів. Обов'язкова фіскалізація оплати за проїзд зобов'язує учасників процесу обладнати кожен транспортний склад численними фіскальними модулями, а це дорога процедура. Вона поки залишається головним бар'єром для широкого застосування відкритої моделі розрахунків за проїзд в транспорті банківською картою. А у такій моделі електронного квитка величезний потенціал: вона не тільки дозволяє зручно розраховуватися в транспорті картою, випущеної будь-яким банком світу, вона також дає можливість в перспективі адресно надавати пільги на карту різних соціальних груп населення.

Відкрита модель розрахунків за проїзд виправдана кількох причин: вона допомагає знизити витрати на інкасацію готівки і вести чіткий облік потоку пасажирів. Останнє підвищує економічну ефективність транспорту і допомагає планувати навантаження транспортної системи і тарифи. Зараз реалізувати таку модель можливо лише на транспортних об'єктах, оснащених турнікетами, в які можна інтегрувати повноцінний платіжний модуль. Проект витратний і складний в технічній реалізації, адже багато турнікети в громадському транспорті датуються 60-ми роками. Додайте до цього ще необхідність максимальної швидкості оплати: якщо в стандартній торговій точці повний цикл оплати може займати до 30 секунд, в транспорті швидкість оплати повинна бути рекордною – 1-2 секунди, а це принципово інший тип обробки транзакції.

Коли ми говоримо про транспорт з електронними платежами, потрібно шукати смарт-рішення, як інженерні, так і фіскальні. Впровадження в транспортну інфраструктуру сучасних способів платежів в партнерстві з компаніями, які спеціалізуються на таких рішеннях, допоможе привести в галузь кращу експертизу і технології, які себе добре зарекомендували і в інших країнах.

Київ став п'ятим містом в світі, де розрахуватися за проїзд в метро можна прямо на турнікеті за допомогою безконтактної банківської карти. Сьогодні

технологія також працює на лінії швидкісного трамвая, в столичному фунікулері. За півтора року тільки в метро більш 6 млн поїздок було оплачено картами, випущеними в 36 країнах світу. Вага жетонів, який би знадобився для такого кількості поїздок, становить 6 тон. Щодня в метро пасажирів безконтактно розраховуються за 30 тис. Поїздок – це 20 в хвилину. У Лондоні, де відкрита система оплати проїзду з'явилася першою, сьогодні вже понад 1 млн поїздок щодня оплачуються безконтактними банківськими картами.

У перспективі розвитку столичного метрополітену впровадження системи оплати в залежності від дальності або зонного поїздки пасажирів.

Для того, щоб впровадити таку систему, на першому етапі необхідно оснастити всі станції метро спеціальними турнікетами зі зчитувальними пристроями.

Існуюча система створювалася з урахуванням того, щоб з часом перейти на облік дальності поїздки пасажирів. Зараз потрібно оснастити всі входи і виходи зі станцій пристроями зчитування інформації з картки. Пасажир на вході прикладає до пристрою картку, з неї списується максимальна сума поїздки, наприклад, як вартість жетона. А на виході, якщо пасажир приїхав, припустимо, в першу зону, на картку повертається 50% від вартості поїздки і так далі. Можна зазначити, що реалізація цієї системи не тільки в планах і лише на словах, але вже знаходиться в проекті. Правда, для початку необхідно вирішити питання створення певної загальноміської системи.

У концепції, яка прийнята на сьогоднішній день, на жаль реалізація системи обліку дальності поїздки в метро не передбачена, але в разі гострої необхідності Київський метрополітен зміг би реалізувати даний проект протягом одного кварталу.

Висновки до розділу 1

На основі розглянутих підходів до впровадження новітніх технологій виявлено наступне:

1) До інноваційних підходів, що використовуються на метрополітенах світу ми можемо віднести:

- автоматичне управління рухом поїздів (безпілотники);
- конструкції платформних розсувних дверей і огорожі, що виключають падіння пасажирів та предметів на колію;
- інтелектуальні системи відеоконтролю;
- «тривожні кнопки», що встановлені на платформах.

2) Якою б досконалою не була техніка, ключовим елементом системи безпеки в метрополітені є все-таки люди.

3) Також поїзди метрополітену повинні бути не тільки технологічними і швидкими, але також комфортними і красивими.

4) Україна все активніше підтримує світовий тренд розвитку smart city. Один з важливих компонентів «розумного» міста – «розумний» або «еко» транспорт зі зручною і технологічною системою оплати проїзду, яка вигідна як місту в цілому, так і кожному пасажирові.

2 ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІКО – ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕТРОПОЛІТЕНУ

2.1 Характеристика ліній

Нині Київ — мегаполіс, що стрімко розвивається, і в житті якого особливу роль відіграє громадський транспорт. Найбільше — швидкісна позавулична магістраль, ефективність роботи якої суттєво впливає на ритм та комфортність проживання у місті. Київ неможливо уявити без метро — базового виду громадського транспорту столиці. На його долю припадає понад 50% загального обсягу міських пасажирських перевезень. Більш як півстоліття метро залишається єдиним транспортом, що може забезпечити безперервне з'єднання віддалених частин міста з його центром, державними установами, підприємствами, вокзалами.

Метрополітен найбільш зручний та ефективний вид міського пасажирського транспорту, який забезпечує масові перевезення пасажирів з гарантованим часом поїздки та задовольняє потреби населення міста в переміщеннях. При цьому послуги, які надає метрополітен повинні бути на високому рівні, а саме:

- економію часу при переміщенні, порівняно з іншими видами транспорту;
- комфорт пасажирських перевезень;
- гарантію абсолютної безпеки пасажирів.

Метрополітен являє собою складний комплекс різноманітних інженерних споруд, оснащений сучасною автоматизованою технікою, призначеною забезпечити безперервність пасажирських перевезень по чіткому графіку.

Четверта лінія метрополітену, що планується як перспективна, дозволить вирішити транспортну проблему для близько 500 тис. мешканців лівобережних районів Києва (Деснянського та Дніпровського), зокрема, житлових масивів Воскресенський, Райдужний, Вигурівщина-Троєщина. Також ця лінія забезпечить

швидкий транспортний зв'язок цих районів із правобережною частиною міста. Подібно до інших ліній Київського метро, планується будувати у декілька черг.

Лінія складатиметься з двох ділянок: ділянки від станції «Глибочицька» до станції «Райдужна» з відгалуженням у напрямку житлового масиву Вигурівщина-Троєщина і ділянки від станції «Вулиця Милославська» до станції «Прспект Ватутіна».

У даній кваліфікаційній роботі проекті ми розглянемо першу ділянку лінії, як початкову основу Вокзально-Троєщенської лінії.

Структура сучасних великих міст, неможлива без розвинутої транспортної мережі, яка забезпечує переміщення населення у всіх напрямках. Розвиток сучасного міста передбачає удосконалення внутрішньої міської транспортної мережі, яка відноситься до пасажирських перевезень.

Перерозподіл пасажиропотоків, збільшення дальності поїздки, необхідність скорочення часу на поїздки вимагає збільшення швидкості з одночасним забезпеченням безпеки і комфортності пасажирських перевезень. Цим вимогам у повному обсязі відповідає метрополітен.

Метрополітен це великий складний комплекс різноманітних інженерних споруд, оснащений сучасною автоматизованою технікою, призначеною забезпечити безперервність пасажирських перевезень по чіткому графіку.

Київський метрополітен складається з трьох ліній, загальною протяжністю 65,18 км. До послуг пасажирів 50 станцій з трьома пересадочними вузлами в центрі міста. Київський метрополітен обслуговує кожен день майже 1,5 млн пасажирів.

Святошинсько-Броварська (червона) лінія – найстаріша лінія, що була відкрита в 1960 році. Нині являється найбільш завантаженою лінією Київського метрополітену. Довжина лінії складає 22,8 км, складається з 18-ти станцій, 12 з яких підземні. Добовий пасажиропотік складає біля 900 тисяч пасажирів. На червоній лінії метрополітену знаходяться такі станції як «Вокзальна»,

«Хрещатик» та «Лісова», які мають найбільший пасажиропотік з усієї мережі метрополітену. Зокрема пасажиропотік по станції «Вокзальна» щодоби близько 69 тис. пас., а в особливо завантажені дні цей показник може досягати 80 тис. пас., по станції «Лісова» пасажиропотік складає близько 67 тис. пас. за добу, по станції «Хрещатик» біля 40 тис. пас.. На лінії є 2 пересадочні станції «Хрещатик» та «Театральна», що працюють з метою забезпечення пасажирів можливості перейти з однієї лінії метро на іншу без необхідності виходити назовні. Також на червоній лінії знаходиться найглибша станція на території колишнього СРСР – «Арсенальна», що була відкрита 6 грудня 1960 року, має глибину 105,5 м та пасажирообіг по станції складає 27 тис. пас. за добу.

Оболонсько – Теремківська (синя) лінія – перша частина, що складалася з трьох станцій була відкрита у 1976 році. Довжина лінії складає 18,5 км, на ній знаходиться 16 станцій. Добовий пасажиропотік складає 600 тисяч пасажирів. Найбільш завантаженими станціями на лінії є Либідська і Петрівка з пасажирооборотом біля 70 тис. пас. на добу.

Сирецько-Печерська (зелена) лінія – будівництво лінії було розпочато в 1981 році, однак перша ділянка була відкрита лише 31 грудня 1989 року, і складалася з трьох станцій в центрі Києва, до 1994 року ця лінія вже з'єднала центральну частину міста з жилими масивами Осокорки, Позняки та Харківський масив. Довжина лінії складає 23,8 км. Зелена лінія складається з 16 станцій, всі підземні. В перспективі зелену лінію планують продовжити до жилого масиву Виноградар на північному-заході міста, а на сході до залізничного вокзалу «Дарниця». Добовий пасажиропотік складає 457 тис. пас.. Найбільш напруженими станціями на лінії є «Лук'янівська» добовий пасажирооборот якої складає біля 54 тис. пас., «Видубичі», «Позняки» та «Харківська» з пасажирооборотом по станціях біля 46 тис. пас. за добу.

Лінії метрополітену з'єднані між собою переходами «Майдан Незалежності» – «Хрещатик», «Палац спорту» – «Площа Льва Толстого» і «Театральна» – «Золоті ворота».

Питома вага пасажироперевезень Київським метрополітеном в загальному обсязі перевезень всіма видами міського пасажирського транспорту в 2019 році склала 55,7%.

Метрополітен найбільш зручний та ефективний вид міського пасажирського транспорту, який забезпечує масові перевезення пасажирів з гарантованим часом поїздки. Слід відмітити комплексну ефективність перевезень пасажирів при проїзді на метрополітені в порівнянні з поїздками на наземному транспорті це відсутність заторів, особливо в години «пік», скорочення часу перевезень, завдяки чіткому виконанню графіків руху поїздів, розрахованих по секундам та удосконалення стану екології навколишнього середовища.

2.2 Характеристика станцій та прогнозуєчий пасажиропотік на них

Система Київського метрополітену за добу перевозить близько 1 мільйона пасажирів при населенні міста в 4 мільйони. Тобто можна зробити висновок, що столичною підземкою користується кожний четвертий громадянин. По прогнозам аналітиків у [1] до 2025 року пасажиропотік стрімко зросте. Станція «Лісова» буде приймати на 7300 пасажирів більше. Приблизно на 3500 пасажирів на вхід стане більше по станціям «Нивки» та «Житомирська», а найзагруженіша станція Святошино – Броварської лінії – «Академмістечко» збільшить свої пасажиропотоки на 2300 пасажирів. Отже, враховуючи дані прогнози, слід зазначити, що пасажиропотік червоної гілки метрополітену збільшиться на 23000 пасажирів за добу (Рисунок 2.1).

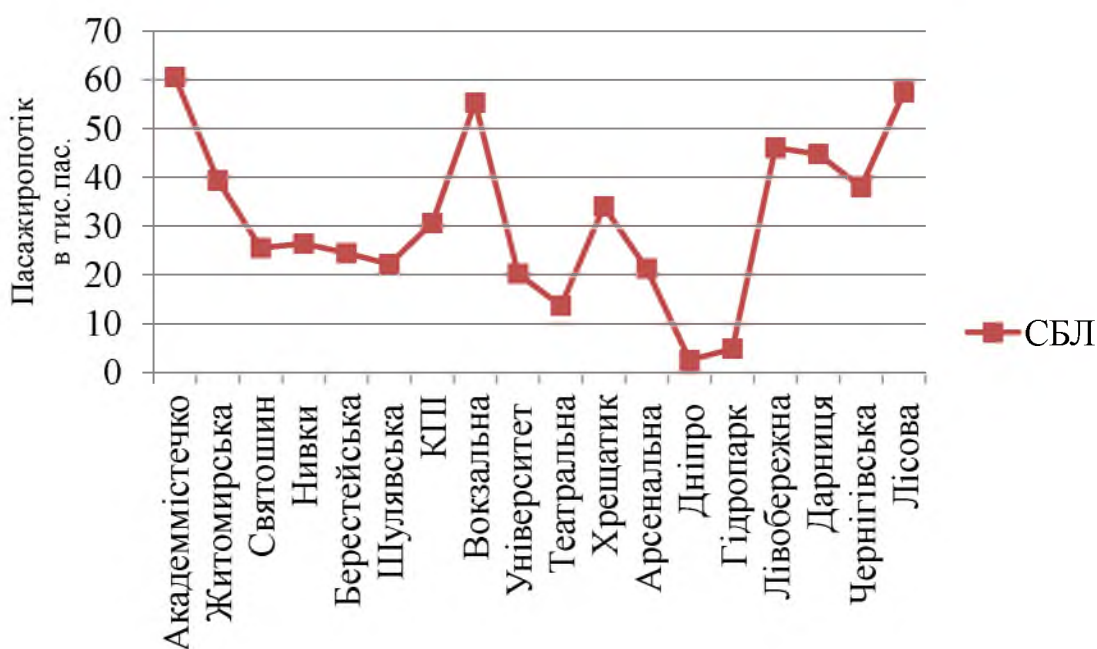


Рисунок 2.1 – Динаміка прогнозованого пасажиропотоку Святошинсько – Броварської лінії до 2025 року

Також пасажиропотік зміниться і на Оболонсько – Теремківській лінії. У зв'язку з будівництвом житлових масивів пасажиропотоки будуть збільшені по станції «Іподром» на 6200 пасажирів, «Виставковий центр» на 3400 пасажирів, «Теремки» та «Васильківська» на 2000 пасажирів. Всього збільшення відбудеться на 22000 пасажирів (Рисунок 2.2).

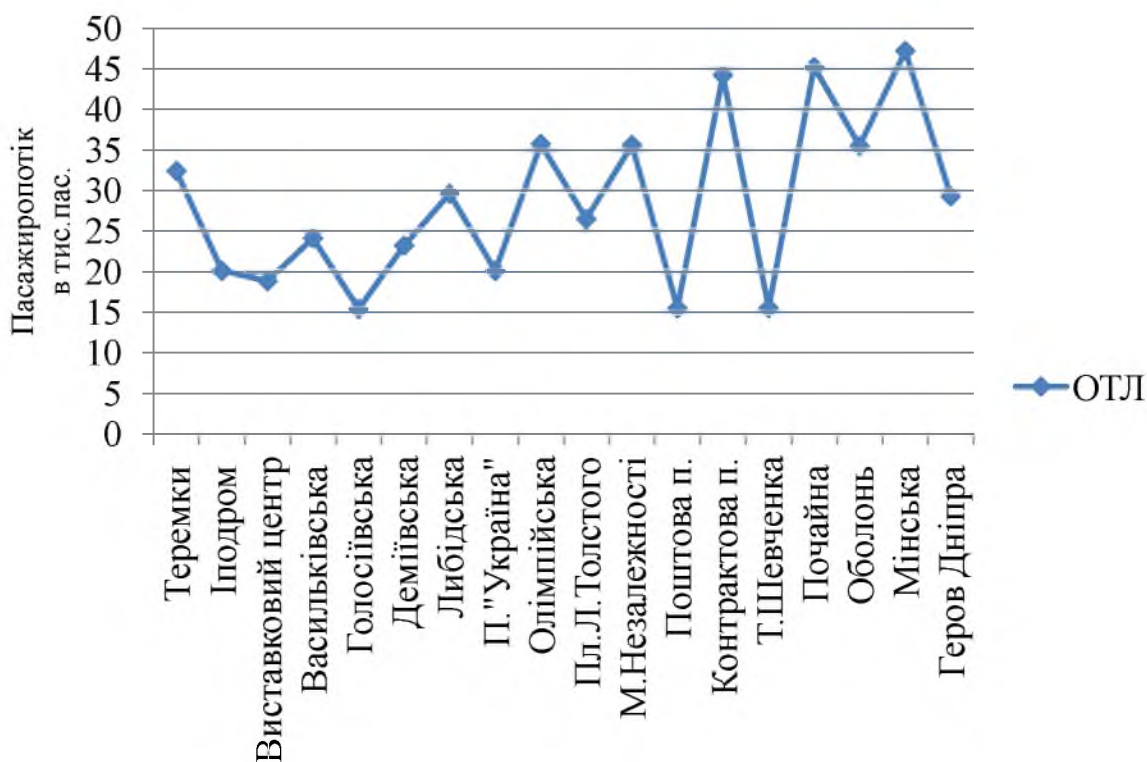


Рисунок 2.2 – Динаміка прогнозованого пасажиропотоку Оболонсько - Теремківської лінії до 2025 року

Замикає трійку лідерів по збільшенню пасажиропотоків станція «Осокорки» з прогнозованим збільшенням пасажирів на 5600. На станції «Славутич» додається 4600 чоловік і рівно стільки ж по станції «Червоний Хутір», що є збільшенням пасажиропотоку рівно вдвічі.

Продовженням Сирецько – Печерської лінії згідно плану КМДА мають стати ще три станції метрополітену. «Проспект Правди» з пасажиропотоком представленим за рахунок новобудов у 4800 пасажирів, «Виноградар» – 3700, та «Маршала Гречко» 1400 пасажирів. Будівництво даних станцій дозволить розвантажити і без того переповнену першу лінію метрополітену. Загалом 36000 пасажирів додається до загальних пасажиропотоків Сирецько – Печерської лінії, але стрімке будівництво житлових комплексів біля станції «Осокорки» буде з кожним роком збільшувати ці дані і навантажувати Сирецько – Печерської лінії

(Рисунок 2.3). Нові станції даного напрямку також будуть дуже привабливі для жителів м. Ірпінь та так званого «історичного» Виноградаря. Тому продовження третьої лінії метрополітену однозначно вирішить ряд проблем транспортного сполучення даного району міста.

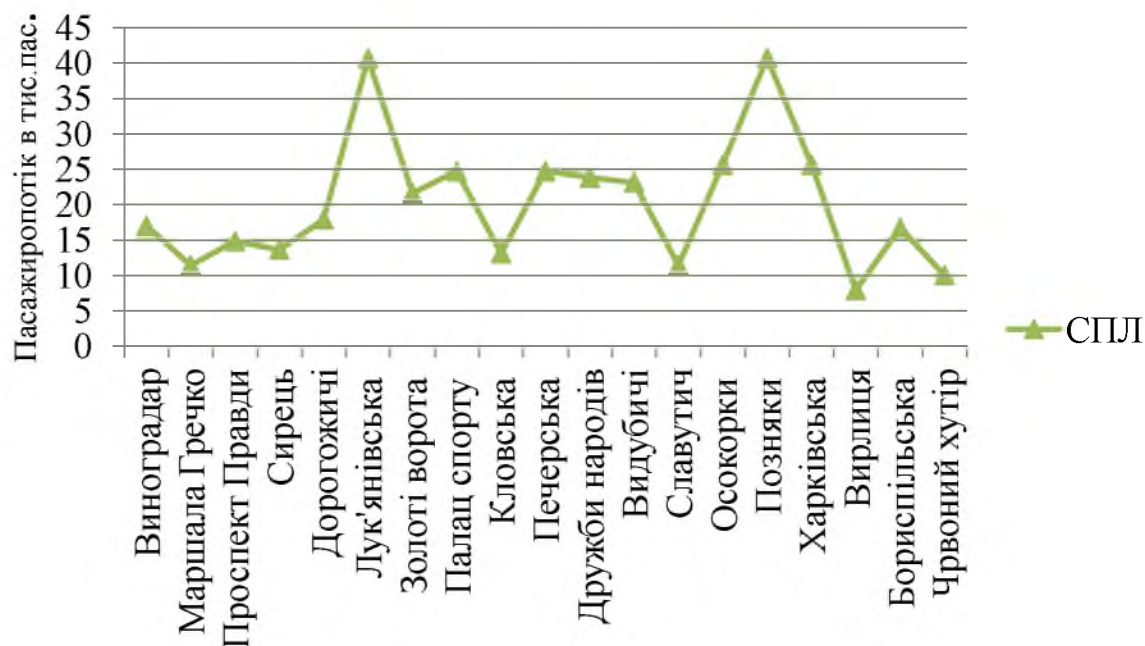


Рисунок 2.3 – Динаміка прогнозованого пасажиропотоку Сирецько – Печерської лінії до 2025 року

Подільсько-Вигурівська – майбутня нова лінія Київського метрополітену.

Проектування її почалося ще у 1980-ті роки. Вперше лінія з'явилася на схемі ліній метрополітену, вміщеній у довіднику «Київ», виданому 1982 р.

Згідно з Генеральним планом м. Києва Подільсько-Вигурівська лінія метрополітену має виключне значення у розвитку транспортної структури міста. Перетинаючи територію Києва зі сходу на південний захід, лінія єднає Північну Лівобережну планувальну зону з Центральною планувальною зоною і в перспективі подовжується далі у Південну планувальну зону.

Лінія доповнює існуючу радіальну схему метрополітену, перетинаючи діючої лінії і розширюючи таким чином систему пересадочних вузлів. Вона зображена в додатку А.

Проектом передбачається будівництво нової Подільсько-Вигурівської лінії метрополітену, яка пройде містом із Південного Заходу на Північний Схід, зв'язавши з центром міста райони аеровокзалу «Київ», Повітрофлотського проспекту, Севастопольської площі, Солом'янської площі і житлового масиву Райдужний, вулиць Серова і Кибальчича Воскресенського масиву та Вигурівщина-Троєщина. У центрі міста лінія пройде через залізничний вокзал, площу Перемоги, район Лук'янівського ринку, Татарку, Поділ. [7]

Відповідно до завдання на магістерську роботу розробляється проект ділянки лінії від станції «Глибочицька» до станції «Райдужна» з відгалуженням в бік житлового масиву Вигурівщина-Троєщина. До складу ділянки належать шість станцій:

- «Глибочицька» (пересадочна);
- «Подільська» (пересадочна);
- «Суднобудівна»;
- «Труханів острів»;
- «Затока Десенка» (перспективна, споруджується в основних і огорожувальних конструкціях);
- «Райдужна».

Також проектом передбачено:

- будівництво службово-з'єднувальної вітки з Сирецько-Печерською лінією (між станціями «Глибочицька» Подільсько-Вигурівської і «Лук'янівська» Сирецько-Печерської ліній);
- продовження перегінних тунелів за станцію «Райдужна» з демонтажними щитовими камерами в обсягах, які забезпечать у подальшому

здійснити проходку перегінних тунелів у напрямку станції «Братиславська» паралельно мостовому переходу через озеро «Радунка»;

- пересадочні вузли на існуючі станції метрополітену – «Тараса Шевченка», «Вокзальна» та «Лук'янівська» з реконструкцією їх основної оправи, внутрішніх конструкцій та технологічних пристроїв;

- спорудження другого виходу (входу) на станцію «Лук'янівська» Сирецько-Печерської лінії та «Вокзальна» Святошино- Броварської лінії;

- подовження головних колій перед станцією «Глибочицька» із розрахунку розміщення на нічний відстій по чотири електропоїзди на кожній;

- перед станцією «Райдужна» з'їзд для поїздів з однієї колії на іншу.

Експлуатаційна довжина ділянки лінії від станції «Глибочицька» до станції «Райдужна» складає 7,03 км. Будівельна довжина становить – 10,9 км.



Рисунок 2.4 – Загальний вид нової лінії метрополітену

Станції Подільсько-Вигурівської лінії запроектовані у важливих місто-формуєчих і транспортних вузлах, що вже склалися, або намічені Генеральним планом. Проект ділянки Подільсько-Вигурівської лінії метрополітену від станції «Глибочицька» до станції «Райдужна» з відгалуженням в бік житлового масиву Вигурівщина – Троєщина розроблено на підставі розпорядження Київської

державної адміністрації від 20.07.2004 №1312 «Про відновлення робіт із проектування та спорудження Подільсько-Вигурівської лінії Київського метрополітену від станції «Вокзальна» до житлового масиву Вигурівщина-Троещина з електродепо» та розробленого на основі розпорядження завдання на проектування. Напрямок траси лінії та місця розміщення станцій прийнято відповідно до Генерального плану міста Києва та проекту планування його приміської зони і Комплексної схеми транспорту міста Києва з урахуванням рекомендацій та зауважень, викладених у протоколі засідання архітектурно-містобудівної ради при Головному управлінні містобудування, архітектури та дизайну міського середовища від 12.10.2005р. Одночасно передбачено відгалуження лінії від станції «Райдужна» до Лівобережної лінії з наступним її з'єднанням у районі станції «Проспект Ватутіна». Колійний розвиток та розміщення станцій зображений в Додатку Б.

Станція «Глибочицька» глибокого закладення з пересадочним вузлом на існуючу станцію «Лук'янівська» Сирецько-Печерської лінії. Міжколійна відстань становить 25 м. Довжина острівної посадочної платформи – 124 м. Колійний розвиток перед стацією (трюхстрілочний з'їзд) призначений для підключення службово-з'єднувальної вітки, а також забезпечення оберту поїздів при експлуатації станції, як тимчасово кінцевої, для чого на вітці споруджується службова платформа. Пілони планується облицювати мармуром контрастних тонів – світлим та темним. Архітектурне рішення зображено на рисунку 2.2.

Станція розташована таким чином, що з одного торця пасажирської платформи через коридор і похилий хід із п'ятьма стрічками ескалаторів висотою 11,2 м, пасажир прямує в середину станцію «Лук'янівська», а із протилежного торця платформи пасажир за допомогою трюхстрічкового ескалатора висотою 56 м піднімається в підземний вестибюль, розташований на перетині вулиць Татарська та Підгірна на Татарці. Із цього вестибюля можливий рух у трюх напрямках:

- безпосередньо на поверхню сходами на вул. Татарська;
- за допомогою трьох стрічок ескалаторів висотою 13,6 м на поверхню в бік вул. Татарська;
- за допомогою коридору й трьох стрічок ескалаторів висотою 18,4 м у підземний вестибюль на вул. Татарська в бік вул. Отто Шмідта, з підземного вестибюля сходами на поверхню.

Разом із пересадочним вузлом передбачено спорудження другого виходу (входу) на станцію «Лук'янівська» Сирецько-Печерської лінії із трьома стрічками ескалаторів висотою 48,6 м між платформою та підземним вестибюлем, розташованим на перетині вулиць Артема та Глибочицька.

На перегоні станція «Глибочицька» – станція «Подільська» в районі вул. Фрунзе лінія виходить з глибокого закладення на сумісну з автодорогою правобережну естакаду Подільського мостового переходу. Максимальний поздовжній уклон на перехідній ділянці – 35 %, мінімальний радіус кривої в плані – 600 м. Радіус кривої у вертикальній площині на перегоні – 5000 м, біля станції – 3000 м. Довжина естакади від порталу на ПК 121+00 до початку Гаванського моста складає 1,5 км. Траса метрополітену проходить у нижньому ярусі естакади над територією промислової зони, перетинає вул. Фрунзе, Костянтинівська, Межигірська і далі вздовж вулиці Набережно – Лугової підходить до мосту через Гавань. На ділянці від порталу до станції метрополітену «Подільська» естакада проходить над територією пивзаводу, інституту НІАТ, авторемонтного заводу, елеватору та інших підприємств.

У зв'язку з тим, що довжина перегону між станціями «Глибочицька» та «Подільська» перевищує 2000 м, проектом передбачено спорудження протипожежної висадочної платформи на ПК 153+58 сумісної естакади зі сходами на поверхню землі. У перспективі ця платформа може бути переобладнана в станцію.

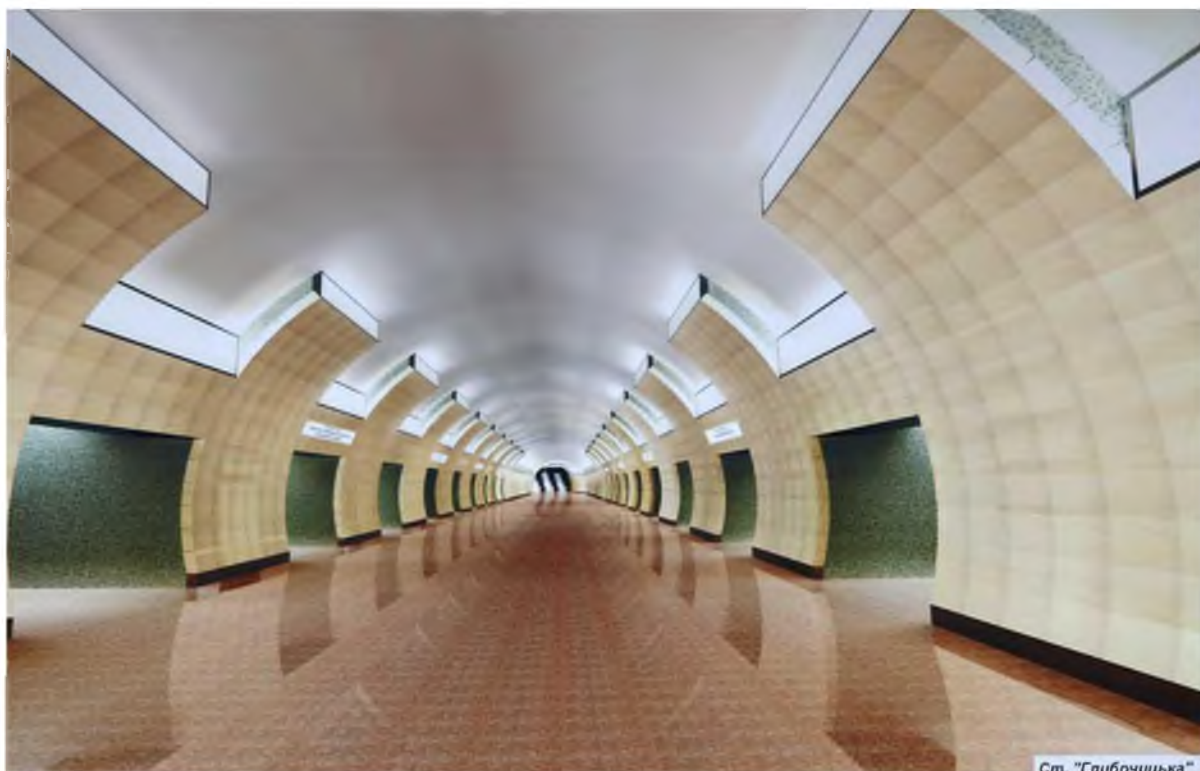


Рисунок 2.5 – Архітектурне рішення станції «Глибочицька»

Станція «Подільська» розміщена вздовж вул. Набережно-Лугової поблизу пересічення з вул. Межигірська. Станція розташована на естакаді з уклоном 3 %. Довжина посадочної частини острівної платформи складає 132 м, що відповідає трьом прольотам естакади довжиною 44 м кожний. Ширина платформи – 13,5 м при міжколійній відстані 16,4 м.

Станція має один східний підземний вестибюль, який з'єднаний із платформою станції трьох стрічковими ескалаторами висотою 15,8 м і має виходи до міста на пересіченні вулиць Набережно-Лугова та Оленівська. з середини станції трьома стрічками ескалаторів висотою 15,6 м, а з західної

сторони станції чотирма стрічками ескалаторів висотою 15 м, пасажир потрапляє в підземні переходи, що ведуть до пересадки на станцію «Тараса Шевченка» Куренівсько-Червоноармійської лінії. Станція захищена від атмосферних опадів.

Для забезпечення міжколійної відстані 16,4 м на всій ділянці лінії, що на естакаді, запроєктовані концентричні криві.

Колії перегону між станціями «Подільська» і «Суднобудівна» розташовані на естакаді вздовж вул. Набережно-Лугова і наросту через Гавань. Довжина перегону складає 1,633 км. Мінімальний радіус кривої в плані – 591,8 м, максимальний уклон на перегоні – 5 ‰ радіуси кривих у вертикальній площині – 3000 м на підходах до станції і 5000 м – на перегоні. Архітектурне рішення зображено на рисунку 2.6.

Над метрополітенем по всій довжині естакад і мостів улаштовано автопоїзди.



Рисунок 2.6 – Архітектурне рішення станції «Подільська»

Станція «Суднобудівна» розташована на Рибальському острові на естакаді з уклоном 3 ‰. Станція має один вихід, що з'єднує чотирьохстрічковим

ескалатором висотою 10,0 м її платформу з наземним вестибюлем. Вестибюль розміщується на вул. Електриків поблизу суднобудівного заводу.

Міжколійна відстань на станції складає 16,4 м. Довжина посадочної частини острівної платформи складає 132 м, що відповідає чотирьом прольотам естакади довжиною 33 м кожний. Ширина платформи – 13,5 м. Станція захищена від атмосферних опадів. Архітектурне рішення зображено на рисунку 2.7.

Перегін станції «Суднобудівна» – станції «Труханів острів» – надземний, будується на естакаді і на мосту через річку Дніпро. Довжина перегону складає 1,258 км. Максимальний уклон на перегоні 20 ‰. Радіуси вертикальних кривих прийнято 3000 м на підходах до станції, 3000 і 5000 м – на перегоні. Мінімальний радіус кривої в плані – 591,8 м.

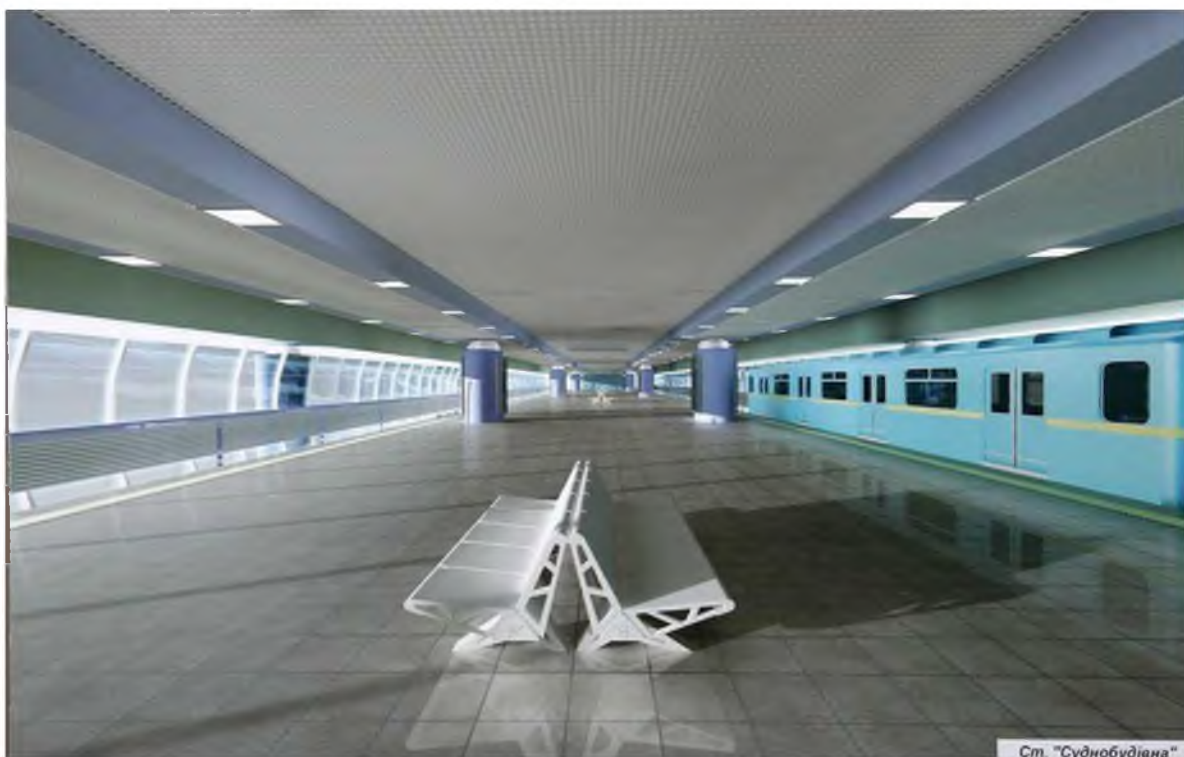


Рисунок 2.7 – Архітектурне рішення станції «Суднобудівна»

Станція «Труханів острів» також є надземною і розміщена на естакаді з уклоном 3,44 ‰ в зоні відпочинку північної частини Труханова острова в районі озера Бабине. Вона буде розміщена на нижньому ярусі естакади, яка має один

вестибюль. З платформою вестибюль з'єднується за допомогою ескалаторів висотою 8,2 м. Довжина посадочної частини острівної платформи складає 132 м, що відповідає чотирьом прольотам естакади довжиною 33 м кожний. Ширина острівної платформи – 13,5 м, міжколійна відстань – 16,4 м. Станція захищена від атмосферних опадів. Архітектурне рішення зображено на рисунку 1.5,1.6. По обидва боки станції для захисту пасажирів від вітру та атмосферних опадів запроєктовано світлопрозорі екрани.

Колії перегону між станціями «Труханів острів» і «Затока Десенка» розташовані на естакаді і на мосту через р. Десенка. Довжина перегону до станції «Затока Десенка» – 1,222 км. Максимальний уклон на перегоні – 3,44 ‰. Радіуси вертикальних кривих на перегоні – 5000 м, мінімальний радіус кривої в плані – 591,8 м.



Рисунок 2.8 – Архітектурне рішення станції «Труханів острів» вестибюль



Рисунок 2.9 – Архітектурне рішення станції «Труханів острів» вид ззовні

Станція «Затока Десенка» четверта за рахунком і остання станція на естакаді Подільського мостового переходу. Вона розташована в урочище Горбачиха між річкою Десенка і захисною дамбою існуючих Русанівських садів у місті пересічення Подільського мостового переходу та перспективною автомагістраллю, яка буде прямувати вздовж р. Десенка.

Станція перспективна, споруджується в основних та огорожувальних конструкціях. На рік введення лінії в експлуатацію і на перший період експлуатації її платформа буде використовуватися як протипожежна висадочна платформа зі сходами на землю, так як перегін між попередньою станцією «Труханів острів» та наступною станцією «Райдужна» складає 2,127 км.

У перспективі острівна пасажирська платформа шириною 13,5 м на станції з міжколійною відстанню 16,4 м буде з'єднуватися з єдиним наземним вестибюлем чотирьохстрічковим ескалатором висотою 9,2 м.

Перегін між станціями «Затока Десенка» і «Райдужна» є перехідним з надземного (на естакаді) закладення лінії на мілке закладення.

Довжина перегону складає 0,905 км. На ПК 172+37 закінчується естакада для метрополітену і починаються тунельні конструкції метрополітену, які будуть збудовані в насипу під автодорогою Подільського мостового переходу. Максимальний поздовжній уклон на перегоні – 35 %, радіуси вертикальних кривих – 3000 м біля станцій і 5000 м – на перегонах.

Станція «Райдужна» є мілкового закладення з міжколійною відстанню – 14,00 м і шириною острівної пасажирської платформи 11,1 м. Довжина посадочної частини платформи 124 м. Поздовжній уклон станції – 5 %. Станція розташована під насипом автодороги Подільського мостового переходу між 25 і 26 лініями Русанівських садів.

Станція має один підземний вестибюль на пересіченні із вул. Центральна садова, яка в перспективі стане центральною магістраллю масиву. Платформа станції з'єднується з вестибюлем за допомогою сходів висотою 3,9 м, вестибюль, у свою чергу, з'єднується з поверхнею за допомогою сходів та ескалаторів висотою 5,8 м. Із протилежного боку станція має аварійний вихід.

Відповідно до завдання на проектування перед станцією «Райдужна» розташований шестистрілочний з'їзд для руху поїздів з однієї колії на іншу.

На перегоні за станцією «Райдужна» влаштовується вилючне відгалуження на Лівобережну лінію. Тунелі вилючного відгалуження проходять мілким закладенням відкритим способом під існуючу поверхню землі на території садів, під залізничними коліями і примикають до перегінних тунелів між станцією «Городня» і станцією «Проспект Ватутіна» Лівобережної лінії, проект якої розробляється у теперішній час.

Колійні стіни планується облицювати полірованим бежевим мармуром та стрічками різнокольорової смальти, які нагадуватимуть райдугу. Підлогу платформи планується улаштувати з шліфованих гранітних плит.

Архітектурне рішення зображено на рисунку 2.10.



Рисунок 2.10 – Архітурне рішення станції «Райдужна»

Також можна додати цікавий факт, що раніше на станції планувався перехід на станцію «Городня» Лівобережної лінії, але проектом 2007 року від цього варіанту відмовилися на користь маршрутного руху. Відтепер планується, що після «Райдужної» поїзди підуть на Троєщину до станції «Проспект Ватутіна» Лівобережної лінії. Будівництво двох станцій у бік Воскресенки – у перспективі.

Згідно з проектом станції «Райдужна» буде тимчасово кінцевою на Подільсько-Вигурівській лінії, розташованою після станції «Затока Десенка».

Отже, основні технічні показники траси дільниці Подільсько-Вигурівської лінії метрополітену від станції «Глибочицька» до станції «Райдужна» з відгалуженням в бік житлового масиву Вигурівщина-Троєщина узагальнені та приведені в Додатку В

У відповідності до ДБН В.2.3.7-2003 проект дільниці лінії розроблено з урахуванням величин пасажирських потоків на перший період – десятий рік

експлуатації лінії та на другий період – максимальний розвиток лінії за містобудівним прогнозом розвитку міста на 30-40 років. Враховані також пасажиропотоки, що очікуються на рік введення лінії в експлуатацію.

Розміри дільниць шляху руху пасажирів на станціях і у вестибюлях, кількість входів і стрічок ескалаторів визначається розрахунком по величині максимального 15-хвилинного пасажирського потоку в середині години «пік» з урахуванням значень пропускної спроможності ділянок руху й провізної спроможності обладнання, коефіцієнта нерівномірності розподілення пасажирських потоків по вестибюлям.

Розміри 15-хвилинних пасажирських потоків розраховано за максимальними пасажирськими потоками, що очікуються у годину «пік», з урахуванням наступних коефіцієнтів нерівномірності розподілення пасажирів у перебігу однієї години:

- для станції «Глибочицька» – 1,4 – як для пересадочної та тимчасово кінцевої станції;
- для станції «Подільська» – 1,4 – як для пересадочної станції;
- для решти станцій – 1,2.

Станція «Глибочицька» – глибокого закладення з пересадочним вузлом з 5-ма стрічками ескалаторів на існуючу станцію «Лук'янівська» Сирецько-Печерської лінії та трьома стрічками ескалаторів до північного вестибюлю.

Максимальний з усіх розрахункових періодів пасажирооборот станції очікується на перспективу. При цьому розрахункові пасажиропотоки на ескаляторах північного вестибюлю дорівнюють 44,7 тис. пас. за середню добу, що складає 5,6 тис. пас. у годину «пік», у тому числі 3,8 тис. пас. у максимальному напрямку та 1,8 тис. пас. у мінімальному напрямку [8].

Пасажиропотік з урахуванням коефіцієнта нерівномірності розподілення пасажирів в перебігу однієї години розраховується за формулою:

$$P = p \cdot k, \quad (2.1)$$

де p – пасажиропотоки як у максимальному так і мінімальному напрямку по станції, тис. пас.;

k – коефіцієнт нерівномірності розподілення пасажирів.

Отже, згідно формули 2.1 ми можемо розрахувати параметри

$$P_{\max} = 3,8 \cdot 1,4 = 5,32 \text{ тис. пас.} \text{ – у максимальному напрямку;}$$

$$P_{\min} = 1,8 \cdot 1,4 = 2,52 \text{ тис. пас.} \text{ – у мінімальному напрямку.}$$

Таким чином, у північному ескалаторному тунелі потрібно по одному ескалатору (з пропускною спроможністю 8200 чел./год кожний) для пропуску пасажирів максимального і мінімального напрямку. Один ескалатор потрібен додатково на підміну іншого, що ремонтується. Усього 3 ескалатора.

Розрахункові пасажиропотоки на ескалаторах пересадочного комплексу дорівнюють 169,8 тис. пас. за середню добу, що складає 20,6 тис. пас. у годину «пік», у тому числі 14,7 тис. пас. у максимальному напрямку та 5,9 тис. пас. у мінімальному напрямку/

Пасажиропотік з урахуванням коефіцієнта нерівномірності розподілення пасажирів у перебігу однієї години згідно формули 2.1 становить

$$P_{\max} = 14,7 \cdot 1,4 = 20,58 \text{ тис. пас.} \text{ – у максимальному напрямку;}$$

$$P_{\min} = 5,9 \cdot 1,4 = 8,26 \text{ тис. пас.} \text{ – у мінімальному напрямку.}$$

Таким чином, потрібно 3 ескалатори пропускною спроможністю $8200 \cdot 3 = 24600$ пас./год для пропуску пасажирів у максимальному напрямку і один ескалатор для пропуску пасажирів у мінімальному напрямку. Один

ескалатор потрібен додатково на підміну іншого, що ремонтується. Усього 5 ескалаторів.

Другий вихід (вхід) на станції «Лук'янівська» максимальний з усіх розрахункових періодів пасажирооборот другого виходу (входу) очікується на рік введення в дію. При цьому розрахункові пасажиропотоки на ескалаторах вестибюлю дорівнюють 45 тис. пас. за добу, що складає 6,3 тис. пас. у годину «пік», у тому числі 4,6 тис. пас. у максимальному напрямку та 1,7 тис. пас. у мінімальному напрямку.

Пасажиропотік з урахуванням коефіцієнта нерівномірності розподілення пасажирів у перебігу однієї години згідно формули 2.1 становить

$$P_{\max} = 4,6 \cdot 1,4 = 6,44 \text{ тис. пас.} - \text{у максимальному напрямку};$$

$$P_{\min} = 1,1 \cdot 1,4 = 2,38 \text{ тис. пас.} - \text{у мінімальному напрямку.}$$

Таким чином, у другому виході (вході) на станцію «Лук'янівська» потрібно по одному ескалатору (з пропускною спроможністю 8200 чел./год кожний) для пропуску пасажирів максимального і мінімального напрямків. Один ескалатор потрібен додатково на підміну іншого, що ремонтується. Усього 3 ескалатора, що відповідає п.2.7 ДБН В.2.3 – 7 – 2003.

Станція «Подільська» – надземна, має один підземний східний вестибюль, який з'єднаний з платформою трьохстрічковими ескалаторами і має виходи до міста, а з середини і з західної сторони станція має трьох і чотирьохстрічкові ескалатори відповідно, які призначені тільки для пересадки пасажирів.

Максимальний з усіх розрахункових періодів пасажиропотік на станції очікується на перший період.

При цьому розрахункові пасажиропотоки на ескалаторах східного вестибюлю дорівнюють 4,8 тис. пас. у годину «пік», у тому числі 3,3 тис. пас. у максимальному напрямку і 1,5 тис. пас. у мінімальному.

Пасажиropoтiк з урахуванням коефiцiєнта нерiвномiрностi розподiлення пасажирiв у перебiгу однiєї години згiдно формули 2.1 становить

$$P_{\text{мак}} = 3,3 \cdot 1,4 = 4,62 \text{ тис. пас.} - \text{у максимальному напрямку};$$

$$P_{\text{мін}} = 1,4 \cdot 1,4 = 2,10 \text{ тис. пас.} - \text{у мiнимальному напрямку}.$$

Таким чином, до схiдного вестибюлю потрiбно по 1 ескалатору (з пропускною спроможностю 8200 чол./год кожний) для пропуску пасажирiв мiнимального i максимального напрямку. Один ескалатор потрiбен додатково на пiдмiну iншого, що ремонтується. Усього 3 ескалатори.

Розрахунковi пасажиropoтoки на ескалаторах пересадочного комплексу дорiвнюють 28,2 тис. пас, у годину «пiк», у тому числi 18,3 тис. пас. у максимальному напрямку i 9,9 тис. пас. – у мiнимальному.

Пасажиropoтiк з урахуванням коефiцiєнта нерiвномiрностi розподiлення пасажирiв у перебiгу однiєї години згiдно формули 2.1 становить

$$P_{\text{мак}} = 18,3 \cdot 1,4 = 25,62 \text{ тис. пас.} - \text{у максимальному напрямку};$$

$$P_{\text{мін}} = 9,9 \cdot 1,4 = 13,86 \text{ тис. пас.} - \text{у мiнимальному напрямку}.$$

Таким чином, потрiбно 4 ескалатори (з пропускною спроможностю $8200 \cdot 4 = 32800$ пас./год) для пропуску пасажирiв максимального напрямку, тому що трьох стрiчок пропускною спроможностю $8200 \cdot 3 = 24600 < 25620$ не вистачає, i два ескалатора (з пропускною спроможностю $8200 \cdot 2 = 16400$ пас./год) для пропуску пасажирiв мiнимального напрямку.

Додатково потрiбен один ескалатор на пiдмiну iншого, що ремонтується в одному з похилих тунелiв. Усього 7 ескалаторiв.

Станція «Суднобудівна» – надземна, має один вестибюль. Пасажи́рський зв'язок вестибюля і станційної платформи забезпечується чотирьохстрічковими ескалаторами відповідно п. 2.7 ДБН В 2.3 – 7 – 2003.

Пропускна спроможність ескалаторів дорівнює: $8200 \cdot 4 = 32800$ чол./год .

Пропускна спроможність ескалаторного комплексу за виключенням одного ескалатора, що може знаходитись у ремонті – 24600 чол./год, у тому числі 16400 чол./год – у максимальному напрямку 8200 чол./год – у мінімальному напрямку.

Максимальний з усіх розрахункових періодів пасажирооборот станції очікується на перспективу – 58,5 тис. пас. за середню добу, що складає 7,9 тис. пас. за годину «пік», у тому числі 5,3 тис. пас. у максимальному напрямку і 2,6 тис. пас. у мінімальному напрямку.

Пасажи́ропотік з урахуванням коефіцієнта нерівномірності розподілення пасажирів у перебігу однієї години згідно формули 2.1 становить

$$P_{\max} = 5,3 \cdot 1,2 = 6,36 \text{ тис. пас.} - \text{у максимальному напрямку};$$

$P_{\min} = 2,6 \cdot 1,2 = 3,12$ тис. пас. – у мінімальному напрямку і цілком задовольняється пропускною спроможністю ескалаторів в обох напрямках.

Станція «Труханів острів» – надземна, має один вестибюль. Пасажи́рський зв'язок вестибюля і станційної платформи забезпечується чотирьохстрічковими ескалаторами відповідно п. 2.7 ДБН В 2.3 – 7 – 2003.

Пропускна спроможність ескалаторів дорівнює: $8200 \cdot 4 = 32800$ чол./год .

Пропускна спроможність ескалаторного комплексу за виключенням одного ескалатора, що може знаходитись у ремонті – 24600 чол./год, у тому числі 16400 чол./год – у максимальному напрямку 8200 чол./год – у мінімальному напрямку.

Максимальний з усіх розрахункових періодів пасажирооборот станції в годину «пік» очікується на перший період експлуатації і дорівнює 11,3 тис. пас. у

годину «пік», у тому числі 8,4 тис. пас. у максимальному напрямку і 2,9 тис. пас. у мінімальному напрямку.

Пасажиropотік з урахуванням коефіцієнта нерівномірності розподілення пасажирів у перебігу однієї години формули 2.1 становить

$$P_{\max} = 8,4 \cdot 1,2 = 10,08 \text{ тис. пас.} - \text{у максимальному напрямку};$$

$$P_{\min} = 2,9 \cdot 1,2 = 3,48 \text{ тис. пас.} - \text{у мінімальному напрямку.}$$

Таким чином, потрібно 2 ескалатора для пропуску пасажирів у максимальному напрямку і один ескалатор для пропуску пасажирів у мінімальному напрямку. Один ескалатор потрібен додатково на підміну іншого, що ремонтується. Усього 4 ескалатора.

Станція «Затока Десенка» – перспективна, надземна, має один вестибюль. Пасажиpський зв'язок вестибюля і станційної платформи забезпечується чотирьохстрічковими ескалаторами відповідно п. 2.7 ДБН В 2.3 – 7 – 2003.

Пропускна спроможність ескалаторів дорівнює: $8200 \cdot 4 = 32800$ чол./год .

Пропускна спроможність ескалаторного комплексу за виключенням одного ескалатора, що може знаходитись у ремонті – 24600 чол./год, у тому числі

16400 чол./год – у максимальному напрямку

8200 чол./год – у мінімальному напрямку.

Пасажиpооборот станції на перспективу у годину «пік» дорівнює 7,6 тис. пас., у тому числі 5,3 тис. пас. – у максимальному напрямку.

Пасажиpопотік з урахуванням коефіцієнта нерівномірності розподілення пасажирів у перебігу однієї години формули 2.1 становить

$$P_{\max} = 5,3 \cdot 1,2 = 6,36 \text{ тис. пас.} - \text{у максимальному напрямку};$$

$$P_{\min} = 2,3 \cdot 1,2 = 2,76 \text{ тис. пас.} - \text{у мінімальному напрямку у мінімальному}$$

напрямку і цілком задовольняється пропускною спроможністю ескалаторів в обох напрямках.

Станція «Райдужна» – мілкого закладення. Станція має один вестибюль. Пасажи́рський зв'язок вестибюля і станційної платформи забезпечується сходами шириною 6 м з пропускною спроможністю, яка дорівнює: $3200 \cdot 6 = 19200$ чол./год

Максимальний з усіх розрахункових періодів пасажирооборот станції очікується на перспективу – 7,4 тис. пас, у годину «пік», у тому числі 5,4 тис. пас. у максимальному напрямку і 2,0 тис. пас. у мінімальному напрямку.

Пасажи́ропотік з урахуванням коефіцієнта нерівномірності розподілення пасажирів у перебігу однієї години дорівнює

$$7,4 \cdot 1,2 = 8,88 \text{ тис. пас, що менше пропускної спроможності сходів.}$$

Пасажи́ропотік з урахуванням коефіцієнта нерівномірності розподілення пасажирів у перебігу однієї години формули 2.1 становить

$$P_{\text{мак}} = 5,4 \cdot 1,2 = 6,48 \text{ тис. пас. – у максимальному напрямку;}$$

$$P_{\text{мін}} = 2,0 \cdot 1,2 = 2,40 \text{ тис. пас. – у мінімальному напрямку.}$$

Таблиця 2.1

Характеристики прогноуючого пасажиропотоку діляниці

Станція	Параметри пасажиропотоку		
	У години «пік», тис. пас	У максимальному напрямку, тис. пас	У мінімальному напрямку, тис. пас
Глибочицька	7,84	5,32	2,52
Подільська	6,72	4,62	2,10
Суднобудівна	9,48	6,36	3,12
Труханів острів	13,56	10,08	3,48
Затока Десенка	9,12	6,36	2,76
Райдужна	8,88	6,48	2,40

Щодобово метрополітен веде облік пасажиропотоку на вхід по кожній станції. Заходячи на станцію однієї з ліній пасажири вільно переміщуються пересадочними вузлами по лініях, але зафіксувати їх вихід пристроями пасажирської автоматики на даний момент не можливо.

Методика розрахунку кількості пасажирів на вихід зі станцій та кількості пасажирів, що користуються пересадочними вузлами для переходу з лінії на лінію метрополітену, (далі методика) застосовується в разі відсутності даних про кількість зазначених пасажирів.

Методика дозволяє отримати розрахункові дані про кількість пасажирів на вихід зі станцій та кількість пасажирів, які користуються пересадочними вузлами метрополітену. В основу отримання необхідних даних покладено розрахунки з залученням фактичних пасажиропотоків на вхід по станціях і лініях метрополітену та коефіцієнтів, які розраховуються на підставі даних, отриманих останнім талонним обстеженням.

Для визначення кількості пасажирів на вихід на станціях, які були введені в експлуатацію після проведення останнього талонного обстеження, застосовується коефіцієнт, розрахований як співвідношення кількості пасажирів на вихід до кількості пасажирів на вхід в цілому по лінії, виходячи з даних останнього талонного обстеження.

Методика передбачає отримання наступних даних:

1) Кількість пасажирів на вихід зі станції за необхідну добу розраховується за формулою:

$$P_{\text{пас. вихід ст.}} = P_{\text{пас. вхід ст.}} \times K \quad (2.2)$$

де $P_{\text{пас. вихід ст.}}$ – кількість пасажирів, що слідує на вихід зі станції за необхідну добу;

$P_{\text{пас. вхід ст.}}$ – кількість пасажирів, що слідуєть на вхід до станції за цю добу (за даними СП «Комерційна служба»);

K – коефіцієнт співвідношення кількості пасажирів на вихід зі станції до кількості пасажирів на вхід до станції за добу.

2) Коефіцієнт співвідношення (K) кількості пасажирів на вихід зі станції до кількості пасажирів на вхід до станції за добу (за даними останнього талонного обстеження):

$$K = \frac{P_{\text{пас. вихід ст.}}}{P_{\text{пас. вхід ст.}}} \quad (2.3)$$

де $P_{\text{пас. вихід ст.}}$ – кількість пасажирів, що слідували на вихід зі станції за добу (за даними останнього талонного обстеження);

$P_{\text{пас. вхід ст.}}$ – кількість пасажирів, що слідували на вхід до станції за добу (за даними останнього талонного обстеження).

3) Кількість пасажирів на вихід зі станції, яка була введена в експлуатацію після проведення останнього талонного обстеження, за необхідну добу розраховується за формулою

$$P_{\text{пас. вихід нов. ст}} = P_{\text{пас. вхід нов. ст}} \times K^1 \quad (2.4)$$

де $P_{\text{пас. вихід нов. ст.}}$ – кількість пасажирів, що слідуєть на вихід зі станції, яка була введена в експлуатацію після проведення останнього талонного обстеження, за необхідну добу;

$P_{\text{пас. вхід нов. ст.}}$ – кількість пасажирів, що слідуєть на вхід до станції, яка була введена в експлуатацію після проведення останнього талонного обстеження, за цю добу (за даними структурного підрозділу «Комерційна служба»);

K_1 – коефіцієнт співвідношення кількості пасажирів на вихід до кількості пасажирів на вхід по лінії за добу (за даними останнього талонного обстеження).

4) Коефіцієнт співвідношення (K_1) кількості пасажирів на вихід до кількості пасажирів на вхід по лінії за добу (за даними останнього талонного обстеження):

$$K_1 = \frac{P_{\text{пас.вих.лін.}}}{P_{\text{пас.вхід.лін.}}} \quad (2.5)$$

де $P_{\text{пас.вихід.лін.}}$ – кількість пасажирів, що слідували на вихід по лінії за добу (за даними останнього талонного обстеження);

$P_{\text{пас.вхід.лін.}}$ – кількість пасажирів, що слідували на вхід по цій лінії за добу (за даними останнього талонного обстеження).

5) Кількість пасажирів, які користуються пересадочним вузлом, за добу (пасажирооборот вузла) розраховується за формулою

$$P_{\text{пас.вузол}} = P_{\text{пас.2 ліній}} \times K_2 \quad (2.6)$$

де $P_{\text{пас.вузол}}$ – кількість пасажирів, що користуються пересадочним вузлом за добу;

$P_{\text{пас.2 ліній}}$ – загальна кількість пасажирів за добу двох ліній, до яких відносяться станції пересадочного вузла;

K_2 – коефіцієнт співвідношення кількості пасажирів, що користуються пересадочним вузлом до загальної кількості пасажирів двох ліній, до яких відносяться станції пересадочного вузла.

6) Коефіцієнт співвідношення кількості пасажирів, які користуються пересадочним вузлом, до загальної кількості пасажирів двох ліній, до яких відносяться станції пересадочного вузла, розраховується за формулою

$$K2 = \frac{P_{\text{пас.вузол}}}{P_{\text{пас.2ліній}}} \quad (2.7)$$

де $P_{\text{пас.вузол}}$ – кількість пасажирів, що користувалися пересадочним вузлом за добу (за даними останнього талонного обстеження);

$P_{\text{пас. 2 ліній}}$ – загальна кількість пасажирів за добу двох ліній, до яких відносяться станції пересадочного вузла (за даними останнього талонного обстеження).

7) Кількість пасажирів за напрямками руху на пересадочному вузлі за добу, розраховується за формулою

$$P_{\text{пас.вузл.в.одн.напр.}} = \frac{P_{\text{пас.вузол}}}{2} \times K3 \quad (2.8)$$

де $P_{\text{пас.вузл.в.одн.напр.}}$ – кількість пасажирів, що слідує на пересадочному вузлі за добу в одному із напрямків;

$P_{\text{пас.вузол}}$ – кількість пасажирів, що слідує на пересадочному вузлі в обох напрямках за добу;

2 – кількість напрямків руху пасажирів на пересадочному вузлі;

$K3$ – коефіцієнт співвідношення кількості пасажирів за напрямками руху на пересадочному вузлі.

8) Коефіцієнт співвідношення кількості пасажирів за напрямками руху на пересадочному вузлі розраховується за формулою

$$K3 = \frac{P_{\text{пас.вузл.в.одн.напр.}}}{P_{\text{пас.вузл.в.звор.напр.}}} \quad (2.9)$$

де $P_{\text{пас.вузл.в.одн.напр.}}$ – кількість пасажирів одного напрямку пересадочного вузла (за даними останнього талонного обстеження);

$R_{\text{пас. вузл. в звор. напр.}}$ – кількість пасажирів зворотного напрямку цього пересадочного вузла (за даними останнього талонного обстеження).

Розрахунки пасажиропотоку на вихід:

$$R_{\text{пас. вихід ст.}} = 15,5 \cdot 1,04 = 16,1 \text{ тис.пас. по станції «Тараса Шевченка»};$$

$$R_{\text{пас. вихід ст.}} = 40,6 \cdot 0,93 = 37,2 \text{ тис.пас. по станції «Лук'янівська»};$$

$$R_{\text{пас. вихід ст.}} = 55,3 \cdot 1,01 = 55,8 \text{ тис.пас. по станції «Вокзальна»}.$$

$$K = \frac{16,1}{15,5} = 1,04 \text{ тис.пас. по станції «Тараса Шевченка»};$$

$$K = \frac{37,2}{40,6} = 0,93 \text{ тис.пас. по станції «Лук'янівська»};$$

$$K = \frac{55,8}{55,3} = 1,01 \text{ тис.пас. по станції «Вокзальна»}.$$

$$R_{\text{пас. вихід нов. ст.}} = 17,1 \cdot 0,99 = 16,9 \text{ тис.пас. на вихід по станції «Виноградар»};$$

$$R_{\text{пас. вихід нов. ст.}} = 11,4 \cdot 0,99 = 11,2 \text{ тис.пас. на вихід по станції «Маршала Гречко»};$$

$$R_{\text{пас. вихід нов. ст.}} = 14,8 \cdot 0,99 = 14,6 \text{ тис.пас. на вихід по станції «Проспект Правди»};$$

$$K = \frac{16,9}{17,1} = 0,99 \text{ тис.пас. по станції «Виноградар»};$$

$$K = \frac{11,2}{11,4} = 0,98 \text{ тис.пас. по станції «Маршала Гречко»};$$

$$K = \frac{14,6}{14,8} = 0,98 \text{ тис.пас. по станції «Проспект Правди»}.$$

Результати розрахунків наведено в таблицях 2,3; 2,4; 2,5.

Коефіцієнти співвідношення кількості пасажирів, які користуються пересадочними вузлами, до загальної кількості пасажирів двох ліній, до яких відносяться станції пересадочного вузла, та коефіцієнти співвідношення кількості пасажирів за напрямками руху на пересадочних вузлах наведено в таблиці 2.2

Таблиця 2.2

Коефіцієнти співвідношення кількості пасажирів, які користуються пересадочними вузлами, до загальної кількості пасажирів двох ліній

№ пп	Назва пересадочного вузла	Коефіцієнти	
		К2	К3
1.	ст. «Хрещатик» - ст. «Майдан Незалежності» в цілому по вузлу	0,24	
	за напрямками руху:		
	зі станції «Хрещатик» на станцію «Майдан Незалежності»		0,95
	зі станції «Майдан Незалежності» на станцію «Хрещатик»		1,05
2.	ст. «Театральна» - ст. «Золоті ворота» в цілому по вузлу	0,17	
	за напрямками руху:		
	зі станції «Театральна» на станцію «Золоті ворота»		1,06
	зі станції «Золоті ворота» на станцію «Театральна»		0,94
3.	ст. «Площа Льва Толстого» - ст. «Палац спорту» в цілому по вузлу	0,17	
	за напрямками руху:		
	зі станції «Площа Льва Толстого» на станцію «Палац спорту»		1,00
	зі станції «Палац спорту» на станцію «Площа Льва Толстого»		1,00

Таблиця 2.3

Коефіцієнти співвідношення кількості пасажирів на вихід зі станцій (ліній) до кількості пасажирів на вхід до станцій (ліній) Святошинсько-Броварської лінії

КП «Київський метрополітен»

№ пп	Назва станцій	Коефіцієнти	
		К	К1
1	2	3	4
1.	«Лісова»	0,97	
2.	«Чернігівська»	0,93	
3.	«Дарниця»	1,02	
4.	«Лівобережна»	1,00	
5.	«Гідропарк»	1,21	
6.	«Дніпро»	0,87	
7.	«Арсенальна»	0,94	
8.	«Хрещатик»	1,13	
9.	«Театральна»	0,94	
10.	«Університет»	1,11	
11.	«Вокзальна»	1,01	
12.	«Політехнічний інститут»	0,99	
13.	«Шулявська»	0,96	
14.	«Берестейська»	0,87	
15.	«Нивки»	1,12	
16.	«Святошин»	0,90	
17.	«Житомирська»	0,99	
18.	«Академмістечко»	0,99	
	По лінії		0,99

Таблиця 2.4

Коефіцієнти співвідношення кількості пасажирів на вихід зі станцій (ліній) до кількості пасажирів на вхід до станцій (ліній) Оболонсько - Теремківської лінії

КП «Київський метрополітен»

№ пп	Назва станцій	Коефіцієнти	
		К	К1
1	2	3	4
1.	«Героїв Дніпра»	0,95	
2.	«Мінська»	0,95	
3.	«Оболонь»	0,91	
4.	«Почайна»	0,97	
5.	«Тараса Шевченка»	1,04	
6.	«Контрактова площа»	1,02	
7.	«Поштова площа»	0,94	
8.	«Майдан Незалежності»	0,88	
9.	«Площа Л.Толстого»	0,97	
10.	«Олімпійська»	0,86	
11.	«Палац «Україна»	1,00	
12.	«Либідська»	0,97	
13.	«Деміївська»	0,98	
14.	«Голосіївська»	0,98	
15.	«Васильківська»	0,98	
16.	«Виставковий центр»	0,98	
17.	«Іподром»	0,98	
18.	«Теремки»	0,98	
	По лінії		0,98

Таблиця 2.5

Коефіцієнти співвідношення кількості пасажирів на вихід зі станцій (ліній) до кількості пасажирів на вхід до станцій (ліній) Сирецько – Печерської лінії КП «Київський метрополітен»

№ пп	Назва станцій	Коефіцієнти	
		К	К1
1	2	3	4
1.	«Сирець»	0,99	
2.	«Дорогожичі»	0,99	
3.	«Лук'янівська»	0,93	
4.	«Золоті ворота»	1,10	
5.	«Палац спорту»	0,96	
6.	«Кловська»	0,97	
7.	«Печерська»	1,12	
8.	«Дружби народів»	1,00	
9.	«Видубичі»	1,01	
10.	«Славутич»	0,96	
11.	«Осокорки»	1,00	
12.	«Позняки»	1,03	
13.	«Харківська»	0,98	
14.	«Вирлиця»	0,99	
15.	«Бориспільська»	0,99	
16.	«Червоний хутір»	0,99	
	По лінії		0,99

На уявній четвертій лінії Київського метрополітену, саме через її відсутність будівництво розвивається не так стрімко, як у інших районах міста. Тому різкого збільшення пасажиропотоку через збільшення житлових масивів

очікувати не варто. Для порівняння, район Троєщина – це мінімум 280000 чоловік, тобто приблизно 70000 користувачі метрополітену. В той час, як вся третя лінія обслуговує за добу порядку 300000 пасажирів.

То ж виникає питання, чи варто все ж таки будувати ту саму омріяну четверту лінію метрополітену? Метро – це добре, але довго та дорого. Згідно оцінки аналітиків дане будівництво потребує 3 мільярди доларів, а це 8 річних бюджетів розвитку Києва. Тобто, щоб збудувати систему, яка вирішить транспортну розв'язку хоч і великого, але одного району та розгрузити першу лінію метрополітену, місто має не поновлюватись та не ремонтуватись майже 10 років.

Метрополітен має перевагу майже у всьому. Швидко, надійно, безпечно та бюджетно. Єдиний мінус – це те, що довжина деяких ескалаторів та час підйому чи спуску може займати більше часу ніж поїздка в поїзді.

Згідно з даними аналітиків можемо зробити аналіз та припускаючи, що кожен четвертий громадянин, як було прораховано вище, є користувачем метрополітену, спрогнозувати приблизний пасажиропотік на станціях метрополітену четвертої лінії, а саме діляниці від станції «Ватутіна» до станції «Милославська».

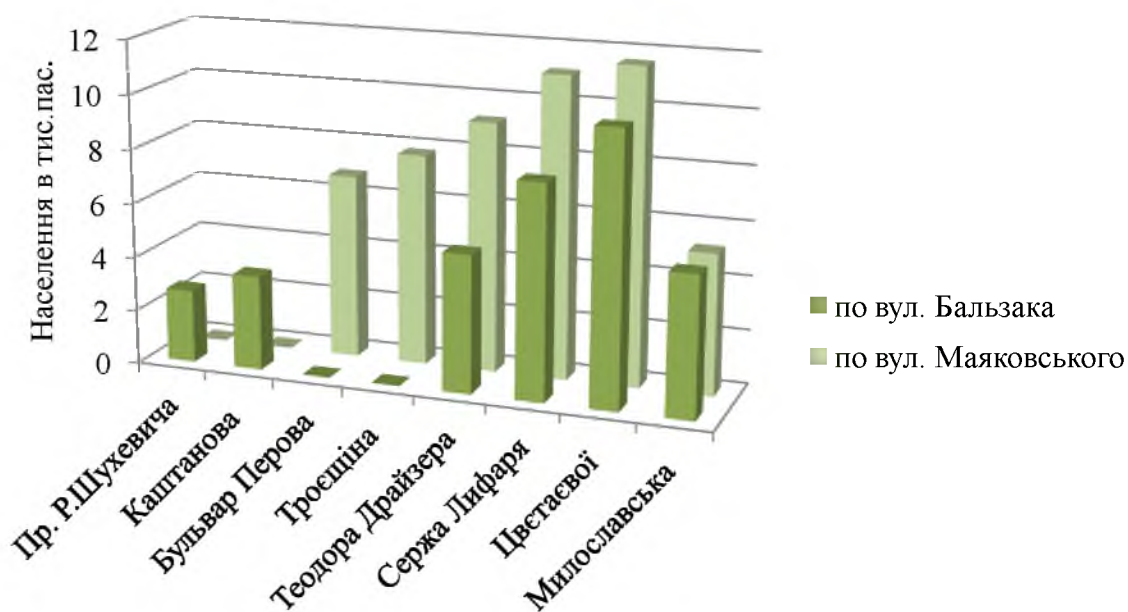


Рисунок 2.11 – Кількість населення районів, що будуть користуватися четвертою лінією метрополітену

Як ми бачимо з діаграми, населення розміщене досить не рівномірно, але враховуючи доступність пішохідного підходу до станцій деяких районів, та можливе лише транспортне (наземне) сполучення зі станціями метрополітену, можемо спрогнозувати майбутній пасажиропотік метрополітену на Подільсько – Вигурівської лінії.

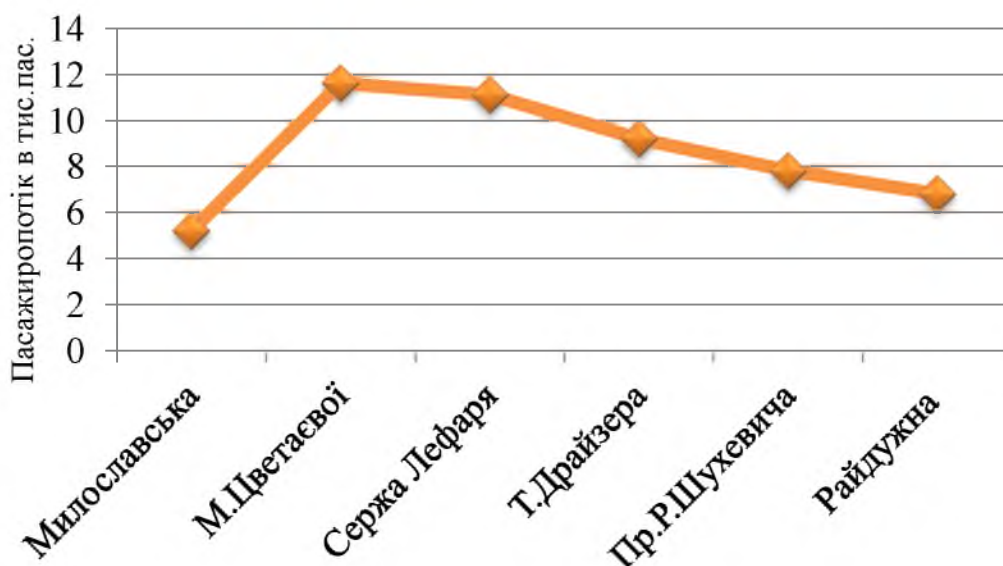


Рисунок 2.12 – Прогноз пасажиропотоку на дільниці «Милославська» - «Райдужна»

Але знову слід звертають увагу на так звану вартість питання. Піднімається питання відбудови Подільського – Воскресенського мосту і тільки після цього зможе розпочатися повноцінне будівництво Подільсько – Вигурівської лінії. Аналізуючи думку аналітиків стає зрозуміло, що будівництво повинно бути одночасним, тобто немає сенсу відкривати станції по чергово. Подільська лінія зможе стати повноцінною лише після відбудови хоча б половини спланованих станцій. Тоді її добовий пасажиропотік складатиме близько 250000 пасажирів. Це рівно вдвічі менше ніж перевозитиме Оболонсько – Теремківської лінії, та в 2,5 разів менше ніж перевозить Святошино – Броварської лінії.

Майбутня Подільсько – Вигурівської лінії сполучить три вже існуючі станції. «Вокзальна», «Лук'янівська» та «Т.Шевченк». Виникає питання послідовності будівництва. З чого почати? Аналізуючи думку фахівців, бачимо що планується початок за станції «Т.Шевченка», але враховуючи вище вказані пасажиропотоки стає видно, що станція завантажена майже на 98%. Зрозуміло, що для розвантаження саме Троєщини необхідно почати саме з «Т.Шевченка»,

але дана станція не спроможна до такого збільшення пасажирів, тому доцільно буде прийняти рішення початку будівництва ПВЛ саме зі станції «Вокзальна», враховуючи, що згідно плану КМДА, до цього часу станція вже матиме два виходи і не буде такою завантаженою.

2.3 Пропозиції що до організації експлуатації на лінії

У відповідності до ДБН В.2.3 – 7 – 2003 проект дільниці лінії розроблено з урахуванням величин пасажирських потоків на перший період – десятий рік експлуатації лінії та на другий період – максимальний розвиток лінії за містобудівним прогнозом розвитку міста на 30 – 40 років. Також враховані пасажирські потоки на рік введення в дію.

На Подільсько-Вигурівській лінії метрополітену будуть експлуатуватися шестивагонні состави в складі яких вагони серії 81 – 717 (головний із кабіною машиніста) і 81 – 714 (проміжний без кабіни машиніста). Експлуатаційна швидкість прийнята 40 км/год. Інвентарний парк вагонів визначено з урахуванням коефіцієнта випуску на лінію рухомого складу, який дорівнює 0,9. При розрахунку місткості вагонів щільність пасажирів, що стоять на 1 м² вільної від сидінь площі підлоги, прийнята 4,5 чоловіки.

Розміри руху визначені розрахунком для трьох періодів експлуатації лінії за максимальним пасажиропотоком на найбільш завантаженому перегоні. Крім того, розміри руху на окремих дільницях визначені з урахуванням впровадження маршрутного руху поїздів, для чого споруджуються відповідні відгалуження:

– між станцією «Райдужна» Подільсько-Вигурівської та станцією «Прспект Ватутіна» Лівобережної лінії метрополітену;

– між станцією «Бульвар Перова» Подільсько-Вигурівської та станцією «Городня» Лівобережної лінії метрополітену.

На рік введення в дію ділянки від станції «Глибочицька» до станції «Райдужна» із відгалуженням у бік житлового масиву Вигурівщина-Троєщина з одночасним введенням в експлуатацію ділянки Лівобережної лінії від станції «Вул. Милославська» до станції «Прспект Ватутіна» з електродепо «Троєщина» експлуатаційна довжина від станції «Глибочицька» до станції «Вул. Милославська» складе:

– від станції «Глибочицька» до станції «Райдужна» Подільсько-Вигурівської лінії – 7,03 км;

– від станції «Милославська» до станції «Прспект Ватутіна» Лівобережної лінії – 4,96 км;

– відгалуження від станції «Райдужна» до станції «Прспект Ватутіна» – 2,04 км.

Всього довжина становить 14,03 км.

Найбільший пасажиропотік – 21,1 тис. пас. у годину «пік» в одному напрямку очікується на перегоні станції «Подільська» – станції «Суднобудівна».

Для перевезення такої кількості пасажирів потрібно мати 21 пару шестивагонних поїздів на годину. (Розрахункова місткість 1 поїзда – 1014 пасажирів). Для забезпечення такої парності потрібно мати в русі 18 поїздів, при цьому експлуатаційний парк складе 108 вагонів. Інвентарний парк, з урахуванням коефіцієнта випуску рухомого складу на лінію – 0,9, складе 120 вагонів. Склади розставлені на нічний відстій наступним чином:

– на лінії – 4 поїзда;

– в електродепо «Троєщина» 14 поїздів та 8 вагонів резерву.

В електродепо «Троєщина» крім нічного відстою поїздів передбачено виконання технічного обслуговування і позапланові ремонти рухомого складу (ПР-1, ПР-2, ПР-3). Капітальний ремонт рухомого складу із заміною вузлів

агрегатів передбачається на базі ремонту, що розташована на території електродепо «Дарниця».

На розрахунковий період «Перший період експлуатації» передбачається функціонування Подільсько-Вигурівської лінії метрополітену від станції «Солом'янська» до станції «Братиславська» з електродепо «Воскресенське». Одночасно передбачені вилючні відгалуження для організації маршрутів:

- від станції «Солом'янська» Подільсько-Вигурівської лінії до станції «Вул. Милославська» Лівобережної лінії;
- від станції «Броварський проспект» Лівобережної лінії до станції «Братиславська» Подільсько-Вигурівської лінії.

При цьому Лівобережна лінія буде діяти в межах від станції «Вул. Милославська» до станції «Броварський проспект».

На Подільсько-Вигурівській лінії найбільший пасажиропотік становить 30,2 тис. пас. в одному напрямку очікується на перегоні станції «Подільська» – станції «Суднобудівна» [7]. Для перевезення такої кількості пасажирів потрібно 30 пар шестивагонних поїздів на годину.

Від станції «Райдужна» поїзди рухаються у двох напрямках: у бік станції «Прспект Ватутіна» Лівобережної лінії та у бік станції «Бульвар Перова» Подільсько-Вигурівської лінії. Розміри руху в цих напрямках визначено з урахуванням пасажиропотоків по цим перегонам і прийнято по 15 пар поїздів у кожному напрямку.

Одночасно на Лівобережній лінії на дільниці від станції «Броварський проспект» до станції «Городня» найбільший пасажиропотік – 15,8 тис. пас. за годину «пик» в одному напрямку очікується на перегоні станції «Дніпровська» – станції «Броварський проспект». Для перевезення такої кількості пасажирів потрібно 16 пар шестивагонних поїздів на годину.

Від станції «Городня» поїзди рухаються у двох напрямках: у бік станції «Прспект Ватутіна» Лівобережної лінії та у бік станції «Бульвар Перова»

Подільсько-Вигурівської лінії, з розмірами максимальних пасажиропотоків в одному напрямку 7,6 тис. пас. у годину «пік» та 8,3 тис. пас. у годину «пік» відповідно, тому розміри руху по цим перегонам дорівнюють 8 пар по кожному перегону.

Таким чином, на дільниці від станції «Прспект Ватутіна» до станції «Милославська» знаходяться у русі 15 пар поїздів з Подільсько-Вигурівської лінії та 8 пар поїздів Лівобережної лінії. Усього 23 пари поїздів. На дільниці від станції «Бульвар Перова» до станції «Братиславська» – теж саме. Ця парність задовольняє пасажиропотокам на вказаних дільницях.

Для забезпечення цієї парності потрібно мати в русі у цілому 39 поїздів, у тому числі 30 поїздів по Подільсько-Вигурівській з відгалуженням у бік Вигурівщини-Троєщини, та 9 поїздів по Лівобережній лінії з відгалуженням у бік станції «Бульвар Перова».

Експлуатаційний парк вагонів складе 234 вагона, у тому числі 180 вагонів по Подільсько-Вигурівській та 54 вагона по Лівобережній лініях.

Інвентарний парк, з урахуванням коефіцієнта випуску рухомого складу на лінію 0,9, складе 260 вагонів, у тому числі 200 вагонів по Подільсько-Вигурівській та 60 вагонів по Лівобережній.

Склади розставлені на нічний відстій наступним чином:

- на лінії – 3 поїзда;
- в електродепо «Троєщина» – 20 поїздів і 11 вагонів резерву;
- в електродепо «Воскресенське» – 16 поїздів і 7 вагонів резерву.

На перспективу передбачається повний розвиток Подільсько-Вигурівської лінії від станції «Вишневе» до станції «Братиславська» з відгалуженням у бік масиву Вигурівщина-Троєщина. При цьому Лівобережна лінія буде діяти в межах від станції «Олімпійський спортивний центр» до станції «Вул. Милославська» з відгалуженням у бік станції «Бульвар Перова» на Воскресенці.

Розрахунок розмірів руху, кількості поїздів у русі, експлуатаційного та інвентарного парку вагонів на розрахунковий строк «перспектива» виконаний аналогічно розрахунковому строку «перший період».

Таким чином, розміри на дільницях:

- від станції «Вишневе» до станції «Райдужна» – 33 пари поїздів;
- від станції «Райдужна» до станції «Бульвар Перова» – 16 пар поїздів;
- від станції «Бульвар Перова» до станції «Братиславська» – 28 пар поїздів;
- від станції «Райдужна» до станції «Проспект Ватутіна» – 17 пар поїздів;
- від станції «Проспект Ватутіна» до станції «Милославська» – 29 пар поїздів;
- від станції «Олімпійський спортивний центр» до станції «Городня» – 24 пари поїздів;
- від станції «Городня» до станції «Проспект Ватутіна» – 12 пар поїздів;
- від станції «Городня» до станції «Бульвар Перова» – 12 пар поїздів.

Для забезпечення цієї парності потрібно мати у русі в цілому 78 поїздів, у тому числі 35 поїздів по Подільсько-Вигурівській з відгалуженням у бік Вигурівщини-Троєщини, та 43 поїзда по Лівобережній лінії з відгалуженням у бік станції «Бульвар Перова».

Експлуатаційний парк вагонів складе 468 вагонів, у тому числі 210 вагонів по Подільсько-Вигурівській та 258 вагонів по Лівобережній лініях.

Інвентарний парк, з урахуванням коефіцієнта випуску рухомого складу на лінію 0,9, складе 520 вагонів, у тому числі 233 вагона по Подільсько-Вигурівській та 287 вагонів по Лівобережній.

Склади розставлені на нічний відстій наступним чином:

- на лінії – 6 поїздів;
- в електродепо «Троєщина» – 28 поїздів і 12 вагонів резерву;
- в електродепо «Воскресенське» – 30 поїздів і 13 вагонів резерву;
- в електродепо «Осокорки-Південні» – 14 поїздів і 11 вагонів резерву.

На відстані не більше 8 км, а саме за станцією «Райдужна», станцією «Глибочицька», станцією «Солом'янська», станцією «Аеропорт», станцією «Вул. Т. Драйзера» передбачені зїзди для оберту та тимчасового відстою рухомого складу.

Колійний розвиток цих станцій дозволяє організувати зонний рух поїздів у відповідності з пасажиропотоками на перегонах.

Технічне обслуговування рухомого складу на Подільсько-Вигурівській лінії з відгалуженням у бік масиву Вигурівщина-Троєщина буде здійснюватися на оглядових канавах ПТО за станцією «Вишневе», станцією «Солом'янська», в електродепо «Троєщина» та «Воскресенське».

Висновки до розділу 2

1) Згідно з Генеральним планом м. Києва Подільсько-Вигурівська лінія метрополітену має виключне значення у розвитку транспортної структури міста. Вона доповнює існуючу радіальну схему метрополітену, перетинаючи діючої лінії і розширюючи таким чином систему пересадочних вузлів.

2) Будівництво лінії дозволить поліпшити транспортне сполучення з масивами Троєщина, Лісовий, Воскресенка, Райдужний, а також майбутньої забудовою Русанівських садів, зробивши їх більш привабливими для проживання.

3) Перша черга Подільсько-Вигурівської лінії буде складатися з шести станцій. Надалі ця лінія буде продовжена на Троєщину вздовж проспекту Маяковського, а від Лук'янівки через вокзал Київ-Пасажирський до аеропорту «Київ» в Жулянах.

3 ДОСЛІДЖЕННЯ ПАСАЖИРОПОТОКІВ НА ПРИКЛАДІ ОДНІЄЇ СТАНЦІЇ МЕТРОПОЛІТЕНУ

3.1 Аналіз погодинної нерівномірності

Кожне переміщення пасажирів характеризується напрямком, дальністю і швидкістю. Переміщення, що співпадають по напрямках руху, утворюють пасажирські потоки.

«Вокзальна» – станція Київського метрополітену, що розміщена біля центрального залізничного вокзалу міста. Відкрита 6 листопада 1960 року станція Святошино – Броварської лінії розташувалася між станціями «Університет» та пізніше станцією «Політехнічний інститут». Станцію побудували пілонного типу з укороченим центральним залом та однією прямою платформою острівного типу. Оскільки «Вокзальна» стала станцією глибокого залягання, до верхнього вестибюлю пасажирів веде тристрічковий ескалатор.

Відкриває станція свої двері для пасажирів о 5:45 і до 0:16 працює на вхід для пасажирів. Аналізуючи статистику перевезень можна зробити висновок, що дана станція є найзагруженішою в Київському метрополітені приймаючи щодня близько 68000 пасажирів в робочі дні і 55000 у вихідні.

Аналізуючи пасажиропотоки по днях тижня, можна зробити висновок, що найбільшими вони є у робочі дні, особливо у вівторок і середу. У вихідні дні перевезення є дещо меншими. Це пояснюється режимом роботи підприємств, культурно-побутових організацій, графіком прибуття поїздів дальніх залізничних сполучень та інше.

Пасажиропотоком називається кількість перевезених пасажирів по даній дільниці лінії за одиницю часу (рік, місяць, тиждень, добу).

На метрополітені кожного дня кількість перевезених пасажирів визначається за допомогою лічильників автоматичних контрольних пунктів

(АКП), але цей спосіб неточний. Визначення розмірів пасажиропотоків на метрополітені може здійснюватись двома способами: шляхом проведення загального талонного обстеження або оперативного обстеження сектора перевезень, у разі необхідності.

Загальне талонне обстеження – більш точний метод. Він дозволяє вивчити докладні дані про кореспонденцію пасажирських потоків на станціях. Проводиться через 7-10 років.

Оперативне обстеження проводиться в проміжок часу між загальними обстеженнями і для уточнення даних в разі зміни розмірів пасажиропотоків на станціях, введення в експлуатацію нових станцій, вестибюлів станцій.

Дослідження пасажиропотоків проведено для станції «Вокзальна». В якості вихідних даних використовуються матеріали, які узагальнені та наведені в таблицях 3.1 та 3.2

Характер погодинної нерівномірності в основному визначається трудовими поїздками, які і дають явно виражені ранкові і вечірні «піки». Про це свідчать дані таблиці 3.1

Таблиця 3.1

Розподілення пасажиропотоків по годинах доби на станції «Вокзальна»

Години доби	Робочий день		Вихідний день	
	Кількість пасажирів, пас.	%	Кількість пасажирів, пас.	%
1	2	3	4	5
5.30-6.00	1589	0,595	982	0,7
6.00-7.00	6584	3,645	1496	1,99
7.00-8.00	8259	11,006	2465	2,21
8.00-9.00	5859	13,584	3682	3,28
9.00-10.00	5486	8,345	4258	4,09

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5
10.00-11.00	5569	3,362	2738	6,97
11.00-12.00	3145	3,388	4482	7,5
12.00-13.00	3698	4,557	4417	7,88
13.00-14.00	2478	4,544	3782	8,21
14.00-15.00	2640	4,288	4124	8,41
15.00-16.00	3985	4,676	4148	8,11
16.00-17.00	2583	4,916	5154	8,14
17.00-18.00	5347	8,513	6381	8,69
18.00-19.00	3258	8,181	4138	8,11
19.00-20.00	4158	7,441	3198	6,8
20.00-21.00	2265	3,792	1478	3,83
21.00-22.00	1823	2,774	951	3,36
22.00-23.00	535	1,742	512	1,33
23:00-24:00	423	0,553	286	0,61
24:00-0:30	204	0,098	58	0,14
Всього за добу	68785	100,0	58730	100,0

Найбільші пасажиропотоки припадають на ранкові години «пік» з 7 до 9 години, коли кожну годину метрополітен перевозить 13-15% добової кількості пасажирів. Коли починається роз'їзд працюючих додому, також спостерігається збільшення пасажиропотоку. Але вечірні години «пік» з 17 до 20 години більш розтягнуті, ніж ранкові, що знижує напруженість. У середині ж робочого дня перевезення різко падають.

У зв'язку із щорічним зростанням пасажирських перевезень, навантаження в години «пік» також зростає і потребує не лише зменшення інтервалу руху поїздів, що технічно не завжди можливо, але й проведення організаційних

заходів, наприклад, розбіжність часу початку роботи на підприємствах і в організаціях міста з інтервалом в 15-30-60 хвилин.

На метрополітені перевезення розподіляються нерівномірно не тільки протягом року, місяця, доби, але і всередині кожної години на півгодинні, п'ятнадцятихвилинні і навіть п'ятихвилинні періоди. Найважливіше знати коливання потоків всередині пікових, найбільш напружених годин по 15-хвилинних інтервалах. Саме 15-хвилинний період передбачає введений з 2017 року ДНБ В.2.3 – 7 – 2017 для розрахунку пропускної та провізної спроможності ліній, станцій, елементів станцій.

Коефіцієнт нерівномірності внутрішньогодинних надходжень – це відношення зміни пасажиропотоку по 15-хвилинних періодах до загального максимального пасажиропотоку. Чим більше коефіцієнт відрізняється від одиниці, тим нерівномірніше змінюється пасажиропотік протягом години.

Розподіл пасажиропотоків в середині пікових годин по 15-хвилинних інтервалах в робочі приведені в таблиці 3.2

Таблиця 3.2

Розподіл пасажиропотоків в середині години “пік”

Робочий день	
Година	Кількість пасажирів, тис. пас.
$8^{00} - 8^{15}$	0,8
$8^{15} - 8^{30}$	0,4
$8^{30} - 8^{45}$	1,5
$8^{45} - 9^{00}$	3,1
Всього	5,8

Коефіцієнт нерівномірності внутрішньогодинних надходжень розраховуємо за формулою

$$K_{15} = \frac{P_{\max}^{15} \cdot n_{\text{пер}}}{\sum P} \quad (3.1)$$

де P_{\max}^{15} – максимальна кількість пасажирів за 15 – хвилинний інтервал, пас;

$n_{\text{пер}}$ – кількість 15 – хвилинних інтервалів;

$\sum P$ – загальна кількість пасажирів в годину “пік” на лімітуючому перегоні.

Для станції «Вокзальна» в робочий день

$$K_{15} = \frac{3,1}{5,8} = 0,5.$$

В таблицю 3.3 зводимо результати розрахунків.

Таблиця 3.3

Коефіцієнти нерівномірності внутрішніх надходжень

Станція	Ранковий «час пік»
Вокзальна	0,5

Розміщення планувально-конструктивних елементів станцій визначає нерівномірність наповнення вагонів у поїзді та розміщення пасажирів на платформі. Оскільки розподіл пасажирів по вагонах поїзда нерівномірний, то цей розподіл визначається повагонним обстеженням поїздів у ранкові години «пік» на лімітуючих перегонах по 15-хвилинних інтервалах.

Коефіцієнт нерівномірності заповнення вагонів визначається за формулою

$$K_e = \frac{m_{\phi(15)}^{\max(n)}}{m_{\phi}^{\max}}, \quad (3.2)$$

де $m_{\phi(15)}^{\max(n)}$ – середньоарифметичне значення кількості пасажирів у найбільш заповнених вагонах обстежених поїздів за 15-ти хвилинний період

$$m_{\phi(15)}^{\max(n)} = \frac{\sum_{n=1}^n m_{ваг}^{\max}}{P_c}, \quad (3.3)$$

де $m_{ваг}^{\max}$ – кількість пасажирів у максимально заповненому вагоні обстеженого поїзду;

P_c – кількість обстежених поїздів у відповідний 15-хвилинний період

m_{ϕ}^{\max} – середньоарифметичне значення кількості пасажирів, максимально заповнених вагонів.

$$m_{\phi}^{\max} = \frac{\sum_{n=1}^n m_{\phi(15)}^{\max(n)}}{n_{пер}}, \quad (3.4)$$

де $n_{пер}$ – кількість 15-хвилинних періодів

На станції «Вокзальна» в перший 15-хвилинний період години «пік» (з 8⁰⁰ до 9⁰⁰) в робочий день обстежено 10 поїздів та визначено кількість пасажирів у максимально заповнених вагонах цих поїздів:

231, 234, 242, 245, 241, 251, 245, 237, 239, 235.

Знаходимо їх середньоарифметичне значення $m_{\phi(15)}^{\max(1)}$.

$$m_{\phi(15)}^{\max(1)} = \frac{231 + 234 + 242 + 245 + 241 + 251 + 245 + 237 + 239 + 235}{10} = 240 \text{ пас/ваг.}$$

Аналогічно знаходимо $m_{\phi(15)}$ для наступних 15-хвилинних періодів години «пік».

$$m_{\phi(15)}^{\max(2)} = 249 \text{ пас / ваг};$$

$$m_{\phi(15)}^{\max(3)} = 244 \text{ пас / ваг};$$

$$m_{\phi(15)}^{\max(4)} = 256 \text{ пас / ваг}.$$

З отриманих результатів визначаю середньоарифметичне значення m_{ϕ}^{\max} :

$$m_{\phi}^{\max} = \frac{240 + 249 + 244 + 256}{4} = 247 \text{ пас / ваг}.$$

Тоді для станції «Вокзальна» в ранковий «час пік»

$$K_{\phi} = \frac{256}{247} = 1,04.$$

Результати розрахунків зводжу в таблицю 3.4

Таблиця 3.4

Коефіцієнти нерівномірності заповнення вагонів

Станція	Ранковий «час пік»
Вокзальна	1,04

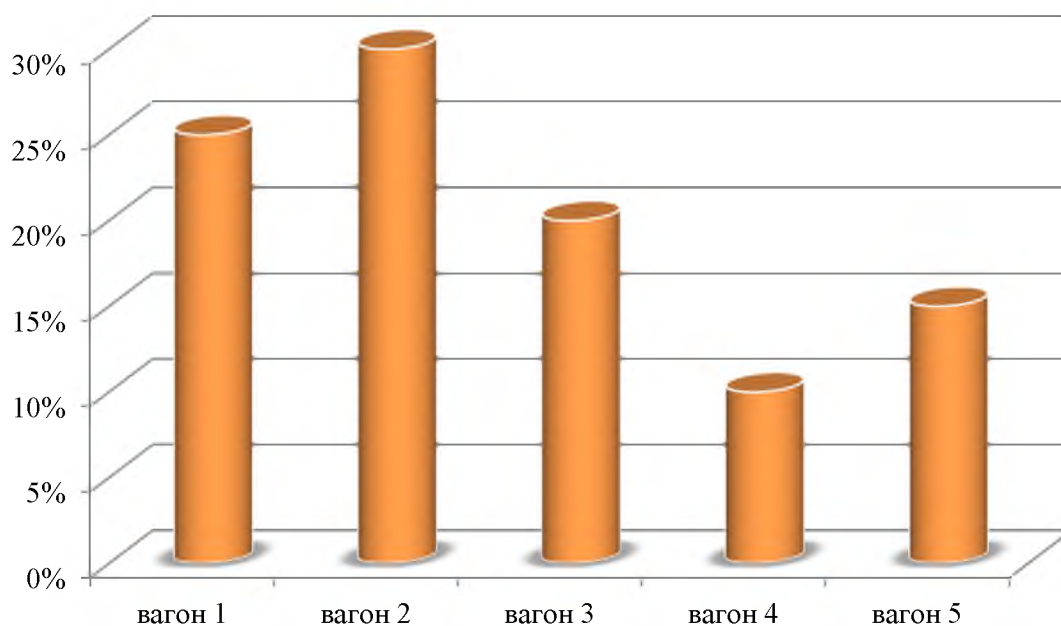


Рисунок 3.1 – Аналіз заповненості вагонів постанції «Вокзальна»

Коефіцієнт нерівномірності внутрішньогодинних надходжень та коефіцієнт нерівномірності заповнення вагонів коливаються у межах $1 \div 1,3$. Чим більший коефіцієнт, тим нерівномірніший розподіл.

3.2 Проектування другого виходу та пересадочного вузла

Враховуючи те, що поїзди укрзалізниці прибувають не рівномірно і вся маса пасажирів одразу стрімким потоком переміщається до метрополітену, який найчастіше не справляється з таким потоком людей через невідосконалену роботу пасажирської автоматику та брак площі пасажирських приміщень, доцільніше всього було б будівництво другого входу на станцію. Вихід до Центрального терміналу залізничного вокзалу (рисунок 3.2) розгрузить пасажиропотоки станції «Вокзальна» на вхід рівно вдвічі, що мінімізує черги у вестибюлі станції та

відрегулює розміщення пасажирів на платформах, а також сприятиме більш рівномірному заповненню вагонів поїздів, що прибувають на станцію.



Рисунок 3.2 – Архітектурне рішення станції «Вокзальна» вихід до
Центрального терміналу залізничного вокзалу

Також планується будівництво пересадочного вузла зі станції «Вокзальна» на Подільського – Вигурівську лінію, який спроектовано по типу пересадочного вузла між станціями «Площа Льва Толстого» та «Палац спорту». Але враховуючи, що з кожним роком пасажиропотоки не стають меншими, будівництво пересадочного вузла стає недоцільним так як вже при нинішніх потоках пасажирів та розмірах руху поїздів на самій станції тісно, душно і небезпечно. Враховуючи вищесказане можна зробити висновок, що будівництво пересадочного вузла на Подільсько – Вигурівську лінію можливе лиш за умови відкриття другого виходу на станцію «Вокзальна».

Аналізуючи колекційні збірники про історію метрополітену, стає зрозуміло, що проект такого виходу розробляли ще в 2000-х роках, безпосередньо перед входом до Центрального терміналу залізничного вокзалу, а також пересадка з умовною назвою «Вокальна – 2» (рисунок 3.3), що й стане початком нової, четвертої лінії Київського метрополітену.



Рисунок 3.3 – Архітектурне рішення станції «Вокзальна2»

Висновки до розділу 3

1) Станція «Вокзальна» є однією з найбільш завантажених станцій київського метрополітену, після «Лісової» та «Академмістечка». Так, за період з 25 травня по 31 жовтня 2020 р. станцією «Вокзальна» скористалося 4,504 млн пасажирів, а за аналогічний період 2019 року – 8,658 млн пасажирів. На вході регулярно трапляються черги, які можуть простягатися майже до головного входу Центрального залізничного вокзалу. Тому будівництво другого виходу є найраціональнішим варіантом вирішення даної проблеми.

2) Будівництво другого виходу станції «Вокзальна» дозволить збільшити пропускну спроможність станції до 100 тисяч осіб на добу.

3) Маючи один вихід станція «Вокзальна», враховуючи свої можливості, не зможе обслуговувати ту кількість пасажирів, яка є прогнозованою після будівництва і примикання до неї пересадочного вузла на Подільсько –Вигурівську лінію.

4 РОЗРОБКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ВІДЕОКОНТРОЛЮ (ІСВК) ПАСАЖИРОПОТОКУ НА СТАНЦІЯХ В-Т ЛІНІЇ КИЇВСЬКОГО МЕТРОПОЛІТЕНУ

4.1 Обґрунтування необхідності системи відеоконтролю

В середньому послугами Київського метрополітену щодня користуються понад 1,5 мільйонів пасажирів. Це не найвищий показник в світі, але все одно такий пасажиропотік вимагає постійного контролю, оперативного реагування на тривожні ситуації, а також оптимізації/раціоналізації всього процесу перевезення людей в метро: від каси на вході до виходу в місто. Застарілі системи відеоспостереження абсолютно неефективні при такій пропускній здатності.

За твердженнями фахівців щороку на рейках київського метрополітену гине близько 30 людей. Хтось кінчає життя самогубством, хтось оступається на п'яну голову, бувають і випадки, коли людей скидають з платформи. Цю проблему намагалися вирішити давно, і ось нові захисні системи практично дійшли до польових випробувань.

На метрополітені можливі наступні нештатні ситуації:

- 1) зупинка поїзда в тунелі з причин відсутності напруги на контактній рейці і у мережі освітлення тунелю;
- 2) виникнення пожежі в поїзді з пасажирами в тунелі;
- 3) вимушена зупинка поїзда з пасажирами в тунелі з причин сходження з рейок рухомого складу;
- 4) зупинка поїзда з пасажирами у випадку розриву поїзда;
- 5) вимушена зупинка електропоїзда у випадку смертельного травмування пасажира рухомим складом;
- 6) значне скупчення людей на платформі (території) метрополітену і т.д.

Відеоспостереження в метро здійснюється в багатьох містах світу, що стосується СНД, то подібні системи безпеки є, наприклад, в Москві, Санкт-Петербурзі, Мінську та Києві. На жаль, основною причиною подібних технічних нововведень стали аж ніяк не приємні події. Після ряду терористичних вибухів у метрополітені Москви і Мінська, які спричинили за собою численні людські жертви, відеоспостереження на станціях і в рухомих складах стало необхідністю і запорукою безпеки пасажирів метро.

Діюча система безпеки виробляє відеоспостереження та запис на всіх 46 станціях метрополітену Києва за допомогою 132 IP-відеокамер, об'єднаних в єдину систему, побудовану на основі телекомунікаційної мережі Enternet. Вартість впровадження системи відеоспостереження в метро Києва в 2009 році склала 2 мільйони гривень, що значно дешевше, ніж система «Тригер». Однак необхідність заміни старої системи відеоспостереження виникла з тієї причини, що вона дуже часто подає помилковий сигнал про проникнення в тунель, що насправді не завжди є достовірним фактом, оскільки сигнал може виникати навіть при попаданні газети, пакетів та інших невеликих предметів. В результаті цього, рух поїздів у метро часто припиняється або сповільнюється.

Наскільки беззахисним може бути людина в столичному метро, свідчать факти нападу на людей. Так, в лютому цього року, в вагоні наступним у напрямку до станції «Бориспільська», хлопець напав і намагався зґвалтувати дівчину. Тільки завдяки тому, що дівчина встигла скористатися кнопкою «пасажир-машиніст», нападника змогли затримати на станції при виході з вагона. Цілком очевидно, якщо впровадити систему відеоспостереження в усі вагони, і стежити за ситуацією з єдиного обладнаного центру, подібні випадки можна запобігти, або в разі їх здійснення, затримати злочинців і допомогти потерпілій стороні. Але, на жаль, відеоспостереження в рухомому складі метро Києва поки обладнано тільки в нових вагонах, оскільки даний проект вимагає чималих фінансових інвестицій і

був виключений рішенням комісії Київської міської державної адміністрації через реалізацію проекту побудови мережі Wi-Fi.

Система моніторингу ситуації за допомогою відеокамер дозволяє забезпечувати безпеку людей в разі загроз терористичних акцій, вчинення злочинів, хуліганства і актів вандалізму. Крім цього, слід також додати, що камери відеоспостереження допомагають поліпшити рівень і культуру обслуговування пасажирів співробітниками метрополітену, а можливість архівації даних дозволяє об'єктивно оцінювати і аналізувати спірні ситуації, що виникають при проході пасажирів і в випадках аварій на станціях.

Виникнення так званих позаштатних ситуацій дана система відеоконтролю зможе фіксувати навіть без участі людини, тобто в автоматичному режимі.

Слід визначити недоліки існуючої практики використання відеоспострігаючих пристроїв:

1) величезна кількість відеоматеріалу залишається непереглянутою через банальний людський фактор: ніхто з нас не може одночасно стежити за декількома екранами, та ще й кілька годин поспіль;

2) система подає помилковий сигнал про проникнення в тунель чи іншу недостовірну інформацію;

3) не дають можливість розрахувати пасажиропотік для того, щоб оперативно прийняти рішення з точки зору безпеки пасажирів;

4) не здійснюється облік кількісних характеристик пасажиропотоків для того щоб оптимізувати / раціоналізувати поїзної процес;

5) має малу розподільчу здатність;

6) немає можливості централізованого управління даними питанням, оскільки на кожній станції можуть сприймати ситуації тільки ті працівники, які працюють на даній станції.

4.2 Структура і функції ІСВК, що розроблюється

Почати, мабуть, варто з того, що в Україні забезпечення безпеки в метро, як і в багатьох інших країнах, знаходиться в юрисдикції поліції. На плечах звичайних співробітників - виключно експлуатаційні питання. Тим не менш, ми знаємо, що поліція сьогодні проходить через реформування, а кількість пасажирів в метро столиці навряд чи буде зменшуватися.

Тому і з'явилася ідея реалізації амбітного проекту з відеоаналітики в Україні, який вже є Росії і СНД, і з точки зору бюджету, і з точки зору технологій – впровадження інтелектуальної відеоаналітики в сфері транспорту.

ІСВК повинна була вирішити два основні завдання:

1) Забезпечення безпеки пасажирів, а саме контроль скупчення людей, виявлення залишених предметів, виявлення бійок, руху пасажирів проти основного потоку руху, падіння на рейки і оперативне повідомлення про дані події співробітників служби безпеки метрополітену.

2) Збір статистичних даних про пасажиропотік, тобто підрахунок кількості людей. Метрополітен, таким чином, отримає більш точну статистичну інформацію, за допомогою якої скоректує розклад, щільність руху поїздів, час включення-виключення додаткових ескалаторів, час роботи додаткових квиткових кас.

Сьогодні жодна компанія в світі не здатна самостійно вирішити такий величезний перелік завдань. Ось чому система відеоспостереження метрополітену буде складатися з рішень різних постачальників, але все ж являти собою єдине ціле, в якому всі підсистеми взаємодіють один з одним.

Питання з інтеграцією обладнання і ПЗ вирішується досить просто: вперше в історії державних проектів такого масштабу, ONVIF прописаний в технічному завданні як обов'язкова вимога, що відповідає закону про перехід державних

установ на використання вільного програмного забезпечення. Передбачається використовувати ONVIF для трансляції живого і архівного відео, метаданих і подій відеоаналітики, а також для централізованого управління всіма компонентами.

Зіставлення інформації, отриманої від оглядового відеоспостереження, біометричної та ситуаційної відеоаналітики, дозволить в автоматичному режимі виявляти протиправні дії, фіксувати порушників і перевіряти їх по базах розшуку. А також прогнозувати маршрут їх переміщення для здійснення затримання службою охорони.

Для виконання цих завдань будуть використовуватися камери двох типів: а) ІР-камери – для оглядового і ситуаційного відеоспостереження, б) камери машинного зору – для біометричного відеоспостереження.

ІР-камери відеоспостереження являють собою не просто записуючий пристрій охоронних систем відеоспостереження, а й сучасний передавач відеоданих в будь-яку точку світу за допомогою інтернет протоколу.

До того ж більшість сучасних ІР-камер мають такий додатковий функціонал як:

- 1) динамік для прослуховування відео зі звуком,
- 2) мікрофон для можливості гучного зв'язку
- 3) датчики руху,
- 4) підключення будь-яких спеціальних датчиків,
- 5) відправка повідомлень електронною поштою,
- 6) робота з модемом.

Системи машинного зору запрограмовані на виконання вузькоспеціалізованих задач, таких як підрахунок об'єктів на конвеєрі, зчитування серійних номерів або пошук поверхневих дефектів. Користь системи візуального дослідження на основі машинного зору полягає у високій швидкості роботи зі збільшенням обігу, можливості 24-годинної роботи та точності вимірювань, що

повторюються. Оскільки перевага машин над людиною полягає у відсутності втомлюваності, хвороб або неувважності. Але поруч з тим люди володіють тонким сприйняттям протягом короткого періоду та більшою гнучкістю в класифікації і адаптації до пошуку нових дефектів.

Комп'ютери не можуть «бачити» таким же чином, як це робить людина. Фотокамери не еквівалентні системі зору людини, і в той час як люди можуть спиратись на здогадки і припущення, системи штучного зору повинні «бачити» шляхом вивчення окремих пікселів зображення, обробляючи їх і намагаючись зробити висновки за допомогою бази знань і набору функцій таких, як пристрій розпізнавання образів. Хоча деякі алгоритми машинного зору були розроблені, щоб імітувати зорове сприйняття людини, більша кількість унікальних методів були розроблені для обробки зображень і визначення відповідних властивостей зображення.

Інформаційно-аналітична підсистема також грає важливу роль, адже щодня столичне метро пропускає більше 1,5 млн. пасажирів. Отримання статистичних даних про розподіл пасажиропотоків дозволить скорегувати роботу ескалаторів, інтервали між поїздами, роботу кас і обслуговуючого персоналу.

Для обґрунтування розміщення камер ІСВН, оцінки показників точності відеоаналітики і виключення мертвих зон передбачається провести тривимірне моделювання об'єктів метрополітену і зон дії камер. Приклад зображений на рисунку 4.1.

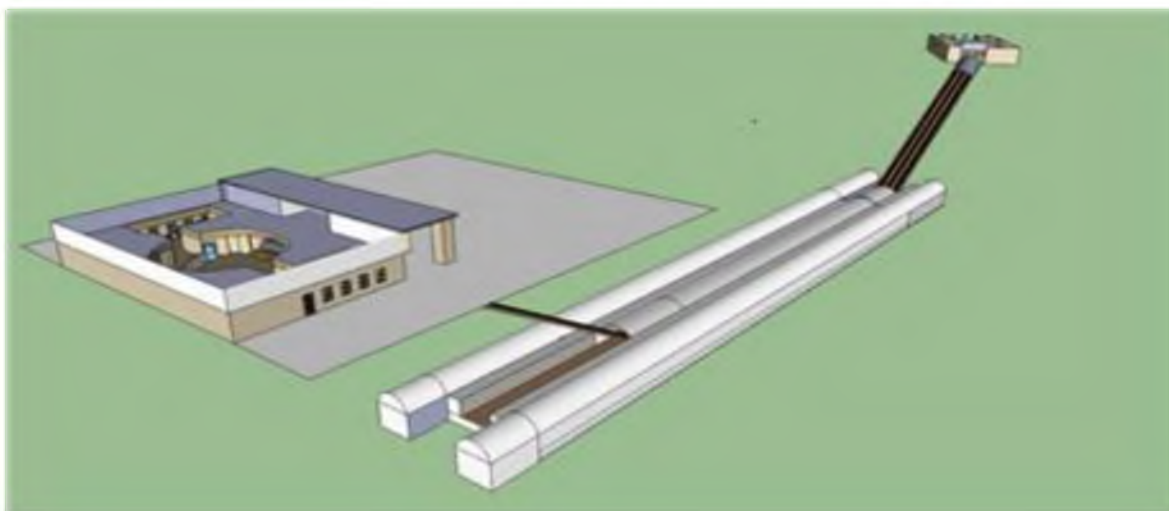


Рисунок 4.1 – Тривимірне моделювання об'єктів метрополітену

Для оперативного отримання інформації про тривожні події, патрульні служби, які здійснюють контроль за порядком на території метрополітену, а також інші співробітники метрополітену будуть оснащені мобільними терміналами. На них будуть надходити оперативні повідомлення про тривожні події, що вимагають швидкого реагування, в тому числі про появу осіб, що представляють інтерес для патруля. При виявленні такої особи система інтелектуального відеоспостереження буде визначати можливу траєкторію його проходження і відправляти повідомлення на мобільні термінали нарядів, що знаходяться в безпосередній близькості від цієї траєкторії. У повідомленні буде відображатися фотографія зафіксованої особи, час і місце його виявлення, а також причина залучення уваги патруля і інструкція по діям. Час доставки тривожного події на мобільний пристрій складе не більше 10 секунд, а передача інформації буде здійснюється за допомогою бездротових Wi-Fi точок доступу і з використанням мереж GSM 2G \ 3G.



Рисунок 4.2 – Мобільні термінали

Звичайно, Київському метрополітену ще належить провести велику роботу з підготовки регламентів і навчання персоналу, і поки не ясно, як створеною інфраструктурою буде користуватися метрополітен, адже вся документація по системі інтелектуального відеоспостереження сфокусована на технології. Але в тому, що ІСВН на порядок підвищить безпеку і якість роботи метрополітену, сумнівів немає.

4.3 Пілотний проект реалізації ІСВК на станції «Глибочицька»

Київський метрополітен багатолюдний, тому неминуче щоденне виявлення відеоаналітикою величезної кількості подій. Деякі з них не вимагають блискавичної реакції персоналу метрополітену і зовнішніх служб, але є й інша

категорія подій, наприклад, падіння людини на рейки або виявлення небезпечного злочинця. Для того щоб реагувати на найбільш важливі, у часових рамках, події в першу чергу, в системі інтелектуального відеоспостереження буде передбачена система пріоритетів (ранжування подій). Пріоритет події може залежати від різних ознак: типу події, зони спостереження, точності розпізнавання, дальності об'єкта та інших, а також від комбінації цих факторів. Причому для різних категорій користувачів пріоритети будуть різними, так як у кожній служби своя зона відповідальності. Принцип роботи системи відеоконтролю зображений на рисунку 4.3.



Рисунок 4.3 – Принцип роботи системи відеоконтролю

Ми розглядаємо систему ІСВК на основі проекту створення безпечних міст, який розвивається в Ізраїлі. Вона збудована на основі автоматизованої системи відеонагляду у склад якої входить комп'ютерний (програмно-апаратний) комплекс. Данна методика відпрацьована як на рівні невеликих міст, де основною проблемою завжди залишається місцева злочинність, правопорушення серед підлітків, різного роду конфлікти, так і в великих – з серйозним криміналітетом і терористичною загрозою.

Дана інтелектуальна система відеоконтролю являє собою багатомодульну систему (рисунок 4.4), де на нижньому рівні розміщені відеокамери та різні фіксуючі пристрої. На верхньому рівні (рівень 1) – програмно-аналітичні комплекси, які дозволяють визначити скупчення людей, їх кількість. Також система здатна сигналізувати про людину, яка біжить та повідомляти про забуті речі, які знаходяться в зоні видимості камер та ін. Комплекс надає поліції значну допомогу в виявленні, переміщенню злочинців та розкриттю злочинів.

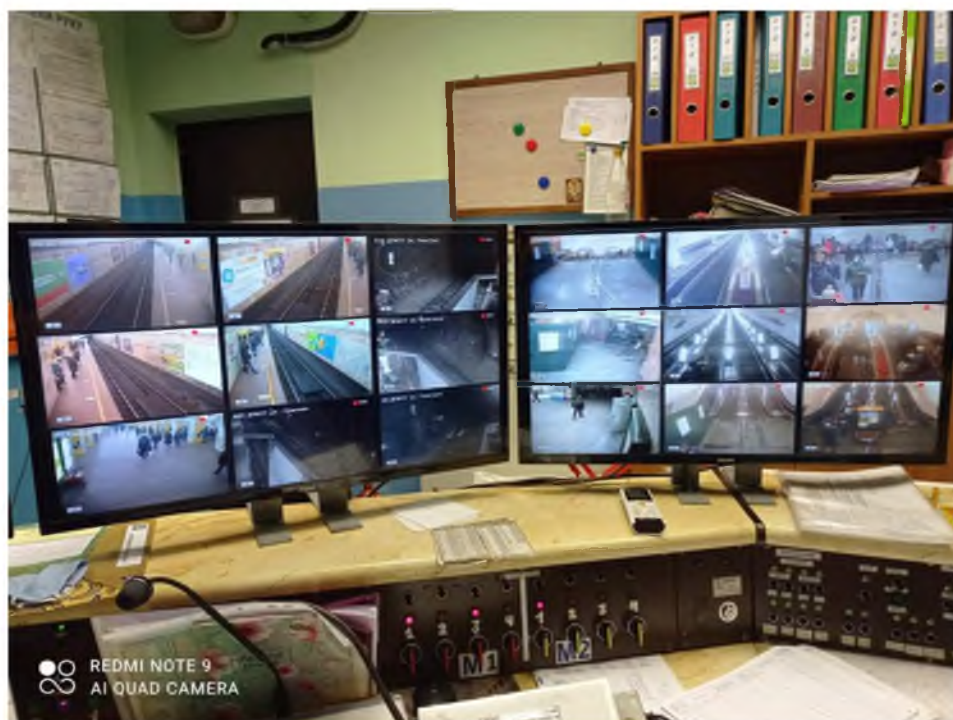


Рисунок 4.4 – Вигляд і розміщення камер на станції

Існує спрощене уявлення, що досить встановити камери відеоспостереження, і це само по собі знизить кримінальне напруження. Однак це не зовсім так. У профілактичних цілях, безсумнівно, такий ефект буде досягнутий. Це може спрацювати, як зупиняє фактор, але лише на першому етапі. Досить швидко злочинці починають розуміти, що дані з камер толком не аналізуються, а іноді замість них просто ставляться муляжі. Тоді камери

починають просто ігнорувати. Крім того, дуже важливо, щоб техніка була оснащена «антивандальними» властивостями. Інакше її можна просто знищити. Зараз вже існують різні способи знищення камер і їх локальних мереж – це, на жаль, особливість нашого часу – кіберзлочинність.

І тим не менше автоматизовані системи відеоспостереження стали ефективним засобом контролю криміногенної обстановки в місті. Їх використання пов'язане і з техногенними катастрофами, пожежами, задимлення, повеннями і стихійними лихами. Відеоспостереження дозволяє місту чітко моніторити те, що відбувається на його вулицях.

На рисунку Д до Додатку Д схематично представлена автоматизована система відеонагляду. Червоними та чорними штрих-пунктирними лініями позначені відеокамери і різні фіксатори інформації.

Сама по собі камера є всього лише периферійним пристроєм, що дозволяє отримати вихідну відеоінформацію.

Першою станцією для впровадження системи ІСВК була обрана станція метро «Глибочицька», яка проектується. Вона розташована на ділянці Подільсько-Вигурівської лінії.

Заплановано, що станція буде глибокого закладення, пілонного типу. За конструкцією станція буде трьохсклепінною, бокові тунелі діаметром 8,5 м, середній станційний тунель діаметром 9,8 м. Ширина пілона становитиме 3 м, ширина проходу між пілонами – також 3 м.

Зі східного торця платформи буде влаштовано вихід зі станції на поверхню. Похилий нахил з трьома стрічками ескалатора висотою підйому 56 м сполучатиметься з підземним вестибюлем на перетині вулиць Татарської та Підгірної на Татарці.

З західного торця платформи запланований перехід на станцію «Лук'янівська» Сирецько-Печерської лінії. У похилому ході буде розташовано п'ять стрічок ескалаторів висотою підйому 11,2 м, що буде сполучатися з

проміжнім вестибюлем, з якого пасажирів попадатимуть у середину платформи станції «Лук'янівська».

Станція «Глибочицька» планується з колійним розвитком (трюхстрілочний з'їзд) для підключення службово-з'єднувальної гілки до станції «Лук'янівська» Сирецько-Печерської лінії, а також обороту поїздів при експлуатації станції, як тимчасово кінцевої. Довжина тупиків також дозволить встановлення чотирьох поїздів на нічний відстій.

Неподалік станції знаходиться Посольство Республіки Азербайджан (буд. № 24), завод «Електроприлад» та значна кількість житлових комплексів. У робочі дні під час пікових годин можливі стовпотворіння, падіння на ескалаторах та інші нештатні ситуації (наприклад, діти без нагляду дорослих бігають по краю платформи). Всі ці події вимагають оперативного реагування служби безпеки і оптимізації роботи всіх служб метрополітену.

Для вирішення завдання забезпечення безпеки пасажирів, в існуючу систему відеоспостереження є можливість інтегрувати мережеві відеосервери MB2. Подібне рішення вже використовується в Петербурзькому метрополітені. Відеосервери призначені для суворих умов експлуатації і побудовані на індустріальних компонентах, що забезпечує їх стабільну роботу в температурному діапазоні від -40°C до 50°C без підігріву. Входи і виходи пристрою мають захист від електростатичного розряду (ESD). Високий ступінь пиловологозахищеності (IP54). Пристрої дозволяють підключати акумуляторну батарею для гарантованого живлення й підтримки постійної (автономної) працездатності системи при перебоях з електроживленням. При зниженні (відключенні) основного живлення, відбувається автоматичне перемикання на режим живлення від акумуляторної батареї, при відновлення основного живлення відбувається автоматична зарядка акумуляторної батареї.

Для виявлення скупчення людей, залишених предметів, бійок, руху пасажирів проти потоку пропонується встановити IP-камери в при ескалаторних і

касових зонах, необхідна кількість відеокамер занесена до таблиці 3. Відеопотоки з цих камер зводяться на відеосервер з програмним комплексом KiproD. В даному проекті для відображення відео з усіх камер на моніторі чергового по станції, які зображені на рисунку 3.4 IP-відеосервери «MB2» і комплекс KiproD інтегровані з системою відеоспостереження «Купра» компанії Интелком Лайн через інтерфейс ONVIF 2.2, доповнюючи його функціонал можливостями професійної відеоаналітики. Для відображення відео в ситуаційному центрі на відео стіни використовується також система відеоспостереження «Купра». KiproD веде постійну відеозапис подій на жорсткі диски сервера і відправляє оперативні повідомлення на мобільні телефони служби безпеки метрополітену.

Таблиця 4.1

Кількість та розміщення відеокамер на станції «Глибочицька»

Місце розміщення відеокамер	Необхідна кількість, шт
Вхід до станції	6
Вихід зі станції	6
Касовий зал	4
Верхня гребінка ескалаторів	6
Нахили на ескалаторах	6
Нижня гребінка ескалаторів	6
Платформа	6
Пересадочний вузол	6
Тунель	4
Стрілки	6
Разом	56

Для вирішення завдання збору статистики та аналізу даних, використовується програмний комплекс CasRetail. Комплекс автоматично обробляє відеопотік з камер, аналізує відео за заданими правилами, збирає статистику і передає на центральний сервер. Використання комплексу CasRetail в Київському метрополітені надає можливість не тільки вести підрахунок пасажирів, а також аналізувати виникнення черг, будувати теплові карти і карти траєкторій пасажирів. Через веб-браузер користувач має доступ на центральний сервер, де відображаються результати роботи комплексу (графіки, теплові карти, траєкторії руху пасажирів). Інтерфейс програмного комплексу зображено на рисунках 4.6 і 4.7.

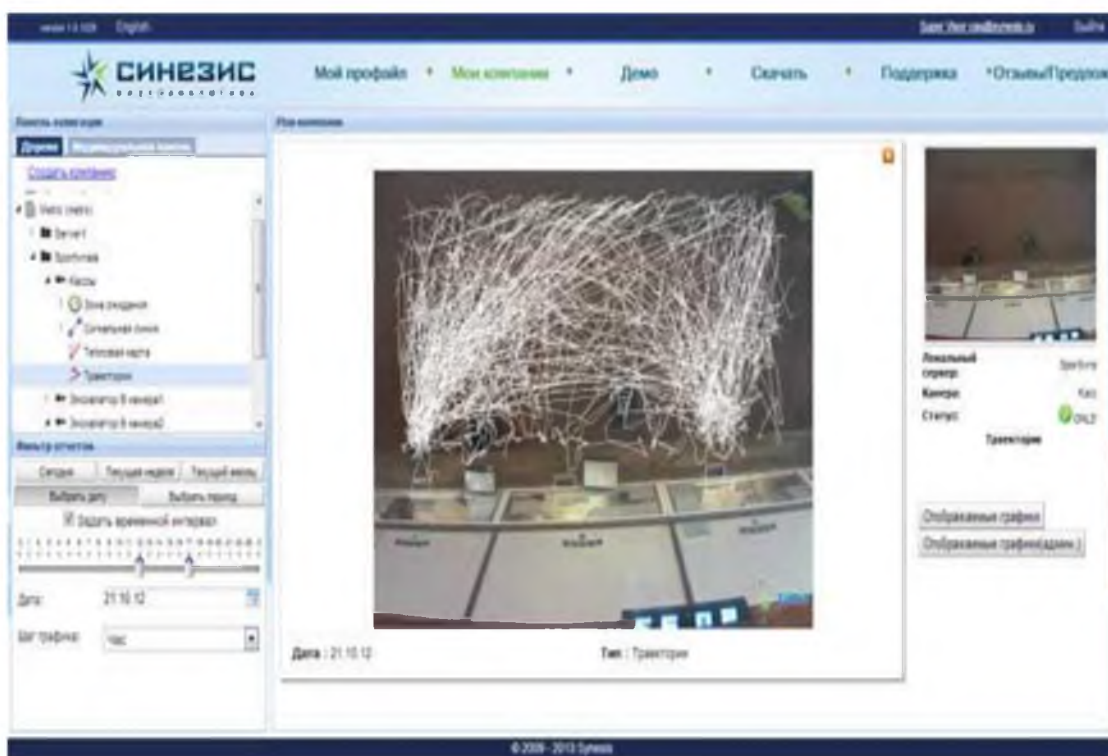


Рисунок 4.6 – Видяд карти траєкторій пасажирів

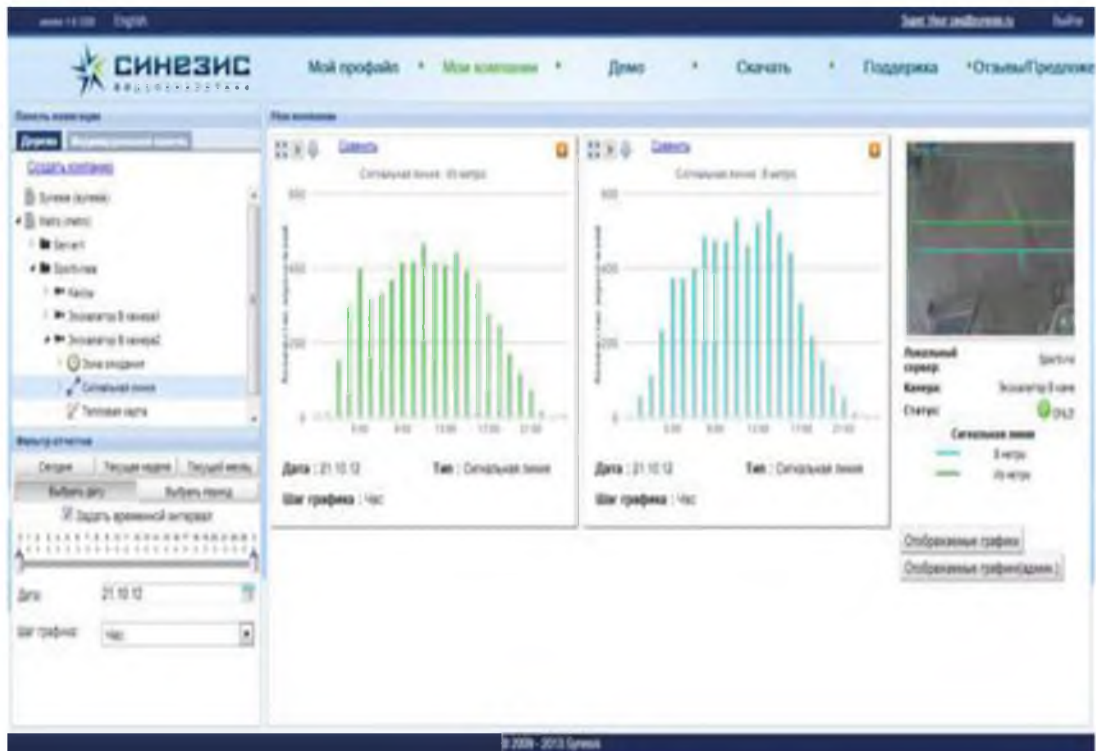


Рисунок 4.7 – Збір статистики комплексом CasRetail

Отже, впровадження комплексу Kipod і програмно-апаратного комплексу автоматичної системи контролю падіння пасажирів на рейки дозволить вирішити такі завдання:

- 1) створити розподілену систему контролю безпеки метрополітену;
- 2) значно підвищити оперативність виявлення та своєчасне реагування чергових по станції і служби безпеки на нештатні ситуації (потрапляння людей або предметів на залізничні колії зі станційної платформи, скупчення людей, бійки на платформі, рух проти пасажиропотоку, біг по платформі, залишені предмети), завдяки здатності відеоаналітики самостійно фіксувати, відстежувати і сигналізувати оператору про тривожні і нестандартних ситуаціях;
- 3) передавати тривожні повідомлення, зображення та відео на мобільні пристрої і в ситуаційні центри з мінімальним навантаженням на канали зв'язку і операторів;

- 4) формувати відеоархів з можливістю миттєвого пошуку подій і експорту документального матеріалу;
- 5) вести безперервний моніторинг працездатності камер і якості відеосигналу.

Встановлений комплекс CasRetail дозволить вирішити наступні завдання:

- 1) з'ясувати, як розподіляється потік людей після входу в метрополітен;
- 2) розподілити роботу касирів для зменшення черг;
- 3) скоригувати графік роботи ескалатора на реверс;
- 4) оптимізувати щільність руху поїздів;
- 5) оцінювати пасажиропотік;
- 6) визначити місця політональні заторів і скупчень пасажирів.

Висновки до розділу 4

Отже, ми можемо зробити такі висновки до даного розділу:

- 1) Впровадження системи відеонагляду допоможе реалізувати як технологічні задачі так і забезпечення експлуатаційної роботи.
- 2) Пілотний проект впровадження інтелектуальна система відеоконтролю на станції «Глибочицька» має трьох-рівневу структуру.
- 3) Шляхом розрахунків визначено, що для функціонування системи потрібно 56 відеокамер.

5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ ЩОДО ВПРОВАДЖЕННЯ НОВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ЛІНІЇ «П – В»

Призначення метрополітену – задовольняти потреби населення міста в переміщеннях. При цьому послуги, які надаються повинні бути високої якості, що, поряд з іншим, означає економію часу на переміщення у порівнянні з іншими видами транспорту, комфорт і безпеку.

Аналізуючи показники роботи метрополітену ми можемо робити висновки про перевезення в цілому та про якість його надання.

Показники роботи метрополітену можна умовно розділити на дві основні групи:

- 1) кількісні, що дозволяють визначити об'єм планової або виконаної роботи;
- 2) якісні, що оцінюють якість виконаної роботи і зручності пасажирів.

Техніко-економічне обґрунтування (ТЕО) та техніко-економічний розрахунок (ТЕР) може виконуватись:

- 1) для нового будівництва;
- 2) для реконструкції;
- 3) для капітального ремонту;

ТЕО розробляється для об'єктів виробничого призначення, які потребують детального обґрунтування відповідних рішень та визначення варіантів і доцільності будівництва чи модернізації об'єкта. ТЕР застосовується для технічно нескладних об'єктів виробничого призначення. ТЕО (ТЕР) узагальнює потужність виробництва, номенклатуру та якість продукції, кооперацію виробництва, забезпеченням сировиною, електро- та теплоенергією, водою і трудовими ресурсами, включаючи вибір конкретної ділянки для будівництва, кошторисну вартість будівництва і головні техніко-економічні показники.

При підготовці ТЕО (ТЕР) повинна проводитись усестороння оцінка впливу запланованої діяльності на стан навколишнього середовища (ОВНС); рекомендовані рішення ТЕО (ТЕР) повинні ґрунтуватися на основі результатів ОВНС; матеріали ОВНС, оформленні у вигляді спеціального розділу документації, є обов'язковою частиною ТЕО (ТЕР). ТЕО після погодження, схвалення при традиційному проектуванні або затвердження ТЕР при двостадійному проектуванні за встановленим порядком є підставою для розробки наступної стадії проектування.

Отже, техніко-економічні розрахунки полягають в розрахунку капітальних витрат на впровадження нової інтелектуальної системи відеоконтролю (ІСВК) і експлуатаційних витрат на поточний утримання цих пристроїв.

5.1 Загальні підходи до визначення економічної ефективності

Розрахунки економічної ефективності будь-якого заходу полягають у порівнянні витрат з результатами від їх впровадження. При цьому не слід змішувати поняття ефекту й ефективності. Ефектом називають виробничий результат – підвищення продуктивності праці, економія капітальних вкладень, експлуатаційних витрат і приведених витрат. Досягнення ефекту вимагає визначених витрат праці і засобів на посилення потужності, приріст виробничих основних і оборотних фондів. Витратами можуть бути: річні експлуатаційні витрати, капітальні вкладення на створення або збільшення основних фондів і оборотних коштів на додаткові матеріали.

Ефективність завжди виражає відношення ефекту до витрат на його здійснення. Тому економічною ефективністю називається відношення ефекту –

технічного, експлуатаційного, економічного чи соціального – до витрат, що зумовили одержання цього ефекту.

Економічна ефективність базується на параметрах техніки і технології, техніко-економічних показниках і є узагальненою. Тому часто обґрунтування варіантів техніки називають техніко-економічними, визначають техніко-економічну ефективність.

Техніко-економічна ефективність характеризується відношенням технічного ефекту у виді поліпшення технічного параметра або якісних показників до трудових чи вартісних витрат. Вона звичайно визначається в грошовому вираженні, тобто в кінцевому рахунку приводиться до економічної ефективності, тому що будь-який технічний експлуатаційний або корисний ефект (результат) впливає на економічну ефективність через прибуток, економію в витратах або у трудових витратах, тобто через економічний ефект. Прибуток, віднесений до загальної вартості виробничих фондів, являє собою рентабельність, що у межах підприємства характеризує економічну ефективність виробництва.

Доцільність створення і використання нової техніки зважується на основі розрахунку економічного ефекту, зумовленого на річний обсяг виробництва або річний обсяг роботи, що виконується за допомогою нової техніки в розрахунковому році. За розрахунковий рік приймають, як правило, третій календарний рік серійного випуску або впровадження нової техніки.

Річний економічний ефект являє собою сумарну економію усіх видів виробничих ресурсів (живої праці, матеріалів, капітальних вкладень).

5.2 Розрахунок капітальних вкладень

Найпоширенішою формою реальних інвестицій є капітальні інвестиції або капітальні вкладення, які забезпечують просте та розширене відтворення національної економіки.

Капітальні вкладення на метрополітені означають сукупність усіх витрат, спрямованих на створення нових, розширення, технічне переозброєння діючих об'єктів і створення або придбання нових технічних засобів. У складі капітальних вкладень враховуються вартість устаткування, будівельно - монтажних робіт, інструменту, та інвентаря, інші витрати, постачальницько – збутові витрати.

Головна функція капітальних вкладень - відтворення основних виробничих фондів і фондів соціальної інфраструктури та всієї сукупності соціально-економічних умов життя й праці людини.

Джерелами фінансування капітальних вкладень можуть бути:

1) *бюджетні асигнування* (на основі неповернення) – виділяються для проектів національного масштабу, міжгалузевого і галузевого рівнів, а також соціальної сфери;

2) *державні кредити* (бюджетна позика і т. ін.) – надаються на будівництво об'єктів виробничого призначення, які споруджуються згідно із переліком, складеним і затвердженим Міністерством економіки на основі пропозицій міністерств і відомств, які і є замовниками кредиту. НБУ і Міністерство фінансів визначають банки, уповноважені здійснювати подібні кредити, й укладають з ними угоди. Банки, у свою чергу, укладають з Інвесторами кредитні угоди на строк не менше 7 років. Погашення позики здійснюється за рахунок власних коштів інвестора або позикових коштів гарантів, якими виступають міністерства або відомства. Кошти, що надходять як погашення кредиту, перераховуються банком у дохід держбюджету. У свою чергу, контроль за цільовим використанням

і своєчасним поверненням позики здійснюється підрозділами банку і Мінфіну, які відповідають за питання фінансування;

3) довгострокові кредити за рахунок централізованих кредитних ресурсів Національного банку України – спрямовуються на витрати, пов'язані з реалізацією цільових програм, зокрема на впровадження нових технологій, конверсію і модернізацію виробництва, збільшення частки виробництва товарів народного споживання. Кожне підприємство складає програму і кошторис витрат, які надаються разом із заявкою в комерційні банки. Банки розглядають заявки підприємств і після попереднього аналізу подають їх до НБУ. А НБУ, у свою чергу, укладає з комерційним банком договір і відкриває йому кредитну лінію;

4) державно-комерційне фінансування – здійснюється за рахунок коштів бюджету і залучених вільних кредитних ресурсів комерційних банків. Невід'ємною частиною цього виду фінансування є наявність банку-менеджера;

5) змішане фінансування – це бюджетні кошти, довгострокові банківські кредити, власні кошти підприємств (прибуток, амортизаційні відрахування, мобілізація внутрішніх ресурсів тощо);

6) нетрадиційні джерела фінансування – це випуск і реалізація державних цінних паперів;

7) іноземні інвестиції – формуються за рахунок кредитів міжнародних фінансових організацій, приватних інвестицій іноземних інвесторів і в результаті надання технічної допомоги.

Капітальні вкладення, врешті-решт, матеріалізуються в основні фонди і є капітальними вкладеннями як такими до часу здання об'єкта в експлуатацію, тому для обчислення даного параметру вихідні данні занесені до таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

Витрати на придбання нового обладнання для впровадження ІСВК

Нове устаткування	Кількість, шт	Вартість, грн
1	2	3
Відеокамери	56	336 000
Комп'ютер	2	240 000
Сервер	2	480 000
Програмне забезпечення сервера 1-го рівня	1	3 600 000
Програмне забезпечення сервера 2-го рівня	1	3 600 000
Комунікації	5 км	600 000
Модернізація та монтаж кабелів	1	70 300
Спеціальні табло для спостереження	8	600 000
Офісні меблі	1	251 500
Ремонт приміщень	1	251 500
Разом:	-	10 029 300
Техніко-економічне обґрунтування	1	1 002 930
Розробка проектування	1	2 005 860
ВСЬОГО:	-	13 038 090

Капітальні вкладення, необхідні для впровадження та організації інтелектуальної відеоаналітики в сфері транспорту, а саме в метрополітені визначаються за формулою

$$K = C_m + C_{об}, \quad (5.1)$$

де C_m – вартість робіт по монтажу нового устаткування, грн;

$C_{об}$ – вартість нового устаткування, грн.

Вартість робіт по монтажу нового устаткування розраховується за формулою

$$C_m = \Phi ОП_m + C_c + C_{ел} + C_{пр}, \quad (5.2)$$

де $\Phi ОП_m$ – фонд оплати праці робітників, зайнятих на монтажі, грн;

C_c – відрахування на соціальне страхування, грн;

$C_{ел}$ – вартість електроенергії (можна нехтувати), грн;

$C_{пр}$ – інші витрати 5 % від $\Phi ОП_m$, грн.

Єдиний внесок на загальнообов'язкове державне соціальне страхування - обов'язковий платіж до системи загальнообов'язкового державного соціального страхування, що справляється в Україні з метою забезпечення страхових виплат за поточними видами загальнообов'язкового державного соціального страхування. Суму відрахувань на соціальне страхування розрахуємо за формулою

$$C_c = 0,22 \cdot \Phi ОП, \quad (5.3)$$

де C_c – відрахування на соціальне страхування у розмірі 22,00 %;

$\Phi ОП$ – фонд оплати праці, грн.

Фонд оплати праці (ФОП) – основний економічний показник з оплати праці, що широко використовується у господарській практиці, статистичній звітності, економічному аналізі. Розрахунок ФОП здійснюється за формулою

$$\Phi ОП = Ч_{яв} \cdot (МТС + C_{зал} + C_{прем}), \quad (5.4)$$

де $Ч_{яв}$ – явочна чисельність, осіб;

MTC – місячна тарифна ставка, грн;

$C_{зал}$ – надбавка працівникам метрополітену за вислугу років, почесні звання, грн;

$C_{прем}$ – премія на одного працівника виплачується у розмірі 10 % від місячної тарифної ставки, грн.

Для розрахунку даних показників візьмемо станцію метро «Глибочицька», яка розташована на ділянці Подільсько-Вигурівської лінії.

Розрахунки

$\Phi ОП_1 = 2 \cdot (12000 + 2400 + 1200) = 31200$ грн – фонд оплати праці за роботу двох старших електромеханіків;

$\Phi ОП_2 = 6 \cdot (10500 + 2100 + 1500) = 81900$ грн – фонд оплати праці за роботу шести електромеханіків;

$\Phi ОП = \Phi ОП_1 + \Phi ОП_2 = 31200 + 81900 = 113100$ грн – разом;

$C_c = 0,22 \cdot 113100 = 24882$ грн;

$C_m = 113100 + 24882 + 5655 + 192000 = 335637$ грн;

$C_{об} = 13038090$ грн;

$K = 13038090 + 1006911 = 14045001$ грн.

Можна зробити висновки, що загальна сума на монтажні-пускові роботи за результатами таблиці 5.1 та формули (5.4) для восьми робітників складає 113100 грн.

Сума відрахувань на єдиний соціальний податок по формулі (5.3) становить 24882 грн.

Інші витрати складають 192000 грн.

Згідно з формулою (5.2) вартість робіт по монтажу устаткування дорівнює 335637 грн.

Реальний термін робіт на станції – 3 місяці. Тому затрати на монтаж системи складе $35637 \cdot 3 = 1006911$ грн.

Згідно таблиці 5.1 Витрати на придбання нового обладнання для впровадження ІСВК становлять 13038090 грн.

Таблиця 5.2

Приведений фонд оплати праці

Параметри	Старший ел.механік	Електро механік
Явочна чисельність	2	6
МТС на одного працівника, грн	12000	10500
Премія на одного працівника, грн.	2400	2100
Надбавка на одного працівника, грн	1200	1050
Місячний фонд на одного працівника , грн.	15600	13650
ФОП на монтаж, грн.	31200	81900

В результаті розрахунку отримаємо загальну вартість нового устаткування. Капітальні вкладення системи ІСВК (за формулою 4.1) по станції метро «Глибочицька» Подільсько-Вигурівської лінії становлять близько 14,05 млн. гривень.

5.3 Розрахунок економії експлуатаційних витрат

Експлуатаційні витрати – це вираження в грошовій формі поточні витрати підприємства на здійснення виробничого процесу і один з найважливіших економічних показників роботи підприємства, характеризуючи рівень використання усіх ресурсів, що перебувають у його розпорядженні.

Всі витрати групуються по групах:

- 1) витрати на оплату праці;
- 2) відрахування на соціальні потреби;
- 3) матеріальні витрати;
- 4) амортизація основних фондів;
- 5) накладні витрати;
- 6) інші витрати.

Оплата праці здійснюється на основі єдиних тарифних ставок і окладів, які визначаються виходячи з мінімальної заробітної плати. Вони встановлюються в галузі відповідно до Галузевої тарифної угоди і тарифних коефіцієнтів, з урахуванням доплат, надбавок і інших виплат стимулюючого характеру, передбаченим законодавством.

Тарифні коефіцієнти групуються по категоріях працівників і рівні управління і підлягають підвищенню з кожним подальшим високим розрядом кваліфікації. У тарифних ставках та окладах враховується кваліфікація працівників і складність виконуваних робіт. Вони є мінімально гарантованою платою працівників при дотриманні визначеної законодавством тривалості робочого часу і об'єму робіт, обумовлених трудовим договором.

Розряди по оплаті праці працівників встановлюються керівником підприємства за результатами тарифікації робочих місць і на основі атестації керівників, фахівців і службовців.

Заробітна плата працівників по обслуговуванню експлуатації впровадженої системи враховується у складі основних витрат господарства сигналізації і зв'язку розраховується за формулою

$$\Phi ОП = Ч_{яв} \cdot (МТС + C_{н.ч} + C_{пр} + C_{прем} + C_{мтс}), \quad (5.5)$$

де $Ч_{яв}$ – явочна чисельність, осіб;

$МТС$ – місячна тарифна ставка, грн;

$C_{пр}$ – доплата за роботу у святкові дні, грн;

$C_{прем}$ – премія на одного працівника виплачується у розмірі 20% від МТС, грн;

$C_{мтс}$ – надбавка залізничникам, грн.

За роботу вночі доплата розраховується по формулі

$$C_{н.ч} = \frac{МТС \cdot 2}{T_{міс}} \cdot T_{н.ч} \cdot N_{зм}, \quad (5.6)$$

де $МТС$ – місячна тарифна ставка, грн;

$N_{діб}$ – кількість діб в місяці (в середньому за рік 30 діб), діб;

$T_{н.ч}$ – кількість нічних годин протягом доби (8 год), год;

$T_{міс}$ – норма робочого годин в місяць (167 год), год;

$N_{зм}$ – кількість нічних змін.

Отже, доплата за роботу вночі становить

$$C_{н.ч} = \frac{5950 \cdot 2}{167} \cdot 8 \cdot 5 = 2850 \text{ грн.}$$

За роботу у святкові дні враховується доплата працівникам по обслуговуванню експлуатації впровадженої системи.

Амортизаційні відрахування розраховуються виходячи з вартості нового устаткування і норм щодо річних амортизаційних відрахувань, які залежать від терміну служби апаратури. Амортизаційні відрахування по формулі (5.7) складатимуть

$$C_a = \frac{C_{об}}{T_{сл}}, \quad (5.7)$$

де $C_{об}$ – вартість обладнання, грн;

$T_{сл}$ – термін служби апаратури (складає 15 років).

Амортизаційні відрахування становлять

$$C_a = \frac{1833015}{15} = 122201 \text{ грн.}$$

Інші витрати, що включають витрати по відновленню технічної документації, на оплату послуг з поточного змісту і інші витрати, приймаємо у розмірі 6 % фонду заробітної плати виробничого штату. Інші витрати розраховуються по формулі

$$C_n = 0,06 \cdot C_{осн}, \quad (5.8)$$

де $C_{осн}$ – фонд заробітної плати, грн.

Звідси отримуємо

$$C_n = 0,06 \cdot 1833015 = 109981 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата робітників визначається у відсотках від основної і складає 6% від основної плати чергових електромеханіків. Обчислюється за формулою

$$C_{\text{дод}} = 0,06 \cdot C_3, \quad (5.9)$$

де C_3 – заробітна плата змінних чергових, грн.

Звідси отримуємо, що додаткова заробітна плата робітників становить

$$C_{\text{дод}} = 0,06 \cdot 13804 = 828,24 \text{ грн.}$$

Відрахування на єдиний соціальний податок оплачуються у розмірі 22,0% та розраховується за формулою

$$C_n = 0,22 \cdot C_{\text{осн}}, \quad (5.10)$$

Звідси отримуємо

$$C_n = 0,22 \cdot 1833015 = 403263,3 \text{ грн.}$$

Заробітна плата працівників по обслуговуванню експлуатації впровадженої системи враховується у складі основних витрат господарства сигналізації і зв'язку згідно формули 5.5 становить 201 500 грн.

Одним із заходів економії бюджетних коштів є скорочення кількості працівників. Потрібно відмітити, що при введенні нової системи можливе скорочення штату на 50%. Тому для бачення картини подій в цілому є необхідність розрахувати даний параметр. Отже економія заробітної плати визначається за формулою

$$E_{zn} = y \cdot MTC \cdot (1 + K) \cdot 12 \cdot N, \quad (5.11)$$

де E_{zn} – економія заробітної плати, грн;

y – доля скорочення персоналу (50%);

MTC – місячна тарифна ставка, грн;

K – нарахування за заробітну плату, грн;

12 – кількість місяців у році;

N – кількість робітників, чол.

Звідси отримуємо, що економія заробітної плати становить

$$E_{zn} = 0,5 \cdot 12000 \cdot (1 + 0,22) \cdot 12 \cdot 20 = 1756800 \text{ грн/рік.}$$

Отже таким чином економія витрат на заробітну плату складе приблизно 1756800 грн щорічно (за умови скорочення штату на 50%).

За рахунок впровадження нової системи також буде збільшуватись і дохід від пасажирських перевезень.

Кількість років, за які повертаються первинні інвестиції, називається періодом окупності. Прийнято вважати, що метод окупності характеризує ліквідність, а не прибутковість інвестицій. і тому цей метод найбільш популярний у період інфляції. Чим швидше окупаються інвестиції, тим менше впливає на них інфляція.

Визначений період часу порівнюється з тим терміном, який керівництво підприємства вважає економічно виправданим. Якщо обчислений термін окупності інвестиційного проекту виявляється меншим порівняно з економічно виправданим терміном його окупності, то проект доцільно прийняти.

Термін окупності інвестиційного проекту є одним із найпоширеніших і зрозумілих показників оцінки його ефективності, він визначається за формулою

$$T_{ок} = \frac{K}{P_{приб}}, \quad (5.12)$$

де K – капітальні вкладення у проект, млн. грн.;

$P_{приб}$ – очікуваний щорічний прибуток, що планується (сумарний грошовий потік, або чистий грошовий потік), млн. грн.

Прибуток – одне з основних джерел формування фінансових ресурсів підприємства та формування фондів грошових коштів підприємства, який розраховується за формулою

$$P_{приб} = k \cdot x \cdot c, \quad (5.13)$$

де k – кількість перевезених пасажирів метрополітемом за рік по одній станції, млн.пас;

c – вартість проїзду в метрополітені, грн;

x – відсоток платоспроможних пасажирів (50%).

Отже, очікуваний щорічний прибуток від впровадження становить

$$P_{приб} = 4,9 \cdot 0,5 \cdot 5 = 12,25 \text{ млн. грн/рік.}$$

Також ми можемо зробити припущення, що після впровадження ІСВК підвищиться загальний рівень безпеки і зменшиться кількість нештатних ситуацій, в результаті чого, зросте пасажиропотік на 10%. Тоді прибуток становитиме за рік

$$P_{приб} = 12,25 \cdot 1,1 = 13,47 \text{ млн. грн/рік.}$$

Капітальні інвестиції (за формулою 4.1) по станції метро «Глибочицька» Подільсько-Вигурівської лінії становлять 14,05 млн. гривень, звідси можемо порахувати термін окупності для однієї станції

$$T_{ок} = \frac{14,05}{13,47} = 1,05 \text{ року.}$$

Термін окупності, формула якого була розглянута вище, показує за який відрізок часу відбудеться повне повернення вкладень і настане момент, коли проект почне давати прибуток. Вибирається той варіант вкладень, у якого період повернення найменший.

Отже, можемо зробити висновок, що даний проект є економічно вигідним.

Термін окупності інвестиційного проекту для станції «Глибочицька» становить майже 1 рік.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1 Система управління охороною праці на метрополітені

Охорона праці – це система правових, соціально – економічних, організаційно – технічних, санітарно – гігієнічних, лікувально – профілактичних заходів та засобів, направлених на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

Метрополітен обладнаний спеціальним обладнанням, в ньому щодня проходять велика кількість людей, також висока частота руху поїздів, і в решті решт розташування в замкнутому просторі робить його підприємством підвищеної небезпеки.

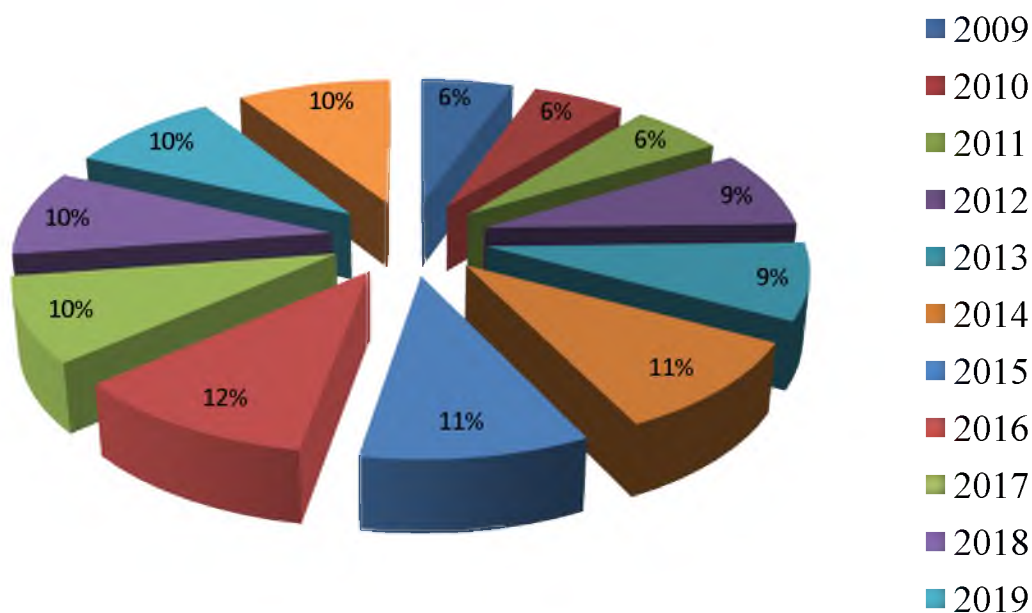


Рисунок 6.1 – Статистика травматичних випадків на 100 млн. перевезених пасажирів

Не виконання пасажирами Правил користування метрополітеном призводить до нещасних випадків.

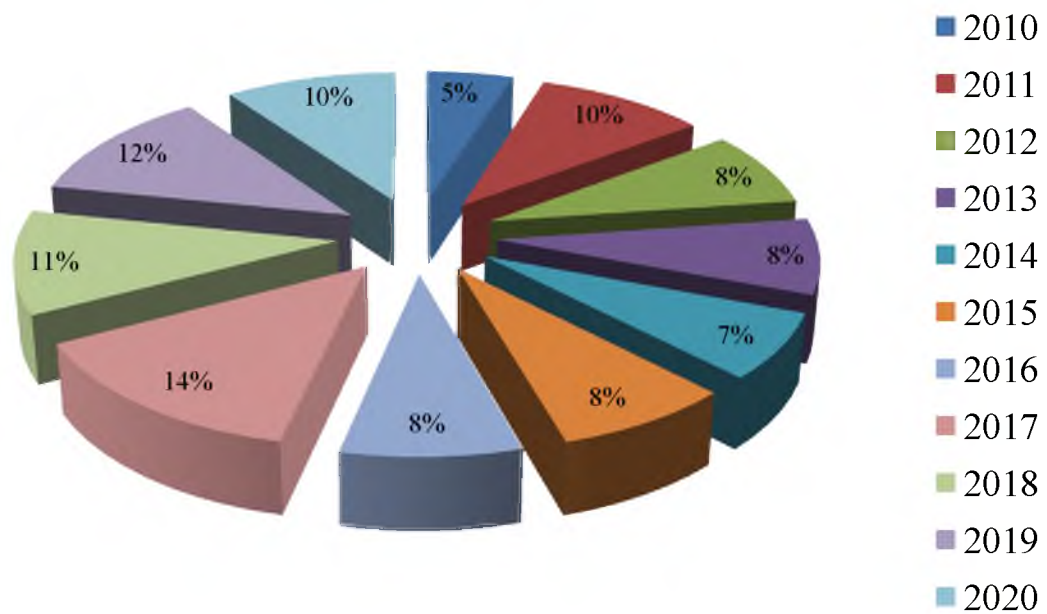


Рисунок 6.2 – Статистика травматичних випадків на ескалаторах

Охорона праці за своєю сутністю є турботою про людину у процесі виконання її праці і розглядається як охорона працездатності людини. З іншого боку, відносини щодо охорони праці – невід’ємна складова процесу праці, що створює умови для стабільної та успішної трудової діяльності громадян.

За порушення законодавчих та інших нормативних актів про охорону праці, створення перешкод для діяльності посадових осіб, органів державного нагляду за охороною праці і представників профспілок винні працівники притягаються до дисциплінарної, адміністративної, матеріальної, кримінальної відповідальності згідно чинного законодавства.

Функціонування системи управління охороною праці (СУОП) забезпечується начальником метрополітену та керівниками структурних підрозділів та реалізується через комплекс організаційних заходів, що передбачають:

- створення відповідних служб та призначення посадових осіб, які забезпечують вирішення конкретних задач та питань охорони праці;

- затвердження посадових інструкцій для кожної посадової особи, інструкцій з охорони праці для робітників та встановлення контролю за їх встановленням;

- розробку та затвердження положень, інструкцій та інших актів з охорони праці, що встановлюють порядок організації та безпечного виконання робіт, правила поведінки працівників на території метрополітену;

- забезпечення належного утримання будівель і споруд, виробничого обладнання та устаткування, моніторингу за їх технічним станом;

- організацію проведення аудиту з охорони праці, лабораторних досліджень умов праці, оцінку технічного стану виробничого обладнання, атестації робочих місць на відповідність нормативно – правовим актом з охорони праці;

- облік, аналіз і оцінку ризику виникнення нещасних випадків та аварій;

- систему контролю за додержанням працівниками технологічних процесів, правил і норм безпеки, виконанням робіт відповідно до вимог з охорони праці;

- організацію розробки комплексних заходів з охорони праці, забезпечення належних обсягів фінансування для їх виконання;

- забезпечення усунення причин, що призводять до нещасних випадків, здійснення профілактичних заходів, визначених комісіями з їх розслідування;

- організацію навчання та пропаганди у галузі охорони праці.

Управління охороною праці здійснюють:

- адміністрації та на підприємстві в цілому – начальник метрополітену;

- у структурному підрозділі (службі) – керівник структурного підрозділу;

- на дистанції, в цеху – начальник дистанцій, керівник цеху;

- на робочому місці – керівник виробничого підрозділу або відповідальний керівник робіт;

На службу охорони праці покладаються такі функції СУОП:

- опрацювання ефективної системи управління охороною праці по підприємству в цілому та сприяння удосконаленню роботи в цілому напрямі кожного структурного підрозділу і кожного працівника метрополітену;
- збір, облік і аналіз необхідної інформації та оцінка стану охорони праці;
- підготовка проектів управлінських рішень щодо функціонування СУОП і внесення їх на розгляд начальнику метрополітену;
- контроль за діяльністю керівників та посадових осіб структурних підрозділів щодо забезпечення ефективності СУОП, а також стосовно своєчасності та повноти реалізації прийнятих управлінських рішень щодо функціонування СУОП.

До нормативної бази СУОП належать:

- нормативно - правові акти з охорони праці, затвердженні наказами або розпорядженнями органів державного нагляду за охороною праці України та нормативно - правові акти з охорони праці колишнього СРСР, які діють на території України відповідно до постанови Верховної ради України від 12.09.1991р. №1545 «Про порядок тимчасової дії на території України окремих актів законодавства СРСР», що увійшли до Державного реєстру нормативно - правових актів з охорони праці України;
- стандарти з охорони праці, що увійшли до Реєстру міждержавних і державних стандартів безпеки праці Держспоживстандарту України;
- санітарні норми, правила та інші нормативні акти Міністерства охорони здоров'я України, що увійшли до збірника важливих офіційних матеріалів із санітарних і протиепідемічних питань;
- нормативні акти з питань пожежної безпеки, включенні до Державного реєстру нормативних актів з питань пожежної безпеки Міністерства з надзвичайних ситуацій України;

Служба охорони праці забезпечує реєстрацію, облік та введення переліку актів з охорони праці метрополітену відповідно до вимог Положення про порядок ведення переліку відомчих актів охорони праці на КП «Київський метрополітен».

Керівник структурного підрозділу забезпечує наявність у підпорядкованих підрозділах інструкцій з охорони праці та своєчасне внесення до них змін.

Переліки нормативних актів з охорони праці складаються окремо для кожного виробничого підрозділу та інженера з охорони праці затверджуються керівником структурного підрозділу.

Основні завдання та права працівників служби охорони праці.

Основними завданнями і функціями Служби є:

- опрацювання ефективної системи СУОП, забезпечення фахової підтримки рішень начальника метрополітену в галузі охорони праці;
- організація проведення роботи зі створення на робочих місцях умов праці відповідно до вимог законодавства та нормативно - правових актів;
- організація проведення профілактичних заходів, спрямованих на усунення небезпечних і шкідливих виробничих факторів, запобігання випадкам травмування на виробництві та іншим випадкам загрози життю або здоров'ю працюючих;
- фахова підтримка та координація діяльності структурних підрозділів та кожної посадової особи метрополітену з питань охорони, умов і безпеки праці;
- контроль за дотриманням вимог законодавства, нормативно – правових актів з охорони праці та актів з охорони праці, що діють у межах метрополітену;
- проведення вступного та повторного інструктажів з охорони праці для керівників, посадових осіб та спеціалістів адміністрації метрополітену;
- організація проведення розслідування нещасних випадків на виробництві;
- складання звітності з охорони праці за встановленими формами.

Комісія з питань охорони праці КП «Київський метрополітен» створена за рішенням загальних зборів трудового колективу відповідно до статті 16 Закону України «Про охорону праці» та вимог Типового положення про комісію з питань охорони праці підприємства (НПАОП 0.00-4.09-07).

Комісія діє на підставі НПАОП 0.00-4.09-07 та Положення про комісію з питань охорони праці КП «Київський метрополітен», затвердженого ухвалою загальних зборів трудового колективу підприємства.

Комісія створюється як по метрополітену в цілому, так і в кожному структурному підрозділі з кількістю працюючих 50 і більше.

Основними завданнями комісії є:

- захист законних прав та інтересів працівників в галузі охорони праці;
- підготовка на основі аналізу стану безпеки та умов праці на виробництві рекомендацій адміністрації та працівникам метрополітену щодо профілактики випадків виробничого травматизму та професійних захворювань;
- погодження через двосторонні консультації позицій сторін у вирішенні питань охорони праці для забезпечення поєднання інтересів адміністрації трудового колективу, запобігання поєднання інтересів адміністрації і трудового колективу, запобігання конфліктним ситуаціям на підприємстві;
- вироблення пропозицій щодо включення до колективного договору найважливіших питань з охорони праці, визначення достатніх асигнувань на заходи щодо досягнення встановлених нормативів і підвищення існуючого рівня охорони праці та ефективний контроль за цільовим витрачанням цих коштів;
- захист прав та інтересів потерпілих працівників під час розгляду питань щодо призначення їм страхових виплат за загальнообов'язковим державним соціальним страхуванням від нещасних випадків на виробництві і профзахворювань, наданням пільг і компенсацій згідно з положеннями колективного договору.

Спеціальне навчання та перевірка знань керівників і посадових осіб, відповідальних за організацією безпечного проведення робіт з підвищеною небезпекою, проводиться до початку роботи та періодично раз на три роки, посадових осіб і спеціалістів, які приймають безпосередню участь у проведенні робіт щорічно.

Структура КП «Київський метрополітен» з охорони праці зображена в Додатку Е.

6.2 Форми контролю за станом охорони праці

Контроль за станом охорони праці та функціонування СУОП забезпечує дійове управління охороною праці на метрополітені.

До основних форм контролю за станом охорони праці в рамках СУОП відносяться: оперативний, відомчий контроль та адміністративно-громадський багатоступеневий контроль.

Оперативний контроль з боку безпосередніх керівників робіт.

Керівники виробничих дільниць:

- перед початком роботи перевіряють стан безпеки всіх робочих місць та вживають заходів щодо усунення виявлених порушень;
- у процесі роботи слідкує за дотриманням вимог охорони праці, застосування засобів захисту;
- після роботи перевіряє загальний стан виробничих приміщень, засобів виробництва, чи вимкнено живлення верстатів, закриває приміщення.

Відомчий контроль проводиться службою охорони праці відповідно до положення про службу охорони праці КП Київський метрополітен, плану роботи служби та графіків обстежень (перевірок) стану охорони праці.

Адміністративно – громадський контроль проводиться відповідно до положення про порядок проведення адміністративно – громадського оперативного контролю за станом охорони праці на КП Київський метрополітен.

Підсумки перевірок за всіма ступенями оперативного контролю за станом охорони праці щоквартально розглядаються керівником підрозділу на нараді за участю представників профспілок.

Оперативний контроль з боку безпосередніх керівників робіт поділяється на IV ступені:

I ступінь – проводиться щоденно (до початку роботи та протягом зміни) черговим по станції, слюсаром-електроком дільниці механізації, змінним поїзним диспетчером. Приймає участь представник профспілкового комітету;

II ступінь – проводиться щомісячно начальником станції, майстром дільниці механізації, старшим поїзним диспетчером. Приймає участь профгруп станції, дільниці механізації, диспетчерської дільниці;

III ступінь – проводиться щоквартально начальником (заступником начальника) дистанції, начальником дільниці механізації, головним диспетчером руху. Приймає участь в перевірці інженер дистанції, старший майстер дільниці механізації, старший поїзний диспетчер, профгруп дистанції, дільниці механізації, диспетчерської дільниці;

IV ступінь – проводиться раз на півроку комісією під головуванням начальника служби або головного інженера служби. До складу комісії входять інженер з охорони праці, голова або представник профспілкового комітету служби.

6.3 Шкідливі та небезпечні фактори в метрополітені

Наука, що вивчає вплив виробничого процесу та навколишнього середовища на організм працюючих з метою розробки санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів, які спрямовані на створення найбільш сприятливих умов праці, забезпечення здоров'я та високого рівня працездатності людини називається гігієною праці.

Гігієнічна класифікація праці розподіляє умови праці на 4 класи:

1 клас (оптимальні умови праці) - умови, за яких зберігається не лише здоров'я працівників, а й створюються передумови для підтримання високого рівня працездатності.

Оптимальні гігієнічні нормативи виробничих факторів встановлені для мікроклімату та показників важкості трудового процесу. Для інших факторів за оптимальні умовно приймаються такі умови праці, за яких несприятливі фактори виробничого середовища не перевищують рівнів, прийнятих за безпечні для населення.

2 клас (допустимі умови праці) - умови, що характеризуються такими рівнями факторів виробничого середовища і трудового процесу, які не перевищують встановлених гігієнічних нормативів (а можливі зміни функціонального стану організму відновлюються за час регламентованого відпочинку або до початку наступної зміни) та не повинні чинити несприятливого впливу на стан здоров'я працівників та їх нащадків в найближчому і віддаленому періодах.

3 клас (шкідливі умови праці) - умови, що характеризуються такими рівнями шкідливих виробничих факторів, які перевищують гігієнічні нормативи та здатні чинити несприятливий вплив на організм працівника та його нащадків.

3 клас (шкідливі умови праці) за рівнем перевищення гігієнічних нормативів та вираженості можливих змін в організмі працівників поділяється на 4 ступеня:

1 ступінь – умови праці, що характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища та трудового процесу, які викликають функціональні зміни, що виходять за межі фізіологічних коливань (останні відновлюються при тривалішій, ніж початок наступної зміни, перерві контакту зі шкідливими факторами) та збільшують ризик погіршення здоров'я, у тому числі й виникнення професійних захворювань;

2 ступінь – умови праці, що характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу, які здатні викликати стійкі функціональні порушення, призводять у більшості випадків до зростання виробничо обумовленої захворюваності та появи окремих випадків професійних захворювань, що виникають після тривалої експозиції;

3 ступінь – умови праці, що характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу, які, крім зростання хронічної захворюваності (виробничо обумовленої та захворюваності з тимчасовою втратою працездатності), призводять до розвитку професійних захворювань;

4 ступінь – умови праці, що характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу, які здатні призводити до значного зростання хронічної патології та рівнів захворюваності з тимчасовою втратою працездатності, а також до розвитку тяжких форм професійних захворювань;

4 клас (небезпечні умови праці) – умови, що характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу, вплив яких протягом робочої зміни (або її частини) створює загрозу для життя, високий ризик виникнення гострих професійних уражень, у тому числі й важких форм.

Шкідливі та небезпечні виробничі фактори, що існують на метрополітені – робота під землею (відсутність або нестача природного світла); напруженість праці; підвищений рівень шуму, вібрації.

Одним із найбільш розповсюджених негативних факторів, являється шум. Він завдає великої шкоди здоров'ю та виробничій діяльності людини. В результаті втрати, що виникає під дією шуму, збільшується кількість помилок при роботі, підвищується загроза виникнення травм, знижується продуктивність праці. Все це є однією із причин збільшення економічних втрат.

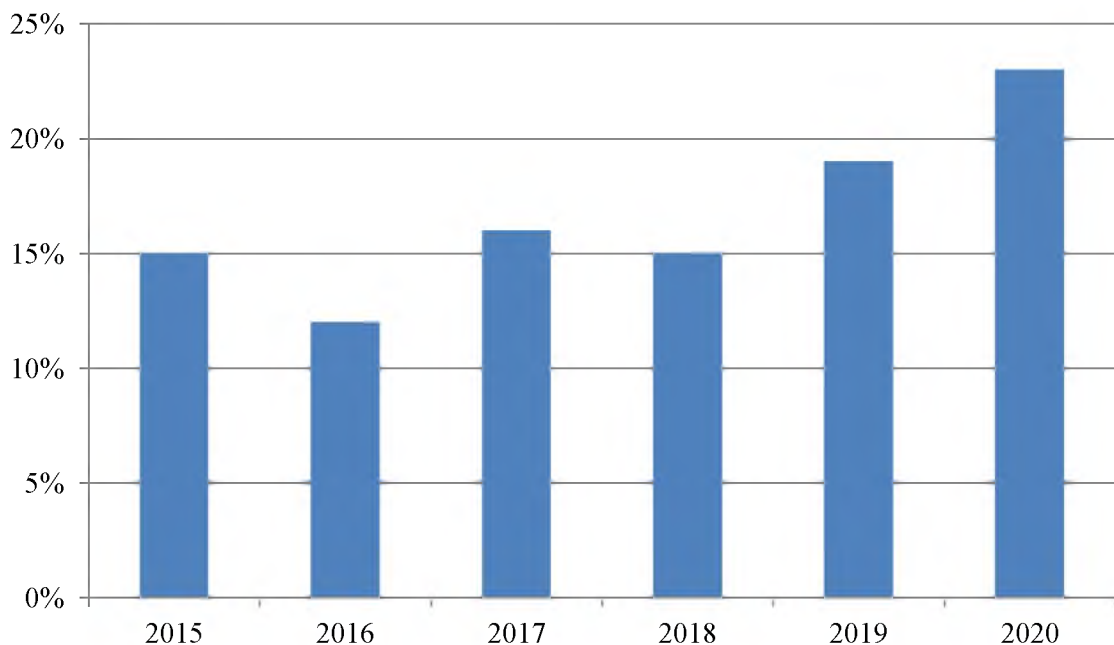


Рисунок 6.3 – Статистика травмувань на виробництві

Збільшення потужностей та швидкостей переміщення на метрополітені призводить до небажаних явищ, таких як вібрація. Вібрації не тільки погіршують самопочуття працюючих і знижують продуктивність праці, а й можуть призвести до серйозних патологічних змін організму людини.

7 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

7.1 Правова охорона навколишнього природного середовища в населених пунктах

Охорона навколишнього середовища є одною з найважливіших і найбільш гострих проблем, які стоять перед людиною. Раціональне використання природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки населення – невід’ємна частина стійкого економічного і соціального розвитку країни.

Найбільш ефективною формою прогнозування охорони навколишнього природного середовища є довгострокові комплексні екологічні програми, які є основою інших видів планування охорони навколишнього природного середовища.

Екологічна програма – це комплекс взаємоузгоджених територіальних заходів, спрямованих на поліпшення співіснування природних екологічних систем і суспільства. Планування охорони навколишнього природного середовища в населених пунктах, як правило, відображається в місцевих екологічних програмах, в яких вказується мета програми, термін її реалізації, основні напрямки дії, комплекси заходів, що мають здійснюватися на кожному з етапів, механізм реалізації та фінансування програми, контроль за її виконанням.

Планування та забудова населених пунктів здійснюється на підставі кількох видів планової документації: генерального плану розвитку населеного пункту; проекту планування та забудови міста; плану земельно-господарського устрою. В Україні генеральні плани розроблені для всіх міст обласного підпорядкування, районних центрів. При розробці генеральних враховується зональність, екологічна безпека, раціональна організація території.

До генеральних планів включають екологічні вимоги до планування території населеного пункту, спрямовані на виключення несприятливого впливу

негативних факторів на здоров'я людини та навколишнє природне середовище. Суб'єкти містобудівної діяльності повинні дотримуватись встановлених екологічним законодавством і нормативно-технічними документами вимог щодо охорони навколишнього середовища, збереження і раціонального використання природних ресурсів, санітарно-гігієнічного захисту здоров'я людини. Проекти генеральних планів населених пунктів, схеми районного планування, схеми влаштування промислових забудов, інша передпланова та проектна документація підлягають обов'язковій державній екологічній експертизі.

Особливим напрямком правової охорони навколишнього природного середовища в населених пунктах є забезпечення в них санітарного режиму. Санітарна охорона навколишнього середовища – це діяльність органів санітарно-епідеміологічного нагляду за охороною життя і здоров'я громадян від несприятливого впливу навколишнього середовища.

Метою цієї охорони є забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення, що включає створення оптимальних умов життєдіяльності, які забезпечують низький рівень захворювань, відсутність шкідливого впливу на здоров'я населення, а також усунення умов для виникнення та розповсюдження інфекційних захворювань. Загальною правовою основою політики України з охорони здоров'я є положення Конституції України, яка закріплює право кожного громадянина на охорону здоров'я та обов'язки держави по забезпеченню санітарно-епідеміологічного благополуччя населення закріплені у Законі України від 24 лютого 1994 року "Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення".

З метою запобігання погіршенню якості води джерел централізованого господарсько-питного водопостачання та збереження охорони водопровідних споруд встановлюються зони санітарної охорони. Зони санітарної охорони мають три пояси, які відрізняються правовим режимом. Перший пояс (суворого режиму) включає територію розміщення водозабору та територію водопровідних споруд.

На території цього поясу забороняється всі види будівництва, проживання людей, скидання стічних вод, купання, водопій, застосування пестицидів, органічних та мінеральних добрив.

Чинним законодавством України регулюються питання боротьби з шумом у населених пунктах. Закон України "про охорону атмосферного повітря" зобов'язує підприємства, установи, організації здійснювати:

- створення і впровадження малошумних машин і механізмів на основі технічного нормування; поліпшення конструкцій транспортних засобів та умов їх експлуатації, а також утримувати в належному стані залізничних і трамвайних колій, автомобільних шляхів, вуличних покриттів;

- розміщення підприємств, транспортних магістралей, аеродромів та інших об'єктів з джерелами шуму при плануванні і забудові населених пунктів відповідно до встановлених санітарно-технічних вимог та карт шуму;

- виробництво будівельних матеріалів, конструкцій і технічних засобів та споруд з необхідними акустичними властивостями.

7.2 Охорона навколишнього середовища в період будівництва та в період експлуатації метрополітену

У цей час питанням охорони природного навколишнього середовища надається велике значення як при будівництві ліній метрополітену, так і при їхній експлуатації.

Період будівництва метрополітену.

При проектуванні ліній, електродепо й підприємств метрополітену необхідно враховувати законодавчі акти й нормативно-технічні документи з питань охорони природи й раціонального використання природних ресурсів.

Технічні рішення в проектах повинні забезпечувати раціональне використання й охорону атмосферного повітря, водних об'єктів, земель, надр, ґрунтів, лісів, коштовних природних ландшафтів, тваринного світу.

При перетинанні лінією метрополітену водних об'єктів варто проводити розрахунки по обґрунтуванню видів переходу з обліком розрахункових гідрогеологічних характеристик об'єкта й інженерних вишукувань відповідно до Положення про водоохоронні зони рік, озер і водоймищ, Правил охорони поверхневих і підземних вод й інших нормативних документів.

При розробці проектної документації нової лінії метрополітену обов'язково повинен бути розділ, де описується траса лінії метрополітену, місце розташування вестибюлів і станцій, а також інших допоміжних об'єктів. Дається коротка характеристика інженерно-геологічних і гідрогеологічних умов будівництва, наводяться дані про кількість і глибину пробурених скважин, яким способом здійснюється їхній тампонаж. Стосовно до даного району міста вказуються кліматичні умови, середньомісячна температура, можливі глибини промерзання різних ґрунтів, наявність підземних вод й їхня агресивність.

При будівництві ліній метрополітену важливим питанням є недопущення забруднення атмосферного повітря. Для цього при проходці й монтажних роботах у підземних виробленнях передбачається приточно-витяжна вентиляція через всі стовбури шахт. Кількість повітря, що подається для провітрювання підземних вироблень, відповідно до гранично припустимих концентрацій шкідливих речовин, визначається розрахунком за наступними показниками:

- по найбільшому числу працюючих людей у тунелі;
- по вибухонебезпечних газах;
- по шкідливих й отруйних газах;
- по запиленості;
- по зварювальних аерозолях.

Загальна кількість повітря приймається найбільшим з отриманих значень.

На будівельних майданчиках, відповідно до діючих норм, повинно бути забезпечене безпечне зберігання вибухових, горючих матеріалів на складах при загорянні яких можливе забруднення навколишнього середовища.

Для запобігання забруднення поверхневих вод від попадання підземної води, що перекачує з вибоїв разом із дрібними частками породи, на будівельних майданчиках повинні бути передбачені локальні очисні спорудження з відстійниками.

З підземних споруджень метрополітену стічні води необхідно перекачувати насосними установками в систему міської дощової каналізації, а фекальні води - у систему міської каналізаційної мережі.

Скидання виробничих стічних вод у міську каналізацію виробляється після попереднього їхнього очищення.

При проектуванні нових і реконструкції існуючих підземних споруджень варто передбачати можливість використання для технічних цілей ґрунтової води за умови економічної доцільності.

На будівельних майданчиках також повинна вироблятися мийка коліс автотранспорту, щоб не вивозити бруд на колесах на вулиці міста.

Очищені води, зі змістом шкідливих домішок у межах припустимих концентрацій, віддаляються в міські водостоки.

У межах площадок свердловин асфальтові й ґрунтові покриття відновлюються й виробляється рекультивація територій.

При будівництві лінії метрополітену необхідно по можливості зменшити розвиток негативних впливів на навколишнє середовище. Це може бути досягнуте шляхом розташування траси лінії під проспектами, вулицями й незабудованими ділянками, що мають значну ширину.

У випадку будівництва похилих ескалаторних тунелів і стовбурів шахт, а також при відкритому способі робіт передбачається використання спеціальних методів

(заморожування, метод «стіна в ґрунті», цементація й ін.), що дозволяють зменшити негативний вплив на навколишнє природне середовище.

У випадку розташування будівельних майданчиків стовбурів шахт в існуючих масивах, засаджених зеленими насадженнями, до початку робіт передбачається проведення пересаджень коштовних зелених насаджень і вирубка малоцінних. Для збереження родючого ґрунтового шару верхній шар знімається й вивозиться в місця тимчасового зберігання для наступного використання, після чого, планувальні оцінки площадок відновлюються за допомогою підсипання піску й укладання.

Планування й благоустрій територій після закінчення будівництва виконуються відповідно до діючих норм.

Для запобігання наслідків порушення гідрогеологічного режиму земель, затоплених або підтоплених, у результаті можливого підвищення рівня ґрунтових вод, при рекультивації, передбачається пристрій дренажів і засипання знижених ділянок рельєфу.

Положення будівельних майданчиків і під'їздів до них вибирається з умови максимального збереження зелених насаджень.

Після закінчення будівництва зелені насадження й газони відновлюються відповідно до проекту благоустрою міської території. При неможливості їхнього відновлення передбачаються компенсаційні посадки на відведених містом територіях.

Для озеленення звичайно використовуються дерева й чагарники, стійкі до міських забруднень. Для газонів застосовуються насіння газонних трав з подвійною нормою по брівках доріжок.

Істотним негативним фактором, що впливає на навколишнє середовище, є шум на будівельних майданчиках.

Джерелами шуму на будівельних майданчиках є:

- гірські комплекси;

- компресорні станції;
- вентиляційні установки;
- автотранспорт на будівельних майданчиках

Період експлуатації метрополітену.

Спорудження нової лінії метрополітену обладнується системами тунельної і місцевої вентиляції, водопостачання й водовідведення, оснащеними диспетчеризацією.

Система тунельної вентиляції передбачає провітрювання проєктованих перегінних тунелів, притунельних споруджень, тупиків, станцій ескалаторних тунелів, касових зал, коридорів, між пересадочними станціями й службовими гілками, а системи місцевої вентиляції призначені для вентиляції службово-побутових і технологічних приміщень.

Основними шкідливими компонентами в повітрі, що викидає на поверхню системою тунельної і місцевої вентиляції, є вуглекислий газ, який виділяється пасажирями й обслуговуючим персоналом, а також пил. Джерелами виділення шкідливих речовин є приміщення резервних акумуляторних, розташованих у станції.

Повітрообмін акумуляторних розраховується з урахуванням розчинення аерозолів сірчаної кислоти й водню до гранично припустимих концентрацій.

Концентрації шкідливих речовин, що викидають на поверхню, системою тунельної і місцевої вентиляції не повинні перевищувати гранично припустимих величин.

Боротьба з пилом здійснюється шляхом систематичного промивання тунелів водою в нічний час, проведення вологого збирання платформ, станцій, сходів, вестибюлів і переходів.

Для водопостачання споживачів метрополітену передбачається об'єднана система водопроводу, що забезпечує господарсько-побутові технологічні й протипожежні потреби.

Джерелом водопостачання споруджень і ліній метрополітену є міський водопровід. Від системи водопроводу вода подається до всіх санітарних приладів, пожежним і поливальним кранам, до приямків очисних ґрат на виходах у вестибюлі й у підземних переходах.

У підземних спорудженнях метрополітену організована система водовідводу, що забезпечує прийом води, що надходить із ґрунту при порушенні водонепроникності оброблень при мийці тунелів, а також при гасінні пожеж. Відвід води здійснюється через колодязі й трапи, самопливом по відкритих лотках і трубам у водозбірники водовідливних установок.

На станціях метрополітену існують приямки з решітками для прийому води й очищення бруду із взуття пасажирів. Приямки мають відстійники, очищення яких здійснюється пересувними агрегатами з наступним вивозом пульпи в спеціальний резервуар-відстійник. У спорудженнях метрополітену передбачається система побутової каналізації для прийому й відводу стічних вод від сантехнічних приладів санвузлів, душових, медпунктів і буфетів.

Джерелами негативних факторів при експлуатації даної ділянки лінії метрополітену є шум і вібрація, в основному створювані поїздами, що рухаються, а також вентиляційним устаткуванням й іншими механізмами. Для зниження до нормативних величин на денній поверхні рівнів звукового тиску й вібрації від роботи тунельних вентиляторів у нижніх вентиляційних вузлах встановлюються пластинчасті шумоглушники.

При проектуванні ділянки лінії дрібного закладення повинні розташовуватися на відстані не менш чим на 40 метрів від найближчих будинків.

Для зниження шуму й вібрації, з метою зменшення впливу на пасажирів і на персонал, від руху поїздів метрополітену рекомендується на ділянці глибокого закладення шлях укладати з використанням гумових амортизаторів, а на ділянці дрібного закладення застосувати конструкцію шляху на щебені. На станціях шлях звичайно укладається на дерев'яних напівшпалах по бетону.

Необхідно відзначити, що вартість споруджень, устаткування й системи природоохоронних заходів повинна бути обов'язково відбита при проектуванні нових ліній метрополітену в кошторисній документації.

7.3 Еколого-виробничі вимоги до утримання об'єктів метрополітену

Координацію роботи по природоохоронній діяльності здійснює на метрополітені провідний інженер по охороні навколишнього природного середовища. В структурних підрозділах метрополітену діяльність по природоохоронній роботі покладено на інженерів технічних відділів.

Щорічно на метрополітені розробляється комплексний план заходів по охороні навколишнього природного середовища та використанню природних ресурсів. Структурними підрозділами метрополітену оформляються в Державному управлінні охорони навколишнього природного середовища ліміти на викиди в атмосферу забруднюючих речовин, ліміти на розміщення відходів, дозвіл на скид забруднюючих речовин в міську каналізацію.

Для дотримання норм гранично-допустимих скидів в водні об'єкти в структурних підрозділах метрополітену проведена така робота:

- проведена реконструкція очисних споруд мийки автотранспорту;
- проведена реконструкція очисних споруд мийки деталей ескалаторів;
- впроваджена технологія регенерації нікелю з розчинів;
- впроваджена технологія для механічного збирання нафтопродуктів з миючих розчинів;
- встановлено прес-фільтр для очищення мийних розчинів і обезвоження шламів;
- проведена реконструкція очисних споруд в електродепо;

– крім цього на метрополітені проводяться роботи по дотриманню і виконанню вимог Водного Кодексу України.

Згідно вимог Закону України “ Про відходи “ на метрополітені проводиться робота по утилізації та збереженню відходів.

На метрополітені пред’являються вимоги до утримання в чистоті станцій тунелів, ескалаторів, рухомого складу. Порядок, періодичність, та способи прибирання усього комплексу споруд визначають Санітарні правила по утриманню станцій, тунелів, рухомого складу, які затверджуються наказом начальника метрополітену. Ці правила обов’язкові для всіх служб та підрозділів, між якими розподілені різні об’єкти. Робітники які прибирають приміщення з допомогою механізмів, повинні бути навчені правилам користування ними та проінструктовані по техніці безпеки.

На станціях, особливо в години «пік», знаходиться велика кількість пасажирів, а поїзди слідує часто, що ускладнює прибирання. Тому для утримання належного санітарного стану є штат робочих. Кількість штатних одиниць на кожній станції залежить від об’єму прибиральних робіт, площі станційних споруд, передвестибюльної території та пасажиропотоку.

Планування та обробні матеріали для побутових приміщень , їх обладнання повинно відповідати вимогам виробничої санітарії та естетики. Стіни та перегородки санітарно-побутових приміщень повинні бути облицьовані матеріалами, які допускають легке очищення та миття гарячою водою з використанням миючих засобів.

Побутові та допоміжні приміщення повинні забезпечуватися припливно-втяжною вентиляцією з механічним побудуванням. Підземні гардеробні приміщення повинні мати нормальний температурний режим і постійне гаряче водопостачання. Періодичні огляди вентиляційних систем у виробничих приміщеннях, а також очищення, ревізія та продувка повітроводів проводиться у відповідності з розробленим графіком.

Вентиляційні установки та кондиціонери повинні утримуватись в повній справності та чистоті. Світильники та віконні пройоми у виробничих приміщеннях повинні утримуватись в чистоті та очищуватись в строки, передбаченні в санітарних правилах.

Правилами виробничої санітарії в господарстві руху та комерційному господарстві метрополітену встановлено обладнання загальною вентиляцією робочих місць, виробничих приміщень а також передбачається кондиціонування повітря. Для штучного освітлення приміщень, які знаходяться в підземному замкнутому просторі, передбачено використання люмінесцентних ламп денного освітлення.

Вантажно-розвантажувальні роботи при ремонті рухомого складу повинні виконуватись з максимальним використанням засобів механізації та автоматизації. Робочі місця виробничих приміщень, де проводяться процеси пайки, фарбування, зварювання, промивання деталей в керосині, продувки та інше, в залежності від технологічних процесів та шкідливості яка виділяється, повинні бути обладнанні примусовою загально-обмінною вентиляцією.

Всі технологічні процеси та операції, які мають джерела виділення токсичних речовин, повинні бути розміщені на суворо фіксованих місцях з максимальним захистом, герметизацією з вбудованою місцевою витяжною вентиляцією яка забезпечує нормальний стан повітряного середовища та параметрів мікроклімату на робочих місцях. При плануванні витрат на поточне утримання метрополітену необхідно враховувати витрати на природоохоронні заходи.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі проведено детальний огляд інноваційних підходів, що використовуються на метрополітенах світу (автоматичне управління рухом поїздів, конструкції платформних розсувних дверей і огорожі, що виключають падіння пасажирів та предметів на колію, системи відеонагляду).

На підставі аналізу цих підходів було прийняте рішення щодо розробки інтелектуальної системи відеоконтролю (ІСВК) пасажиропотоку на станціях В-Т лінії Київського метрополітену для забезпечення процесу перевезень та підвищення привабливості метрополітену у конкуренції з іншими видами міського транспорту.

Детально розглянуто та обґрунтовано необхідність впровадження системи відеоконтролю, її структура та функції, склад технічних засобів.

Також проведено техніко-економічні розрахунки впровадження відеоконтролю (ІСВК) пасажиропотоку на станціях «В-Т» лінії Київського метрополітену. Результати розрахунків показали, що даний проект є економічно вигідним. Термін окупності інвестиційного проекту для станції «Глибочицька» становить більше ніж 1 рік.

У розділі «Охорона праці» було розглянуто організацію оперативного контролю за станом охорони праці на метрополітені та вимоги охорони праці при знаходженні в тунелі та на наземних ділянках колії, а також вимоги безпеки в аварійних ситуаціях.

У розділі «Охорона навколишнього середовища» було розглянуто екологічна політика метрополітену та вплив транспортної діяльності на природне середовище.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Зимина И.И. Технологии будущего. Система безопасности минского метрополитена и его соседей. *Беларусский портал*. 2013. №42 С. 23-36.
2. Как сделать метро безопасным. *Новости.: эфир* 2013. 64 с.
3. В Киеве появится 14 новых станций. Генплан. BIG KYIV 2020 С. 5
4. Про метрополітен, 2017 URL: <http://www.metro.kiev.ua/node/90>
5. Metrobits, World Metro Database [Электронный ресурс]. 2016. Режим доступа: <http://mic-ro.com/metro/table.html>
6. Корінь М. В. Організація високошвидкісного руху як фактор забезпечення конкурентних переваг залізничного транспорту України. Вісник економіки транспорту і промисловості. 2011. № 34. С. 189-194
7. Проект ділянки Подільсько-Вигурівської лінії метрополітену в м. Києві від станції «Глибочицька» до станції «Райдужна» з відгалудження в бік житлового масиву Вигурівщина-Троєщина. Київ, Том.1, книга 1.1, 2006. 208 с.
8. Пасажиропотоки та міський транспорт. Київ. Том 1, книга 1, 108 с.
9. Как управляют поездами, Москва, 2014. URL: <http://www.gazeta.ru/tech/2014/07/15> (дата звернення 15.09.2017).
10. Подземка на автопилоте: как работают новые поезда в метро, Москва, 2016. URL: <http://www.m24.ru/articles/метро/20022016/97724>.
11. Как сделать метро безопасным, Киев, 2013. URL: <http://ntn.ua/ru/video/news/2013/07/24/11444>.
12. Технологии будущего. Системы безопасности минского метрополитена и его соседей, Москва, 2013. URL: <https://42.tut.by/329335>.
13. Метро закрывает двери для самоубийц «МК» побывал на заводе, где собирают прозрачную защиту для платформ. Москва, 2011. URL: <http://mosmetro.livejournal.com/300933.html>.

14. Київський метрополітен. Київ, 2017. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki>.
15. Підземна транспортна магістраль міста Києва 56 років тому і сьогодні Київ, 2017. URL: <http://www.metro.kiev.ua/node/90>.
16. Правила технічної експлуатації метрополітенів України. Видавництво «Преса України». Київ, 2016. 192 с.
17. Правдин Н. В., Негрей В. Я. Прогнозирование пассажирских потоков. Транспорт, Москва, 1980. 222 с.
18. Методические указания по расчету технико-экономических показателей эксплуатационной работы метрополитенов. Транспорт, Москва, 1985. 16 с.
19. Зель В.І., Семенцова Л. А. Положення про систему екологічного управління КП «Київський метрополітен». Київ, 2017. 64 с.
20. Павлова Е.А. Экология транспорта. Учебник для вузов. Транспорт. Москва, 2000. 248 с.
21. Маслов Н.Н., Елсуков В.А. Охрана труда на метрополитенах. Транспорт. Москва, 1985. 144 с.
22. Лиманов Ю.А. Метрополитены. Транспорт. Москва, 1971. 359 с.
23. Бакулин А. С., Пронин В. А., Федоров Е. А., Кудринская К.И. Организация движения поездов и работа станций метрополитена. Учебник для подготовки рабочих на производстве. Транспорт. Москва, 1981. 230 с.
24. Інструкція з охорони праці № ІОП-Д-02-17 для чергового станційного поста телекерування. Київ, 2017. 17с.