

Державний університет інфраструктури та технологій
Київський інститут залізничного транспорту
Факультет «Управління залізничним транспортом»
Кафедра «Технологій транспорту та управління процесами перевезень»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

в.о. завідувача кафедри ТТУПШ,
к.т.н., доцент


(підпис) Р.С. Щербина


«14» грудня 2020 року

Пояснювальна записка


до кваліфікаційної (магістерської) роботи
освітнього ступеня «Магістр»

на тему «Підвищення ефективності діяльності Київського метрополітену за
рахунок впровадження станцій закритого типу»


Виконав: студент 2 курсу, групи ТТ
ОПП 275.02 «Транспортні технології
(на залізничному транспорті)»


(підпис) Гудима Р.М.

Науковий керівник


(підпис) Самсонкін В.М.

Нормоконтроль


(підпис) Бердніченко Ю.А.

Рецензент 
(прізвище та ініціали)

Державний університет інфраструктури та технологій
Київський інститут залізничного транспорту
Факультет «Управління залізничним транспортом»

Кафедра «Технологій транспорту та управління процесами перевезень»

Освітній ступінь «Магістр»

Галузь знань 27 «Транспорт»

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

ЗАТВЕРДЖУЮ:

в.о. завідувача кафедри ТТУПІ,
к.т.н., доцент

 Р.С. Щербина
(підпис)

«01» вересня 2020 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ (МАГІСТЕРСЬКУ) РОБОТУ
студента Гудими Романа Миколайовича
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Підвищення ефективності діяльності Київського метрополітену за рахунок впровадження станцій закритого типу»
науковий керівник Самсонкін В. М., професор кафедри «Технологій транспорту та управління процесами перевезень»

(ПІБ, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом Державного університету інфраструктури та технологій від «31» серпня 2020 року № 02.2-05-447/С

2. Строк подання студентом роботи «11» грудня 2020 року

3. Вихідні дані до роботи: - літературні джерела; - матеріал зібраний під час проходження практики.

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

1 Аналіз способів та засобів убезпечення пасажирів метрополітену

2 Характеристика комунального підприємства КП «Київський Метрополітен»

3 Розробка технічних засобів убезпечення пасажирів для умов київського метрополітену

4 Техніко – економічне обґрунтування вибору варіанту технічних пристроїв, які виключають вихід людей на колію

5 Охорона праці

6 Охорона навколишнього середовища

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





В електронному вигляді:

- 1 Важливість метрополітенів та їх безпеки
- 2 Історія та діяльність Київського метрополітену
- 3 Огляд та аналіз розробок щодо забезпечення перевезень в метрополітені
- 4 Опис технології автоматичних платформних дверей
- 5 Технічні аспекти та вибір найбільш оптимального місця для встановлення автоматичних платформних дверей для умов КП «Київський Метрополітен»
- 6 Техніко-економічне обґрунтування впровадження автоматичних платформних дверей
- 7 Розробка розділів з охорони праці та охорони навколишнього середовища

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.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної (магістерської) роботи	Період виконання етапів роботи
1	Збір літератури, її опрацювання, підготовка 1 розділу	03.08.2020р.-16.08.2020 р
2	Розробка 2 розділу	16.08.2020р.-24.08.2020 р
3	Збір інформації, її аналіз, розробка 3 розділу	26.08.2020р.-14.09.2020 р
4	Розробка 4 розділу	14.09.2020р.-23.09.2020 р
5	Розробка основної частини роботи	23.09.2020р.-05.10.2020 р
6	Розрахунок техніко – економічного обґрунтування	05.10.2020р.-19.10.2020 р
7	Опрацювання джерел, підготовка розділу про охорону праці	19.10.2020р.-29.10.2020 р
8	Розробка розділу про захист навколишнього середовища	29.10.2020р.-09.11.2020 р
9	Оформлення висновку, додатків та списку використаних джерел	09.11.2020р.-23.11.2020 р
10	Підготовка презентаційного матеріалу	23.11.2020р.-30.11.2020 р
11	Подання роботи	03.12.2020 р

Студент



 (підпис)
Гудима Р. М.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи



 (підпис)
Самсонкін В. М.
(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 АНАЛІЗ СПОСОБІВ ТА ЗАСОБІВ УБЕЗПЕЧЕННЯ ПАСАЖИРІВ МЕТРОПОЛІТЕНУ	11
1.1 Напрямки забезпечення пасажирів.....	11
1.2 Системи відеоконтролю та їх аналітика	14
1.3 Станції метрополітену закритого типу	18
1.4 Платформні розсувні двері.....	20
1.5 Автоматичні платформні ворота	23
2 ХАРАКТЕРИСТИКА КОМУНАЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА КП «КИЇВСЬКИЙ МЕТРОПОЛІТЕН»	25
2.1 Історія створення та 60 років діяльності	25
2.2 Експлуатація комунального підприємства «Київський метрополітен»	28
2.3 Характеристика станції «Майдан Незалежності» Оболонсько-Теремківської лінії	31
3 РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ УБЕЗПЕЧЕННЯ ПАСАЖИРІВ ДЛЯ УМОВ КИЇВСЬКОГО МЕТРОПОЛІТЕНУ	38
3.1 Проблема падіння людей на колію	38
3.2 Технічні аспекти встановлення автоматичних платформних дверей в умовах КП «Київський метрополітен»	42
3.3 Вибір місця впровадження автоматичних платформних дверей на полігоні КП «Київський метрополітен»	45
4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ВАРІАНТУ ТЕХНІЧНИХ ПРИСТРОЇВ, ЯКІ ВИКЛЮЧАЮТЬ ВИХІД ЛЮДЕЙ НА КОЛІЮ	56
4.1 Загальні підходи до визначення економічної ефективності.....	57
4.2 Розрахунок капітальних вкладень	59
4.3 Економія витрат при впровадженні автоматичних платформних дверей	66
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЕРГОНОМІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	74
5.1 Система управління охороною праці на метрополітені.....	74
5.2 Форми контролю за станом охорони праці	79

5.3 Аналіз впливу шкідливих та небезпечних факторів на працівників метрополітену	80
6 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	82
6.1 Правова охорона навколишнього природного середовища в населених пунктах	82
6.2 Охорона навколишнього середовища в період будівництва та в період експлуатації метрополітену	85
6.3 Еколого-виробничі вимоги до утримання об'єктів метрополітену	90
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	94

ВСТУП

Нині Київ – мегаполіс, що стрімко розвивається, і в житті якого особливу роль відіграє громадський транспорт. Найбільше – швидкісна поза вулична 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 безперебійне з'єднання віддалених частин міста з його центром, державними установами, підприємствами, вокзалами.

Київський метрополітен справедливо вважається символом та окрасою столиці, адже його станції є об'єктами архітектурного та культурного надбання, а три з них – "Вокзальна", "Хрещатик" та "Арсенальна" є пам'ятниками архітектури. На даний час метрополітен складається з трьох діючих ліній загальною довжиною майже 70 кілометрів та 52 діючі станції, платформи яких розраховані на п'яти вагонні поїзди. У центрі міста лінії мають три пересадочних вузли.

Найбільш завантаженими є станції "Вокзальна", "Лісова", "Почайна", "Святошин", поблизу яких знаходяться великі залізничні станції та маршрути приміського транспорту. Пасажиропотік на кожній з них складає близько 60 тисяч пасажирів щодоби. Тому вживаються заходи з розвантаження таких станцій – проектуються допоміжні виходи та переходи.

Для поліпшення обслуговування пасажирів, у метрополітені впроваджено мобільний зв'язок, встановлено інформаційні монітори, які полегшують користування цим транспортом глухими пасажирями, камери відеоспостереження, на нових станціях змонтовані ліфти-підйомники для тих, хто

не може самостійно пересуватися сходами, а для пасажирів з вадами зору на краю платформи нанесено спеціальне обмежувальне покриття з рифленого пластика, що допоможе їм орієнтуватися при посадці у вагон [1].

Актуальність теми. Безпека перевезення пасажирів в метрополітені є найголовнішою умовою діяльності метрополітену. Працівники постійно проходять навчання та перевірку знань ПТЕ, пожежної безпеки, надання до медичної допомоги, порядку дій в різних позаштатних ситуаціях.

Відповідно статистики діяльності метрополітенів однією з найнебезпечніших ситуацій є падіння пасажира на колію, а особливо падіння перед прибуваючим поїздом. В метрополітені існує чіткий алгоритм дій та комплекс технічних засобів для недопущення наїзду на людину, та ураження її струмом від контактної рейки. Але навіть для цього потрібен певний час, якого в критичних випадках обмаль.

Вирішити цю проблему в повній мірі можуть, наприклад, станції закритого типу або станції з платформними розсувними дверима. Також, частково проблему вирішують станції з автоматичними платформними воротами.

Станція закритого типу являє собою особливий тип колонно-стінной станції метрополітену глибокого залягання без берегових посадочних платформ. По боках центрального залу є отвори, закриті станційними дверима, що відокремлюють від залу тунелі, де зупиняються, поїзди.

Поїзди зупиняються з таким розрахунком, щоб створи дверей його вагонів точно збігалися з створами дверей залу. Поєднання дверей потяга та станції здійснюється машиністом за освітленим знаком «Зупинка першого вагона».

Спеціальний пристрій синхронізує час, черговість і швидкість відкриття і закриття дверей вагонів і станції. Відкриття дверей може здійснюватися як автоматично, так і з пульта управління машиністом. Також є можливість позаштатного відкриття конкретних дверей ключем з платформи. При прибутті потяга спочатку відчиняються станційні двері, а через 1 – 2 секунди – двері

потяга. При відправленні все робиться навпаки: спочатку зачиняються двері потяга, потім – двері станції.

Щоб уникнути потрапляння пасажирів і сторонніх предметів між станційними дверима і потягом, встановлено спеціальні системи, які за допомогою інфрачервоного променя визначають, чи вільний простір між поїздом і станційною стіною. При потраплянні будь-чого в цей простір у рейковий ланцюг подається нульова частота для заборони відправлення потяга.

Тип таких станцій також має умовну назву «горизонтальний ліфт» за схожість із ліфтами, які мають розсувні двері кабіни, котрі відкриваються одночасно із дверима шахти, розташованими на майданчику відповідного поверху.

Платформні розсувні двері – система, що складається з бар'єру у вигляді стіни з розсувними дверима, найчастіше зі скла, що доходять до стелі і повністю ізолюють станцію від колій (наприклад, метро Копенгагена).

Автоматичні платформні ворота – система, що складається з бар'єру у вигляді огорожі різної висоти з розсувними дверима, найчастіше зі скла, що не доходять до стелі і не ізолює повністю станцію від колій, вона зазвичай становить лише половину висоти системи платформних розсувних дверей (наприклад, станція Сін-Накано), але іноді воно досягає висоти поїзда (наприклад станція Ang Mo Kio MRT)

Мета дослідження – зменшення кількості випадків падіння пасажирів метрополітену на колію шляхом спорудження станцій закритого типу в умовах Київського метрополітену.

Об'єкт дослідження – метрополітен, як транспортна система.

Предмет дослідження – напрямки забезпечення пасажирів метрополітену.

Методи дослідження – системний аналіз, прийняття раціонального рішення, статистика, теорія імовірностей та математична статистика, техніко-

економічне обґрунтування, методи забезпечення пасажирів рейкових видів транспорту.

Практична значимість дослідження полягає в обґрунтуванні доцільності зведення станцій закритого типу, станцій з платформними розсувними дверима, або станцій з автоматичними платформними воротами в КП «Київський метрополітен». Розглядається можливість будівництва таких станцій в рамках продовження існуючих ліній, або на перспективній четвертій лінії метрополітену.

1 АНАЛІЗ СПОСОБІВ ТА ЗАСОБІВ УБЕЗПЕЧЕННЯ ПАСАЖИРІВ МЕТРОПОЛІТЕНУ

В розділі розглянуто декілька ефективних способів та технічних засобів для підвищення ефективності діяльності метрополітену, запобігання травмування пасажирів, попередження різного роду надзвичайних ситуацій, терористичних актів то що.

1.1 Напрямки забезпечення пасажирів

Незважаючи на те, що транспортні події в метрополітені трапляються дуже рідко, їх наслідки можуть бути дуже серйозними. 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 [2].

Автоматичне управління рухом поїздів – світовий тренд, спрямований на забезпечення безпеки перевезень. 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.

Багато експертів говорять, що в системі застосування автомашиніста існує психологічна проблема: пасажирів 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 [3]:

- *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 пасажирів 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 основній заселеній 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, що вона підвищує безпеку руху поїздів: «Система не дозволяє відкрити двері в 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» [4].

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, можна зробити такі висновки:

- 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;

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

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.

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 Системи відеоконтролю та їх аналітика

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 Ethernet. 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.

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 [5].

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:

- 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;
- система подає помилковий сигнал про проникнення в тунель чи іншу недостовірну інформацію;
- не дають можливість розрахувати пасажиропотік для того, щоб оперативно прийняти рішення з точки зору безпеки пасажирів;
- не здійснюється облік кількісних характеристик пасажиропотоків для того щоб оптимізувати / раціоналізувати поїзної процес;
- має малу розподільчу здатність;
- немає можливості централізованого управління даними питанням, оскільки на кожній станції можуть сприймати ситуації тільки ті працівники, які працюють на даній станції.

ІСВК повинна була вирішити два основні завдання:

- *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.

- *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.

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:

- динамік для прослуховування відео зі звуком;
- мікрофон для можливості гучного зв'язку;
- датчики руху;
- підключення будь-яких спеціальних датчиків;
- відправка повідомлень електронною поштою;
- 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 неуважності. 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.

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.

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 ІСВК на порядок підвищить безпеку і якість роботи метрополітену, сумнівів немає.

1.3 Станції метрополітену закритого типу

Станції закритого типу або «горизонтальні ліфти» в СРСР будувалися лише в Ленінграді. Спочатку пропозиції щодо застосування такого типу було висунуто щодо станції «Чернишевська». Але першу у світі станцію типу «горизонтальний ліфт» побудовано в підземному залі станції «Парк Перемоги». Станцію відкрито в 1961 році, її розробкою займався А. К. Андрєєв. Нововведення з «горизонтальним ліфтом» прижилося лише на невських берегах; більше подібних станцій не будували [6].

Як переваги будівництва подібних станцій наводилися такі аргументи:

- скорочення термінів спорудження станції і зниження собівартості робіт;
- при спорудженні станції найбільше застосовуються індустріальні методи й механізація робіт.
- пасажери та обслуговуючий персонал станції повністю ізолюються від рухомого складу, колійного господарства й контактної мережі.

- станція закритого типу – досконаліша споруда, яка найбільше використовує досягнення автоматики.
- для пасажирів створюються найкомфортніші умови перебування на станції, оскільки знижується шум від поїздів, що проїжджають.

Але вирішальним чинником застосування станцій закритого типу все ж таки було здешевлення й прискорення будівництва. Прискорення забезпечувалося за рахунок простішої технології будівництва станції, коли перегінні тунелі станції проходять транзитом, з укладанням в них спеціальних тьюбінгів, наслідком чого є зайвим перемонтування і розворот прохідницького щита. Далі проходять станційний зал і розкривають отвори. Усе це у поєднанні зі зменшенням обсягу оздоблювальних робіт і матеріалів (відсутня необхідність обробки станційних тунелів) дозволяло приблизно на чверть здешевити будівництво.

Всього було побудовано десять станцій закритого типу (в дужках дата введення в експлуатацію): «Парк Перемоги» (29 квітня 1961); «Петроградська» (1 липня 1963); «Василеострівна» (3 листопада 1967); «Гостиний двір» (3 листопада 1967); «Маяковська» (3 листопада 1967); «Площадь Олександра Невського І» (3 листопада 1967); «Московська» (25 грудня 1969); «Єлізаровська» (21 грудня 1970), «Ломоносовська» (21 грудня 1970); «Зоряна» (25 грудня 1972).

Пізніше з'ясувалися недоліки подібного типу станцій. Станції виявилися складніші і дорожчі в експлуатації. Устаткування станційних дверей має потребу обслуговування. Знижується пропускна здатність станції – при зупинці поїзда доводиться точно поєднувати двері поїзда з дверима станції, що зумовлює збільшення часу стоянки, як наслідок, збільшення інтервалів руху поїздів. Площа станції майже в тричі менша від звичайної, що також знижує пропускну спроможність. Окремо слід відзначити, що для ленінградського метрополітену довелося конструювати нові типи рухомого складу, оскільки потрібно було витримати зумовлений станціями інтервал між дверима вагонів. Станція закритого типу зображена на рисунку 1.1.

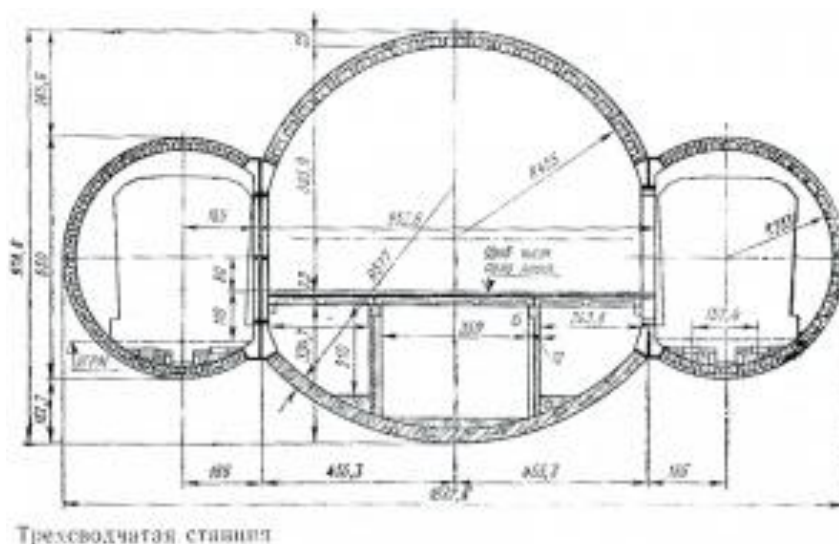


Рисунок 1.1 – Поперечна схема станції закритого типу

Будівництво станцій закритого типу велося в Ленінграді до розробки конструкції і індустриального алгоритму спорудження односклепінної станції. У результаті відмовилися від використання першого типу на користь другого.

На початку ХХІ сторіччя будівництво станцій закритого типу вирішили відновити в Новосибірському метрополітені. Станція «Золота Нива», яку запустили в експлуатацію 7 жовтня 2010 року, будувалась за закритим типом. За словами проєктувальників, це здешевлює будівництво станції: на першому етапі проводиться наскрізна проходка тунелів через станцію, потім поміж ними споруджується платформа, оброблення тунелів не потрібне. Особливість Новосибірської станції у тому, що вона мілкового закладення.

1.4 Платформні розсувні двері

Система складається з металево-скляних загороджень встановлених краю платформи з автоматичними розсувними дверима, що розташовані точно

навпроти дверей вагонів і відчиняються синхронно з ними. Загородження в таких системах ніколи не буває нижче поїзда, а іноді взагалі простягається від платформи до стелі станції (рис. 1.2).



Рисунок 1.2 – Станція глибокого залягання в метрополітені Парижу, що обладнана автоматичними платформними дверима.

Данна система найбільшого поширення набула в метрополітенах таких азіатських країн, як: Китай, Японія, Північна Корея, Південна Корея, Сінгапур, Таїланд та інші. Більше того, в цих країнах система встановлена та успішно функціонує навіть на деяких залізничних станціях, з великим пасажиропотоком. В Європі лідерами у використанні автоматичних платформних дверей стали Німеччина та Франція, а також в невеликих обсягах систему було впроваджено в Англії, на одній із ліній лондонського метро. Крім цього, платформні двері вирішили встановити на останніх ново-зведених станціях Санкт-Петербурзького метрополітену [7].

Переваги використання платформних розсувних дверей:

- запобігає випадковому падінню людей на колії;
- зменшує ризик нещасних випадків;
- покращує клімат-контроль на станції (опалення, вентиляція і кондиціонування повітря більш ефективні, коли станція ізольована від тунелю);
- покращує безпеку — доступ на залізничні колії і до тунелів обмежений;
- запобігає падінню на колії сміття, яке може бути пожежонебезпечним;
- поліпшення якості звуку оголошень на платформі, оскільки фоновий шум від тунелів і потягів зменшується.

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 закупівлі рухомого складу. Вона також перешкоджає природній 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 вагоном поїзда та можуть бути розчавлені, коли поїзд почне рухатися. Випадки цієї події рідкісні і можуть виникнути лише в разі несправностей систем які контролюють закриття дверей та наявності в них людей та сторонніх предметів.

1.5 Автоматичні платформні ворота

Ця система складається з бар'єру у вигляді огорожі з дверима, висота якого зазвичай становить лише половину висоти системи платформних розсувних дверей (рис 1.3). Розташовується на краю залізничних платформ з метою запобігання випадкового падіння пасажирів на залізничні колії. Подібно системі платформних розсувних дверей, двері на станції відкриваються і закриваються одночасно з дверима поїзда [8].



Рисунок 1.3 – Автоматичні платформні ворота

Установка цієї системи дешевше системи платформних розсувних дверей, тому деякі залізничні компанії вважають за краще цю систему при модернізації старих станцій і установки на нових, як варіант для підвищення безпеки на залізничних платформах і в той же час без використання системи кондиціонування повітря на користь природної вентиляції. Проте, ця система

менш ефективна, ніж система платформних розсувних дверей, тому що не повністю ізолює станцію від залізничних колій і не допомагає в разі навмисного потрапляння людей на залізничну колію.

Наприклад, в Японії система автоматичних платформних воріт більш поширена, ніж система платформних розсувних дверей, позаяк коштує дешевше при модернізації побудованих станцій в минулому і встановленні на нових. У більшості старих, великих і в основному вже побудованих в ХХ столітті систем метро, таких як в Японії і Європі, модернізація станцій, які не передбачали спочатку систему горизонтальних ліфтів, обходиться дорожче, ніж установка на вже розрахованих на цю систему нових станціях відносно молодих метрополітенів, таких як Сінгапурський метро, Сеульське метро, Гонконзьке метро тощо.

2 ХАРАКТЕРИСТИКА КОМУНАЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА КП «КИЇВСЬКИЙ МЕТРОПОЛІТЕН»

В даному розділі наведено основні дати та визначні події в історії Київського метрополітену. Поетапно показано будівництво нових станцій та інфраструктури. Описані особливості діяльності КП «Київський Метрополітен» в наш час. Коротка характеристика станції Майдан Незалежності Оболонсько-Теремківської лінії.

2.1 Історія створення та 60 років діяльності

9 липня 1936 року Президія Київради розглянула дипломну роботу випускника Московського інституту інженерів транспорту В. Папазова «Проект Київського метрополітену». У протоколі засідання було зазначено, що інженер *«вдало підійшов до розв'язання одного з питань щодо реконструкції міста Києва і впорядкування внутриміського транспорту і вдало розробив окремі практичні питання схеми Метрополітену (напрямок трас, розташування станцій)»*. За цю роботу Папазова було відзначено грошовою премією у сумі 1000 карбованців. Однак невідомо, чи були ці пропозиції закладені в наступні розробки. За кілька днів до цього, 5 липня 1936 року в київській газеті «Більшовик» було опубліковано статтю, в якій розглядався проект метрополітену, розроблений спеціалістами інституту транспортної механіки Академії наук УРСР. Цим проектом пропонувалося збудувати у місті три лінії загальною довжиною близько 50 км. 1938 року розпочалися підготовчі роботи, які перервала німецько-радянська війна [9].

До проекту метробудування в Києві повернулися 1944 року. 5 серпня вийшла постанова Ради народних комісарів СРСР про будівництво метрополітену в столиці, за яким відповідним установам було наказано розпочати розвідувальні роботи, скласти технічний проект та генеральний кошторис з тим, щоб вже у 4 кварталі того ж року внести на затвердження уряду проектне завдання на спорудження Київського метрополітену. Для цього Наркомат фінансів СРСР виділив Україні із резервного фонду Уряду СРСР один мільйон карбованців на проектно-пошукові роботи.

Будівництво метрополітену розпочалося 1949 року. Проходження тунелів супроводжувалося постійними ускладненнями – своєрідний рельєф місцевості, пливуни, що розмили підземні пласти, та інші непередбачені проектом обставини. Через це виникли суттєві відставання у графіках виконання робіт. Влітку 1949 року метробуд заклав перші шахти, а перше з'єднання тунелів – між станціями «Хрещатик» та «Арсенальна» – відбулося у грудні 1951 року. Останні з'єднання на першій пусковій ділянці відбулися у травні 1959 року між станціями «Вокзальна» та «Університет».

6 листопада 1960 року було відкрито першу чергу Київського метрополітену – ділянку Святошинсько-Броварської лінії завдовжки 5,2 км з п'ятьма станціями від «Вокзальна» до «Дніпра». Перша лінія продовжувалась будуватись до 1971 року. Після чого в центрі міста почалися роботи з будівництва другої лінії.

Нову лінію метрополітену будували відкритим способом: через Поділ зробили «просіку», зруйнувавши історичну забудову. Коли будували станцію, в котловані на Червоній (Контрактівій) площі влітку 1972 року виявили залишки давньоруської садиби площею 600-700 м², через що історики дуже розширили наукове знання щодо життя давніх русів на Подолі. Археологічні розкопки почасти загальмували будівництво метро, через що першу чергу лінії завдовжки 2,32 км відкрито тільки 17 грудня 1976 року. Вона складалась із станцій «Площа

Калініна» (що менш ніж за рік, 17 жовтня 1977 року, на честь святкування 60-річчя Жовтневої революції, одночасно з перейменуванням головної площі міста, змінила назву на «Площа Жовтневої революції», а пізніше – на «Майдан Незалежності»), «Поштова площа», «Червона площа» з пунктом технічного обслуговування наприкінці[31], ескалаторний пересадочний вузол між станціями «Площа Калініна» і «Хрещатик» та службова сполучна гілка між тупиками «Хрещатика» і «Площі Калініна», що дозволила обслуговувати синю гілку потягами з ТЧ1.

Тепер нові станції паралельно з'являлись на двох лініях з одночасною розбудовою існуючої інфраструктури, а саме будівництво вагоноремонтного заводу, спорудження другого «довгого» переходу зі станції «Хрещатик» на станцію «Площа Жовтневої Революції», модернізація колійного розвитку станції «Дарниця» для спрощення видачі і знімання поїздів в однойменне електродепо.

1981 року було розпочато будівництво третьої лінії Київського метрополітену, проте лише 31 грудня 1989 року почала діяти перша черга Сирецько-Печерської лінії метрополітену довжиною 2,1 км, в яку увійшли станції «Золоті ворота» (до речі у радянські часи будівельники, які оздоблювали станцію метро «Золоті ворота», виклали напис «Слава Україні» коричневою смальтою, так щоб було ледь видно, адже радянська влада не давала добро на пропаганду незалежності України), «Палац спорту» та «Мечнікова» ("Кловська"), що знаходяться у центрі міста. Перші дві станції стали пересадочними на, відповідно, «Ленінську» та «Площу Льва Толстого», а з тупика станції «Мечнікова» була побудована нова сполучна гілка, яка мала виходи на обидві інші лінії. Це дозволило експлуатувати на зеленій лінії потяги з депо «Оболонь», поки не буде побудоване власне. Крім того, до 30 квітня 1990 року включно вхід пасажирів на станцію «Золоті ворота» та вихід з неї здійснювався лише через перехід зі станції «Ленінська». Тільки 1 травня 1990 року був відкритий власний вихід на Володимирській вулиці. Ці станції, яких усього на той момент нараховувалося 31,

стали останніми, які були відкритими за СРСР (станції «Дружби народів» і «Видубичі» були збудовані за СРСР, але відкриті через п'ять днів після його розпаду).

Будівництво триває і по сьогодні. Останніми були відкриті станції на Оболонсько-Теремківській лінії: «Деміївська», «Голосіївська», «Васильківська», «Виставковий Центр», «Іподром» і «Теремки» (2010-2013р). Зараз триває будівництво двох станцій Сирецько-Печерської лінії «Мостицька» та «Проспект Правди».

2.2 Експлуатація комунального підприємства «Київський метрополітен»

Сьогодні Київський метрополітен – це швидкісна позавулична, переважно підземна, транспортна система Києва. Діють три лінії, експлуатаційна довжина яких становить 69,648 км, 52 станції зі трьома підземними вузлами пересадки в центрі міста. Усі лінії електрифіковані постійною напругою 825 В, на них працюють 5-ти вагонні електропоїзди довжиною приблизно 100 м. Метрополітен відкритий для пасажирів щоденно з 06.00 до 00.00.

Після відкриття 6 листопада 1960 року став третім метрополітеном у СРСР після московського та ленінградського.

Експлуатує систему комунальне підприємство «Київський метрополітен», що підпорядковане КМДА, створене у 1990 році як правонаступник підприємства, що підпорядковувалося МШС. На підприємстві працює майже 8 тисяч працівників, у його складі діють адміністрація, 13 служб, зокрема електродепо (ТЧ-1 «Дарниця», ТЧ-2 «Оболонь» і ТЧ-3 «Харківське»), вагоноремонтний завод (ВРЗ), та інші підрозділи. Основні доходи підприємство отримує від основної

діяльності – перевезення пасажирів, у вигляді безпосередньої оплати пасажирами та як компенсацію від міста за пільгові категорії громадян, а також непрофільних доходів – надання в оренду площ, рекламних площ і субвенції з міського бюджету.

Найбільш завантаженими є станції "Вокзальна", "Лісова", "Почайна", "Святошин", поблизу яких знаходяться великі залізничні станції та маршрути приміського транспорту. Пасажиропотік на кожній з них складає близько 60 тисяч пасажирів щодоби. Тому вживаються заходи з розвантаження таких станцій — проектуються допоміжні виходи та переходи.

Для поліпшення обслуговування пасажирів, у метрополітені впроваджено мобільний зв'язок, встановлено інформаційні монітори, які полегшують користування цим транспортом глухими пасажирами, камери відеоспостереження, на нових станціях змонтовані ліфти-підйомники для тих, хто не може самостійно пересуватися сходами, а для пасажирів з вадами зору на краю платформи нанесено спеціальне обмежувальне покриття з рифленого пластика, що допоможе їм орієнтуватися при посадці у вагон.

В основу роботи Київського метрополітену покладена одна з найкращих світових технологій, яка орієнтована на більші обсяги перевезень, ніж на заході. Наразі світовим стандартам у Київському метрополітені відповідає основна система забезпечення безпеки руху поїздів – система автоматичної локомотивної сигналізації з автоматичним регулюванням швидкості, а також оперативно-технологічний радіозв'язок, мережа телевізійних екранів на станціях метрополітену, управління стрілками та сигналами станцій метрополітену з центрального диспетчерського поста з комп'ютерним керуванням, управління роботою станцій з застосуванням технагляду. Усі лінії метрополітену обладнані пристроями автоматичного виявлення неполадок, що можуть призвести до аварійних ситуацій.

Таблиця 2.1

Порівняння технічних характеристик метрополітену в перші дні роботи і сьогодні

Характеристика	1960 рік	2020 рік
1	2	3
Кількість ліній	1	3
Кількість станцій	5	52
Кількість пересадочних вузлів	-	3
Експлуатаційна довжина ліній	5,2 км	69,648 км
Кількість депо	1 (Тимчасове депо "Дніпро")	3 ("Дарниця", "Оболонь", "Харківське")
Кількість вагонів у поїзді	3	5
Інвентарний парк пасажирських вагонів	24	821
Середньодобові перевезення (млн.пас.)	0,13	1,36
Пасажирські перевезення за рік (млн.пас.)	4,67	496,1 (за 2020 рік)
Кількість ескалаторів	18 на 4 станціях	122 на 26 станціях
Максимальні розміри руху (пар поїздів/год.)	20 (15 - фактично)	40
Кількість вентиляційних шахт	8	111

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
Кількість вентиляторів головного провітрювання	16	216
Кількість водовідливних установок	8	231
Кількість електричних підстанцій	5	82
Кількість стрілочних переводів	5	274

2.3 Характеристика станції «Майдан Незалежності» Оболонсько-Теремківської лінії

Станція Майдан Незалежності особлива в своєму роді для Київського метрополітену. Станція першого класу з пересадочним вузлом на станцію Хрещатик Святошинсько-Броварської лінії до якого входять так звані «короткий» та «довгий» переходи. Але головною особливістю станції є її колійний розвиток це 3-тя станційна колія до якої примикає службово-з'єднувальна гілка що з'єднує між собою всі три лінії між собою, схема станції зображена на рисунку 2.1.

Перегін ст. «Майдан Незалежності» – ст. «Поштова площа» – двоколійний, обладнаний:

- основним засобом регулювання руху поїздів – пристроями автоматичної локомотивної сигналізації з автоматичним регулюванням швидкості (АЛС-АРШ);

- резервним засобом регулювання руху поїздів – одностороннім колійним автоматичним блокуванням (автоблокуванням) з використанням тільки вихідних світлофорів;
- поїзним радіозв'язком;
- тунельним зв'язком.

Перегін ст. «Майдан Незалежності» – ст. «Площа Льва Толстого» – двоколійний, обладнаний:

- основним засобом регулювання руху поїздів – пристроями автоматичної локомотивної сигналізації з автоматичним регулюванням швидкості (АЛС-АРШ);
- резервним засобом регулювання руху поїздів – одностороннім колійним автоматичним блокуванням (автоблокуванням) з використанням тільки вихідних світлофорів;
- поїзним радіозв'язком;
- тунельним зв'язком.

Службово-з'єднувальна вітка – одноколійний перегін обладнаний:

- основним засобом регулювання руху поїздів – пристроями автоматичної локомотивної сигналізації з автоматичним регулюванням швидкості (АЛС-АРШ);
- резервним засобом регулювання руху поїздів – двостороннім колійним автоматичним блокуванням (автоблокуванням) з використанням тільки вихідних, вхідних світлофорів;
- поїзним радіозв'язком;
- тунельним зв'язком.

I головна станційна колія – від вхідного світлофора КЛ-175 на ПК 118+83,47 до вихідного світлофора 181М на ПК 123+64.

II головна станційна колія – від вхідного світлофора КЛ-186 на ПК 125+04,40 до сигнального знака «Межа станції Майдан Незалежності»,

встановленого на відстані 176м на ПК 131+20 від центру стрілочного переводу №2 на ПК 119+26.

По службово-з'єднувальній гілці Оболонсько-Теремківська лінія – світлофор КЛ-7 ПК 011+22,70, по Сирецько-Печерській лінії світлофор КЛ9 ПК 00+41,12.

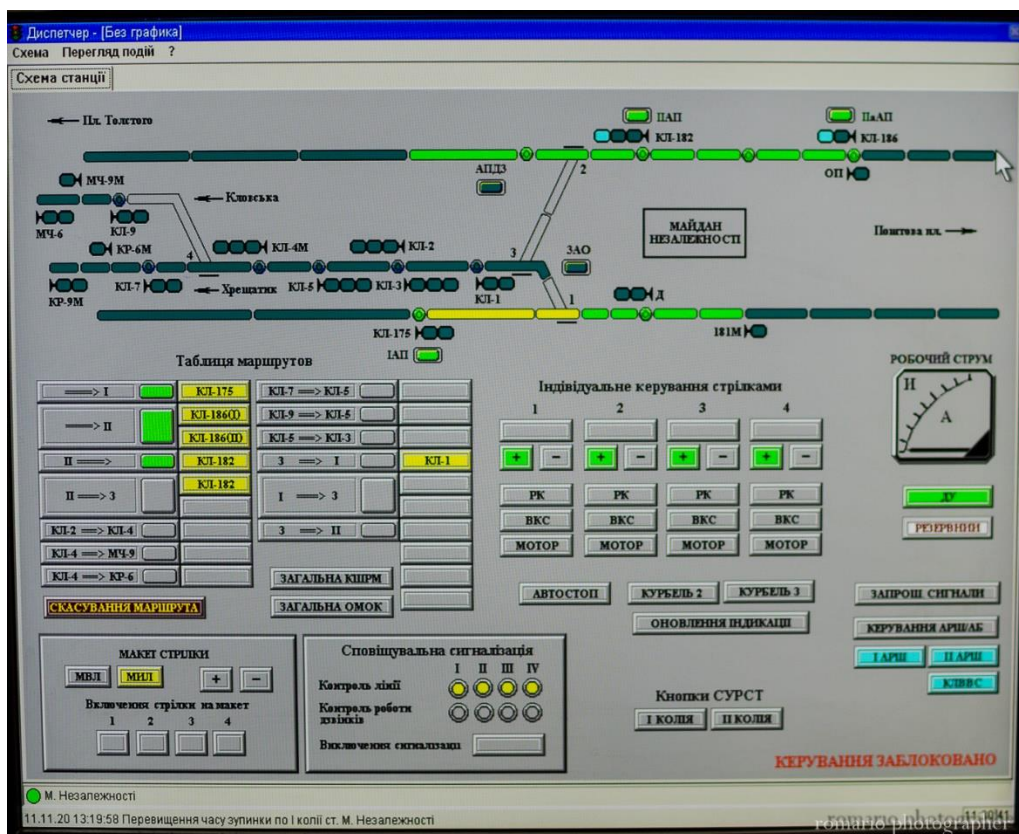


Рисунок 2.1 – Пульт ЕЦК станції «Майдан Незалежності»

Всі основні технічні характеристики станційних колій, стрілочних переводів, світлофорів керування якими здійснюється з пульта керування станції «Майдан Незалежності» та їх сигнальні показання, види зв'язку якими обладнана станція, то що наведені в таблицях 2.2 – 2.4.

Таблиця 2.2

Відомості про колії в межах станції

№ колії	Найменування колії та її призначення	Довжина колії						Контактна рейка
		повна довжина			корисна довжина			
		від	до	м	від	до	м	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	Головна станційна колія для прийому, відправлення непарних поїздів та виконання маневрових пересувань	вхідного світлофора КЛ-175 (ПК118+83,47)	вихідного світлофора 181М (ПК123+64)	481	торця платформи (ПК 122+38)	торця платформи (ПК123+38)	100	Так
II	Головна станційна колія для прийому, відправлення парних поїздів та виконання маневрів	вхідного світлофора КЛ-186 ПК125+04.40)	сигнального знаку «Межа станції Майдан незалежності»	656	торця платформи (ПК 122+38)	торця платформи (ПК 123+38)	100	Так
3	Станційна колія для прийому, відправлення поїздів та виконання маневрів, обороту та відстою рухомого складу	Стика рамної рейки стрілки №3 (ПК 018+88.94)	Світлофора КЛ-7 (ПК011+22,70 Світлофора КЛ-9 (ПК00+41,12)	752 505	Стика рамної рейки стрілки №3 (ПК 018+88.94)	Стика рамної рейки стрілки №4 (ПК 014+08.87)	450 450	Так

Таблиця 2.3

Відомості про світлофори в межах станції

Номер світлофора, номер колії та точне місце знаходження світлофора, ПК	Наявність запрошувального сигналу та особливості відкриття	Призначення світлофора, спосіб керування та місце розміщення, з правої сторони чи лівої за правильним напрямком руху	Обладнання маршрутними покажчиками, їх показання, назви маршрутів та показання світлофорів при відповідних маршрутах	Номер рейкових кіл в які подається забороняюча сигнальна команда
1	2	3	4	5
КЛ-1 3 станційна колія ПК 018+74,02	Обладнаний, відкривається тільки на I колію	маневровий, напівавтоматичний, з правої сторони	«1» - подача з 3 станційної колії на I головну станційну колію; «2» - подача з 3 станційної колії на II головну станційну колію;	3
КЛ-2, 3 станційна колія ПК 017+47,29	обладнаний	вихідний, напівавтоматичний з правої сторони	-	3
КЛ-3, 3 станційна колія ПК 017+47,29	обладнаний	маневровий, напівавтоматичний, з правої сторони	-	-
КЛ-4М 3 станційна колія ПК 014+24,29	обладнаний	вихідний суміщений з маневровим напівавтоматичний, з правої сторони	«МЧ» - рух в напрямку ст. «Кловська»; «КР» - рух в напрямку ст. «Хрещатик»;	-
КЛ-5 3 станційна колія ПК 015+48,39	обладнаний	вхідний напівавтоматичний, з правої сторони	-	-
КЛ-7 3 станційна колія ПК011+22,70	обладнаний	вхідний напівавтоматичний, з правої сторони	-	-

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	5
КЛ-9 3 станційна колія ПК00+41,12	обладнаний	вхідний напівавтоматичний, з правої сторони	-	-
КЛ-175 I головна станційна колія ПК118+83,47	обладнаний	вхідний напівавтоматичний, з правої сторони	-	1716
Д I головна станційна колія ПК 122+26,99	обладнаний	маневровий напівавтоматичний, з правої сторони	«В» - подача з I головної станційної колії на 3 станційну колію до світлофора КЛ- 2	-
181М I головна станційна колія ПК123+64	не обладнаний	вихідний, автоматичний, з правої сторони	-	-
КЛ-186 II головна станційна колія ПК125+04,40	обладнаний	вхідний напівавтоматичний, з правої сторони	-	190a
КЛ-182 II головна станційна колія ПК122+15,99	обладнаний	вихідний сумщений з маневровим, напівавтоматичний, з правої сторони	«3» - подача з II головної станційної колії на 3 станційну колію до світлофора КЛ- 2; «2» - відправлення з II головної станційної колії; «В» - подача з II головної станційної колії на з'єднувальну вітку;	186, 186a
ОП II головна станційна колія ПК 125+04,40	-	сигнал небезпеки, з правої сторони	-	-

Таблиця 2.4

Відомості про стрілки

№ стрілки	Положення стрілки	Працівник, який має право переводити стрілку курбелем, при її неможливості переведення з пульта ЕЦ	Номер курбелю та його місце зберігання
1	2	3	4
1.	Положення «+» на I головну станційну колію, положення «-» до стрілки №3	Черговий станційного поста централізації, начальник станції, електромеханік СЦБ, майстер шляховий	№1 – на станційному посту централізації в опломбованому ящику; №2 – заблокований в курбельному апараті поблизу стрілки №3 ПК 018+88.94 №3 – заблокований в курбельному апараті поблизу стрілки №4 ПК014+08.87
2.	Положення «+» на II головну станційну колію, положення «-» до стрілки №3		
3	Положення «-» на II головну станційну колію, положення «+» на I головну станційну колію,		
4	Положення «-» на ст. «Кловська», положення «+» на ст. «Хрещатик»,		

3 РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ УБЕЗПЕЧЕННЯ ПАСАЖИРІВ ДЛЯ УМОВ КИЇВСЬКОГО МЕТРОПОЛІТЕНУ

В розділі детально описана проблема падіння пасажирів на колію в метрополітені, шляхи виходу з цієї ситуації та можливі наслідки. Також запропоновано вирішення проблеми за допомогою автоматичних платформних дверей та проаналізовано можливе місце їх встановлення.

3.1 Проблема падіння людей на колію

Зазвичай, метрополітен працює чітко та безвідмовно що не несе ніякої небезпеки для його пасажирів, але час від часу або через несправності певних механізмів, або, як часто буває, через людський фактор виникають інциденти що призводять до травмувань пасажирів.

Найрозповсюдженішими випадками травмувань пасажирів в КП «Київський метрополітен» є падіння пасажирів на ескаляторах та падіння з платформи на колію. І в тому і в іншому випадку майже завжди ключовим фактором виступає людський, а саме порушення правил користування метрополітену, власна неуважність пасажирів, погіршення самопочуття також можливе травмування з вини інших пасажирів з вини працівників метрополітену, або через незадовільний технічний стан обладнання, але таке трапляється дуже рідко.

Оскільки темою даної роботи є обладнання платформ станцій автоматичними платформними дверима, розглянемо більш детально саме ту проблему яку вони вирішують, а це падіння пасажирів на колію. Падіння на колію це по перше падіння з висоти 1100 мм, що само по собі травмонебезпечно, але

крім висоти на неуважного пасажера чатують такі небезпеки як ріжучі металеві та бетонні деталі внизу, контактна рейка яка знаходиться під напругою 850В постійного струму, що є смертельно небезпечною цифрою для будь-якої людини, але всі ці аспекти ні що перед загрозою наїзду поїзда на людину. В разі падіння пасажера на колію при відсутності прибуваючого поїзда, черговий по станції що знаходиться на платформі зобов'язаний попередити пасажера про небезпеку ураження струмом при спробі самотужки вибратись на платформу, вказати напрямок руху до найближчого і найбезпечнішого виходу з колії, доповісти про випадок диспетчеру поїзному (ДЦХ) та з його дозволу спуститись на колію та вивести пасажера. Такий сценарій подій можливий тільки якщо пасажир, впавши на колію, залишився цілий і не ушкоджений, або травмувався не суттєво та знаходився в адекватному стані, тому цей сценарій є також і найоптимістичнішим. Якщо ж пасажир, що впав отримав сильні травми та знаходить в безпосередній близькості до контактної рейки, або ж поведінка пасажера є неадекватною і немає впевненості в тому що його дії не призведуть до враження струмом, черговий по станції одночасно з доповіддю ДЦХ про випадок повинен надати йому заявку про зняття напруги з контактної рейки, після чого ДЦХ дає наказ на зняття Енергодиспетчеру (ЕЦ). Енергодиспетчер, в свою чергу, негайно виконує необхідні для цього дії та повідомляє про зняття напруги ДЦХ. Тоді диспетчер викликає чергового по станції та надає відповідний наказ йому, впевнившись в правильному сприйнятті дає дозвіл на проведення робіт по вилучення пасажера з колії. В деяких випадках для убезпечення себе та пасажера, шляхом унеможливлення подачі напруги, черговому по станції також, на контактну та ходову рейку, необхідно встановити переносне заземлення. Тільки після всіх цих дій пасажир видаляється з колії, після чого на контактну рейку подається напруга та відновлюється рух поїздів. Наступний варіант розвитку подій, це падіння перед прибуваючим поїздом. В цьому випадку дії працівників нічим не відрізняються, крім того що необхідно вжити всіх можливих зусиль до

зупинки поїзда, з боку чергового по станції це подача в рейкові кола та світлофори, за їх наявності, заборонного показання засобами СЦБ з блок-поста, та подача сигналу зупинки диском червоного кольору з платформи. Якщо наїзду вдалось уникнути, виконуються всі вище описані дії, за винятком того, що у вилученні пасажирів приймає участь машиніст, та встановлює переносне заземлення яке знаходиться в кабіні керування електропоїздом. Залишився останній та найнебезпечніший випадок, а саме падіння пасажирів на колію з послідувачим наїздом на нього прибуваючого поїзда. В даному випадку станція закривається, пасажирів з неї евакуюються, на станцію негайно викликаються підрозділи аварійно-відновлювальних формувань метрополітену для ліквідації наслідків наїзду.

Всі вище описані випадки, хоч і в різних обсягах, але призводять до травмувань пасажирів та затримок руху поїздів, їх відміни та в деяких ситуаціях навіть до порушення нормальної роботи метрополітену.

Згідно Аналізів стану безпеки руху в КП «Київський Метрополітен» з початку 2019 року сталися такі випадки падінь на колії пасажирів [10]:

- 02.04.2019, 22год 42хв, пасажир 1968 р. н. через погіршення самопочуття впав на I головну станційну колію ст. «Героїв Дніпра», в результаті падіння отримав закриту травму грудної клітини та закриту травму живота;
- 07.04.2019, 07год 05хв, пасажир 1994 р. н. з особистої необережності впав на I головну станційну колію ст. «Сирець», в результаті падіння отримав черепно-мозкову травму голови;
- 08.04.2019, 06год 35хв, пасажир 1982 р. н. під час перебування на платформі зайшов за обмежувальну лінію та впав на I головну станційну колію ст. «Лісова», в результаті падіння отримав смертельну травму;
- 11.06.2019, 20год 36хв, пасажир 1982 р. н. під час перебування на платформі зайшов за обмежувальну лінію та впав на II головну станційну

колію ст. «Почайна», в результаті падіння отримав закритий перелом грудної клітини, травму таза та численні забої;

- 27.07.2019, 19год 14хв, пасажир (40-45 років), який перебував на платформі ст. «Кловська», впав на колію у відсутності поїзда, в результаті падіння отримав закриту черепно-мозкову травму та перелом правої руки;

- 13.08.2019, 21год 32хв, пасажир 1966 р. н. перебував на території метрополітену в нетверезому стані, впав на I головну станційну колію ст. «Університет», в результаті падіння отримав рвану рану живота та опіки верхніх кінцівок;

- 27.08.2019, 20год 15хв, пасажир 1980 р. н. з особистої необережності, впав на II головну станційну колію ст. «Палац Україна», в результаті падіння отримав різану рану лівого стегна;

- 25.10.2019, 17год 33хв, пасажир 1975 р. н. через погіршення самопочуття впав на I головну станційну колію ст. «Почайна» та в результаті падіння отримав струс головного мозку;

- 22.02.2020, 11год 00хв, пасажир 1939 р. н. через погіршення самопочуття впав на I головну станційну колію ст. «Золоті ворота» у відсутності поїзда, в результаті падіння отримав черепно-мозкову травму.

Наведені вище дані занесемо в порівняльну таблицю 3.1

Таблиця 3.1

Систематизація випадків падінь пасажирів на колії

Кількість випадків падінь на колію по лініях, од.			Розподіл випадків по часових проміжках протягом доби, од.			Типи станцій на яких були зафіксовані падіння на колію, од.		
СБЛ	ОТЛ	СПЛ	06:00 - 09:00	09:00 - 17:00	17:00 - 00:00	Пересадочні	Проміжні	Кінцеві
2	4	3	2	1	6	1	5	3

Наведена вище статистика показує, що кількість випадків падінь пасажирів на колії не залежить від лінії на якій це сталось, або від типу станції. Проте, якщо проаналізувати проміжки часу в яких стались такі випадки можна помітити, що на протязі дня (09:00 – 17:00) відбулось лише одне падіння, а от в проміжки від відкриття станцій до закінчення ранкової години пік (06:00 – 09:00) та від початку вечірньої години пік до закриття станцій (17:00 – 00:00) сталось два та шість випадків падіння пасажирів відповідно. Можна виявити закономірність, що чим більше на даний момент часу в метрополітені пасажирів тим більша вірогідність падіння їх на колію.

Наступним висновком з цієї статистики є те, що якби станції Київського метрополітену були обладнані автоматичними платформними дверима, за період в 8 місяців можна було б уникнути 8 випадків травмувань пасажирів а також зберегти одне людське життя, що є беззаперечним доказом актуальності та необхідності встановлення автоматичних платформних дверей.

3.2 Технічні аспекти встановлення автоматичних платформних дверей в умовах КП «Київський метрополітен»

Зробивши висновок, що встановлення платформних дверей є доцільним, як мінімум, з соціальної точки зору, розглянемо деякі технічні моменти установки та налаштувань платформних дверей в умовах КП «Київський метрополітен».

Отже, як показує світовий досвід, станції будь-якого типу можливо обладнати автоматичними платформними дверями. Залишається вирішити як зробити роботу дверей безперебійною і безпечною для пасажирів. Найбільшою небезпекою для пасажирів при експлуатації платформних дверей є можливість їх потрапляння в простір між дверями поїзда і платформними дверями. Для

вирішення цієї проблеми можна використати системи подібні тим, що на даний час контролюють несанкціонований прохід пасажирів в тунель в київському метрополітені, так звані ДПКПТ (двобар'єрні пристрої контролю проходу в тунель), які складаються з концентратора на який виводиться необхідна інформація про роботу пристроїв рис. 3.1 та колійних пристрої, які безпосередньо генерують промені рис 3.2. Робота такого пристрою заключається в спрацюванні на «Тривогу» при перетинанні одного чи двох променів [11].

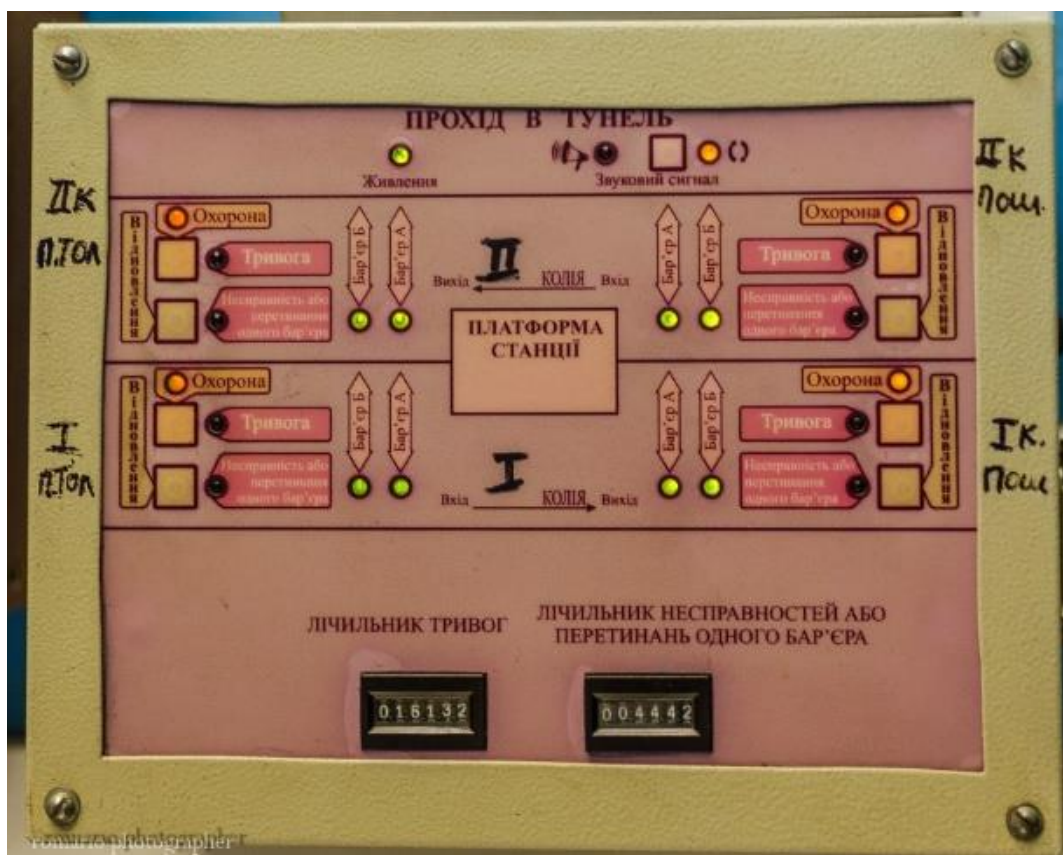


Рисунок 3.1 – Концентратор ДПКПТ в приміщенні чергового по станції «Майдан Незалежності»



Рисунок 3.2 – Колійні пристрої ДПКПТ, що розміщені в тунелі біля торця платформи станції «Майдан Незалежності» (на фото ліворуч закріплені на обрамленні тунелю)

Подібні пристрої встановлюються в створі кожних дверей та працюватимуть в комплексі з ще одною системою, яка використовується в київському метрополітені, а саме система «АЛС АРШ – система автоматичної локомотивної сигналізації з автоматичним регулюванням швидкості». Система АЛС АРШ включає в себе сигнальні покажчики якими обладнані всі поїзди київської підземки, та має такі показання: «ОЧ», «0», «40», «60», «70/80» (рис 3.3) [12]. Покажчики «40-70/80» показують допустиму швидкість і нам вони не цікаві, покажчик «0» вимагає зупинку рухомого складу та забороняє подальший рух, проте його можна «обійти» за допомогою педалі/кнопки пильності, тому він теж нас не задовольняє. Нам потрібен покажчик «ОЧ – з рос. Отсутствие частоты», при цьому показанні машиніст ніяким чином не зможе привести поїзд в рух. Необхідно зв'язати систему, яка буде контролювати наявність пасажирів чи

сторонніх предметів в просторі між станційними дверями та дверями поїзда з системою АЛС АРШ, а саме коли хоч в одному створі дверей буде перешкода, в рейкове коло на якому буде знаходитись голова поїзда і відповідно кабіна керування система АЛС АРШ буде подавати заборонну команду «ОЧ».

Також поєднання цих систем може працювати і в зворотному напрямку, двері будуть відчинятися тільки при зайнятості рейкових кіл, що знаходяться в межах пасажирської платформи.

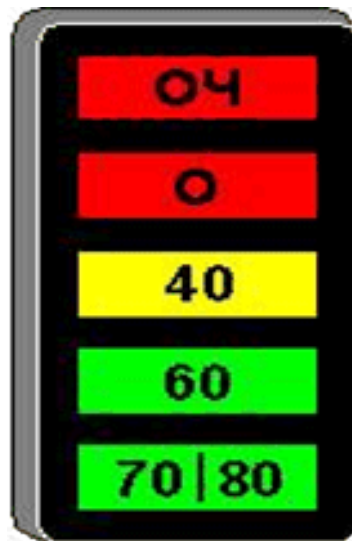


Рисунок 3.3 – Показчики АЛС АРШ в кабіні електропоїзда

3.3 Вибір місця впровадження автоматичних платформних дверей на полігоні КП «Київський метрополітен»

Розглядаючи можливість встановлення автоматичних платформних дверей на існуючих станція метрополітену виявляється ряд технічних проблем що супроводжують їх встановлення, а саме:

- конструкція важить немало, так що потрібно аналізувати стан краю платформи кожної станції індивідуально і приймати рішення по його посиленню, по заміні каменю на більш міцний, або встановлення різного роду підсилюючих конструкцій;
- обмеженість часу протягом якого можуть працювати фахівці, очевидно, що під-час руху поїздів роботи по встановленню бар'єрів не можливі, тому на виконання робіт може бути відведено 3 – 4 години вночі, що зумовлює певні труднощі;
- архітектурна складова, деякі станції являють собою архітектурний спадок столиці та будь-яка модернізація або переобладнання цих станцій являється не бажаною та потребуватиме додаткових дозволів і т. п., але дизайнери готові розробити захисні конструкції під образ кожної станції.

Зважаючи на вище викладені проблеми, випливає те що більш розумно почати в становлення автоматичних платформних дверей з нових станцій майбутньої Подільсько-Вигурівської лінії метрополітену. Для цього розглянемо проект першої черги цієї лінії який включає в себе ділянку від станції «Глибочицька» до станції «Райдужна» [13].

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-Троєщина 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».

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 (третья станційна колія) призначена для підключення службово-з'єднувальної вітки, а також забезпечення обертів 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 3.4.

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 трьохстрічкового ескалатора висотою 56 м піднімається в підземний вестибюль, розташований на перетині вулиць Татарська та Підгірна на Татарці. Із цього вестибюля можливий рух у трьох 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 portalу 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 portalу 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.

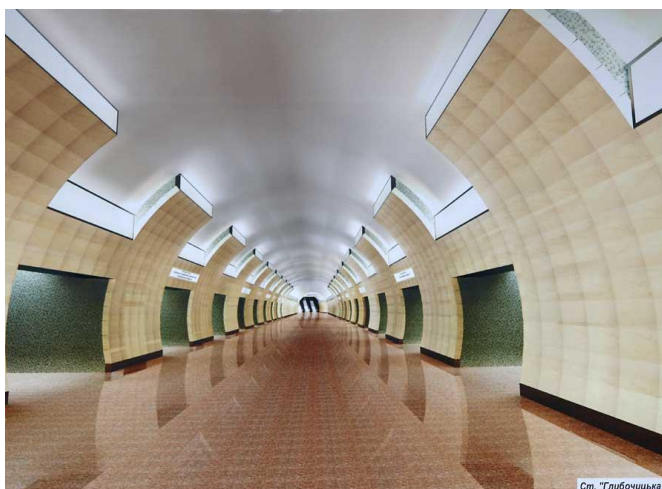


Рисунок 3.4 – Архітектурне рішення станції «Глибочицька»

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» Оболонсько-Теремківської 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 3.5.

Над метрополітенем по всій довжині естакад і мостів улаштовано автопроїзди.



Рисунок 3.5 – 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 3.6.

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.

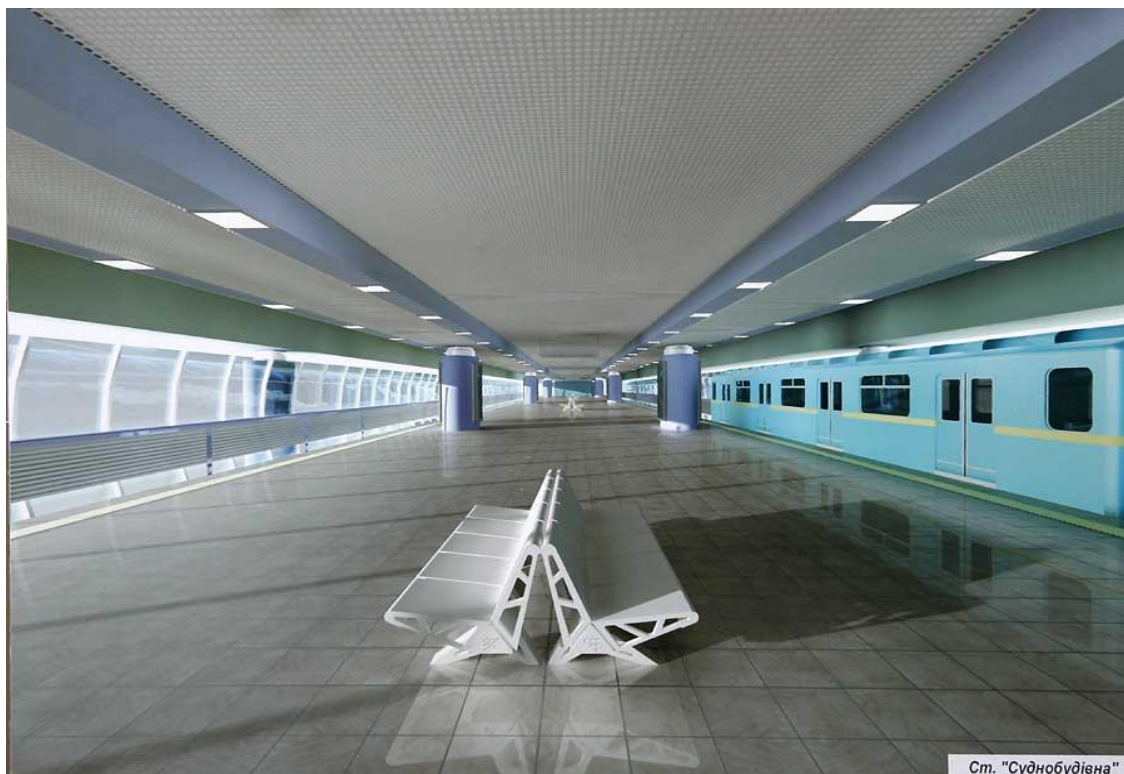


Рисунок 3.6 – Архітектурне рішення станції «Суднобудівна»

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 3.7, 3.8. По обидва боки станції для захисту пасажирів від вітру та атмосферних опадів запроектовано 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 3.7 – Архітектурне рішення станції «Труханів острів» вестибюль.



Рисунок 3.8 – Архітектурне рішення станції «Труханів острів» вид ззовні

КвР – 275.02 – ДУІТ – КІЗТ – УЗТ – ТТУПІІ - ПЗ

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 мілкою 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 колійний розвиток у вигляді перехресного з'їзду та третьої і четвертої станційних колій для обертів та відстою рухомого складу.

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 емалі, які нагадуватимуть райдугу. Підлогу платформи планується улаштувати з шліфованих гранітних плит.

Архітектурне рішення зображено на рисунку 3.9.



Рисунок 3.9 – Архітектурне рішення станції «Райдужна»

Також можна додати цікавий факт, що раніше на станції планувалася 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 Троєцину до станції «Прспект 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».

Проаналізувавши проект лінії, можна зробити припущення що найбільший пасажиропотік генеруватиметься на станціях «Глибочицька» та «Подільська» так як вони будуть пересадочними на, відповідно, станцію «Лук'янівську» Сирецько-Печерської лінії та станцію «Тараса Шевченка» Оболонсько-Теремківської лінії [13].

Станція «Глибочицька» буде підземною глибокого залягання, а станція «Подільська» надземною. В світовій практиці станції таких типів успішно обладнують автоматичними платформними дверима, тому абсолютно доцільним буде вибір цих станцій пілотними в проекті установки платформних дверей.

4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ВАРІАНТУ ТЕХНІЧНИХ ПРИСТРОЇВ, ЯКІ ВИКЛЮЧАЮТЬ ВИХІД ЛЮДЕЙ НА КОЛЮ

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:

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

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

- для нового будівництва;
- для реконструкції;
- 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 проектуванні в дві стадії за встановленим порядком є підставою для розробки наступної стадії проектування.

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

4.1 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).

4.2 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 [15].

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:

- *бюджетні асигнування* (на основі неповернення) – виділяються для проектів національного масштабу, міжгалузевого і галузевого рівнів, а також соціальної сфери;
- *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;
- *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;
 - *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;
 - *змішане фінансування* – це бюджетні кошти, довгострокові банківські кредити, власні кошти підприємств (прибуток, амортизаційні відрахування, мобілізація внутрішніх ресурсів тощо);
 - *нетрадиційні джерела фінансування* – це випуск і реалізація державних цінних паперів;
 - *іноземні інвестиції* – формуються за рахунок кредитів міжнародних фінансових організацій, приватних інвестицій іноземних інвесторів і в результаті надання технічної допомоги.

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

$$K = C_M + C_{об}, \quad (4.1)$$

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

$$C_M = \text{ФОП}_M + C_C + C_{вл} + C_{пр}, \quad (4.2)$$

де ФОП_M – фонд оплати праці робітників, зайнятих на монтажі, грн;

C_C – відрахування на соціальне страхування, грн;

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

$C_{пр}$ – інші витрати 5 % від ФОП_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

$$C_C = 0,22 \cdot \text{ФОП}, \quad (4.3)$$

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

ФОП – 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

$$\text{ФОП} = \text{Ч}_{\text{яв}} \cdot (\text{МТС} + \text{С}_{\text{зал}} + \text{С}_{\text{прем}}), \quad (4.4)$$

де $\text{Ч}_{\text{яв}}$ – явочна чисельність, чол;

МТС – місячна тарифна ставка, грн;

$\text{С}_{\text{зал}}$ – надбавка працівникам метрополітену за вислугу років, грн;

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

Для розрахунків даних, як було вирішено в попередньому розділі, оберемо одну з пересадочних станцій майбутньої Подільсько-Вигурівської лінії, а саме станцію «Глибочицька».

Розрахуємо впровадження автоматичних платформних дверей лиш на одній станції і під час її будівництва, а не реконструкції, що означає більше часу для виконання робіт. Отже, приймемо умову, що роботи будуть виконуватись бригадою з одного старшого електромеханіка та трьох електромеханіків, загалом чотири працівники.

Розрахуємо фонд оплати праці для старшого електромеханіка (ФОП_1) та трьох електромеханіків (ФОП_2) та для бригади в цілому (ФОП).

$$\text{ФОП}_1 = (13600 + 2720 + 1360) = 17680 \text{ грн};$$

$$\text{ФОП}_2 = 3 \cdot (12100 + 2420 + 1210) = 47190 \text{ грн};$$

$$\text{ФОП} = \text{ФОП}_1 + \text{ФОП}_2 = 17680 + 47190 = 64870 \text{ грн};$$

$$\text{С}_c = 0,22 \cdot 64870 = 14272 \text{ грн};$$

$$C_M = 64870 + 14272 + 5655 + 3244 = 88041 \text{ грн};$$

Вартістю нового устаткування $C_{об}$ приймемо вартість автоматичних платформних дверей турецького виробництва, що були встановлені на станціях нової Зелено-Лужської лінії Мінського метрополітену, в зв'язку з тим що їх установка відбулась найпізніше в близькому за технічним оснащенням метрополітені пострадянського простору, тому:

$$C_{об} = 24178000 \text{ грн};$$

$$K = 24178000 + 264123 = 24442123 \text{ грн.}$$

Можна зробити висновки, що загальна сума на монтажні-пускові роботи за результатами формули (4.4) для чотирьох робітників складає 64870 грн. Сума відрахувань на єдиний соціальний податок по формулі (4.3) становить 14272 грн.

Згідно з формулою (4.2) вартість робіт по монтажу устаткування дорівнює 88041 грн.

Реальний термін робіт на станції – 3 місяці. Тому затрати на монтаж системи складе 264123 грн.

Прийняті витрати на придбання нового обладнання для впровадження автоматичних платформних дверей становлять 24178000 грн.

Основні дані та отриманні результати розрахунків фонду оплати праці занесемо в таблицю 4.1

Таблиця 4.1

Приведений фонд оплати праці

<i>Параметри</i>	<i>Старший ел.механік</i>	<i>Електромеханік</i>
Явочна чисельність	1	3
МТС на одного працівника, грн	13600	12100
Премія на одного працівника, грн.	2720	2420
Надбавка на одного працівника, грн	1360	1210
Місячний фонд на одного працівника , грн.	17680	15730
ФОП на монтаж, грн.	17680	47190

В результаті розрахунку отримаємо загальну вартість нового устаткування. Капітальні вкладення системи автоматичних платформних дверей за (4.1) по станції метро «Глибочицька» Подільсько-Вигурівської лінії становлять близько 24,5 млн. гривень.

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

$$T_{ок} = \frac{K}{P_{приб}}, \quad (4.5)$$

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

$P_{приб}$ – очікувані щорічні доходи, що плануються (сумарний грошовий потік, або чистий грошовий потік), млн. грн.

Доходи – одне з основних джерел формування фінансових ресурсів підприємства та формування фондів грошових коштів підприємства, які розраховуються за формулою

$$P_{\text{приб}} = k \cdot x \cdot c, \quad (4.6)$$

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

x – відсоток платоспроможних пасажирів (50%);

c – вартість проїзду в метрополітені, грн.

Отже, очікувані щорічні доходи від впровадження становить

$$P_{\text{приб}} = 4,9 \cdot 0,5 \cdot 8 = 19,6 \text{ млн. грн/рік.}$$

Також ми можемо зробити припущення, що після впровадження автоматичних платформних дверей підвищиться загальний рівень безпеки і зменшиться кількість нештатних ситуацій, в результаті чого, зросте пасажиропотік на 5%. Тоді доходи становитимуть за рік [16]:

$$P_{\text{приб}} = 19,6 \cdot 1,05 = 20,58 \text{ млн. грн/рік.}$$

Капітальні інвестиції за (4.1) по станції метро «Глибочицька» Подільсько-Вигурівської лінії становлять 24,5 млн. гривень, звідси можемо порахувати термін окупності для однієї станції

$$T_{\text{ок}} = \frac{24,5}{20,58} = 1,19 \text{ року.}$$

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, так як термін окупності проекту для станції «Глибочицька» становить трохи більше 1 року.

4.3 Економія витрат при впровадженні автоматичних платформних дверей

В попередньому розділі було з'ясовано, що впровадження автоматичних платформних дверей є економічно виправданим та проект має не великий термін окупності, про те є ще деякі аспекти, які говорять на користь автоматичних платформних дверей.

Якщо впровадити, паралельно з дверями, інтелектуальну систему відео контролю (ІСВК), можна досягнути економії у виплатах заробітної плати, щоб зрозуміти яким чином розглянемо посадову інструкцію чергового станційного телекерування в КП «Київський Метрополітен». Отже, згідно посадової інструкції чергового станційного поста телекерування затвердженої наказом №171-Д від 10.09.2018 року, на станціях, що обладнані ескалаторами, чергування, як правило, здійснюється в дві особи [17].

Чергування за пультом системи управління роботою станції з теленаглядом (далі – СУРСТ), здійснюється черговим станційного поста телекерування почергово, в період часу, коли станція відкрита для обслуговування пасажирів. Тривалість такого чергування не повинна бути більше двох годин. Про прийом та

здачу чергування виконується відповідний запис в Журналі прийому-здачі зміни та обліку зупинок ескалаторів без доповіді диспетчеру поїзному. Черговий станційного поста телекерування, який чергує за пультом СУРСТ, вважається старшим зміни та дає вказівки підпорядкованим працівникам та другому черговому станційного поста телекерування.

Як виняток, на станціях, що обладнані ескалаторами (з одним ескалаторним нахилом), дозволяється здійснювати чергування в одну особу тільки під час чергування з 20год 00хв до 08год 00хв. Таке чергування здійснюється лише за письмовим розпорядженням начальника дистанції, за умови наявності затвердженого регламенту роботи чергового станційного поста телекерування відповідної станції в одну особу та забезпечення знаходження біля нижніх гребінок ескалаторів чергового біля ескалатора або машиніста прибиральних машин, який має право здійснювати нагляд за роботою ескалаторів.

На станціях, що не обладнані ескалаторами, чергування здійснюється в одну особу. Контроль за зонами телеспостереження на цих станціях здійснюється черговим станційного поста телекерування в період часу вільний від виконання посадових обов'язків на платформі станції та коли станція відкрита для обслуговування пасажирів.

Завдання та обов'язки чергового станційного поста телекерування (ДСЦПТ):

- забезпечує безпечний прийом, відправлення, пропуск поїздів, виконання маневрової роботи на станції, контроль за виконанням графіка руху поїздів, за роботою ескалаторів (в районі нижніх та верхніх гребінок) безпечне перевезення пасажирів та дотримання належної культури їх обслуговування;
- заміщує начальника станції з усіх оперативних питань в період його відсутності.

До початку чергування ДСЦПТ зобов'язаний:

- ознайомитись з графіком руху поїздів, з поїзним станом на станції, планом наступної роботи, наявними наказами та розпорядженнями, що стосуються руху поїздів і маневрової роботи;
- перевірити на якому керуванні перебувають пристрої електричної централізації (диспетчерському або місцевому), переконатися в справності приладів керування пристроями СЦБ та зв'язку та наявності пломб відповідно до опису;
- перевірити, чи увімкнено пристрої контролю проходження в тунель, і переконатися у їх справності відповідно до діючих інструкцій про порядок користування ними;
- перевірити наявність на робочому місці й справність сигнального приладдя та інвентарю;
- ознайомитись із записами в поїзній документації, що ведеться ДСЦПТ.

Під час чергування ДСЦПТ зобов'язаний:

- оформити у відповідних журналах запис про прийом чергування та доповісти диспетчеру поїзному;

Перед початком руху електропоїздів зобов'язаний:

- провести зовнішній огляд стрілочних переводів, сигналів світлофорів, станційних колій, перевірку закріплення поворотних конструкцій стаціонарних ліхтарів сигналів зупинки і замків східних пристроїв та оформити про це відповідний запис в Журналі огляду;
- випробувати роботу централізованих стрілок та перевірити з пульта керування пристроями електричної централізації правильність встановлення та скасування всіх маршрутів, вільних від рухомого складу (крім авторежимів);
- переконатись за індикацією пристроїв контролю проходу в тунель, що дані пристрої перебувають в режимі «Охорона» та оформити про це відповідний запис;

Перед відкриттям станції перевірити її готовність встановленим на метрополітені порядком, а саме:

- при обладнанні станції ескалаторами – провести огляд елементів ескалатора (поручнів, елементів балюстради, сходового полотна на наявність сторонніх предметів між суміжними сходами, між сходами та фартухами балюстради по нахилу, під поручнем, вхідних площадок, гребінок на предмет наявності сторонніх предметів між зубцями гребінки та наявність усіх зубців гребінки);
- наявність обладнання та його належне маркування (прибиральні машини, вогнегасники, ящики з піском, переносні бар'єри тощо);
- зачинення торцевих хвірток на замки чи запірні пристрої;
- наявність первинних засобів пожежогасіння в рівні платформи;
- наявність та справність засобів індивідуального захисту в приміщеннях чергового по станції;
- наявність телефонних апаратів в рівні платформи і в приміщенні чергового станційного поста телекерування та відсутність зовнішніх механічних пошкоджень на них;
- перевірити якість роботи ескалаторного диспетчерського зв'язку, що розміщений в приміщенні чергового станційного поста телекерування (при наданні доповіді про готовність ескалаторів до роботи);
- наявність ключів на дошках робочих ключів згідно переліку;
- наявність пломб на пристроях в приміщенні чергового станційного поста телекерування відповідно до переліку;
- санітарний стан станції.

Під час руху електропоїздів та обслуговування пасажирів:

- вживати необхідних заходів щодо забезпечення нормальної роботи станції, безпеки руху поїздів, безпечного перевезення та культури обслуговування пасажирів;

- у разі несприятливих погодних умов (снігопад, хуртовина, ожеледиця тощо) вжити заходів щодо своєчасного виклику працівників відповідних служб та підрозділів метрополітену для прибирання снігу та льоду на прилеглий до станції території;
- у разі виникнення нещасних випадків з пасажирями зібрати первинні матеріали розслідування, повідомити про випадок диспетчеру поїзному, начальнику станції, начальнику дистанції та в подальшому діяти встановленим на метрополітені порядком;
- знаходитися на станції в межах досягнення зв'язку з диспетчером поїзним відповідно до чинного регламенту роботи (допускається короткочасна розбіжність з регламентом по виробничій або власній необхідності);
- контролювати виконання графіка руху поїздів за інтервалами між поїздами відповідно до виписок з чинних графіків руху поїздів, затверджених начальником станції; забезпечувати своєчасне, безперешкодне приймання, відправлення та прослідування поїздів станцією; вести попереджувальну інформацію пасажирам, які знаходяться на платформі; стежити за висадкою і посадкою пасажирів, закриттям дверей у вагонах поїздів; не допускати затримки поїздів; регулювати розміщення пасажирів на платформі станції;
- про всі випадки відхилення від графіка руху поїздів на 30 секунд і більше доповідати диспетчеру поїзному (за його вимогою) та вживати заходів щодо забезпечення виконання графіка руху поїздів (по можливості зменшувати час стоянок поїздів на станції);
- слідкувати за справним станом рухомого (відсутністю пошкоджень), наявністю на поїзді сигналів та правильністю їх показань під час приймання, відправлення та прослідування поїздів станцією, відсутністю сторонніх осіб в хвостових кабінах поїздів, на автозчепних пристроях

- вагонів, на дахах вагонів, у разі виявлення зауважень чи порушень негайно доповісти диспетчеру поїзному;
- контролювати прослідування станцією обкатки, перегонки, поїзда з вагоном-колієвимірником (дефектоскопом), резервних та інших поїздів, призначених диспетчером поїзним, знаходячись на платформі, вести відповідну попереджувальну інформацію пасажиром гучномовним оповіщенням;
 - забезпечувати постійний нагляд за пасажирами на ескалаторах (в зоні видимості пристроями телеспостереження), за виконанням графіка роботи ескалаторів та ведення, з встановленою періодичністю, необхідної попереджувальної інформації пасажирам на ескалаторах;
 - у разі значного збільшення розміру пасажиропотоків у порівнянні зі звичайним у випадках порушення графіка руху міського наземного пасажирського транспорту, графіка руху поїздів метрополітену, масових перевезень у дні проведення поблизу станції метрополітену культурно-масових та спортивних заходів, у передсвяткові та святкові дні тощо діяти відповідно до встановленого на метрополітені порядку, вживаючи при цьому заходів щодо регулювання пасажиропотоків на станції (обмеження станції на вхід для пасажирів, зміна режиму роботи ескалаторів, пропуск поїздів без зупинки тощо).

Отже, основне що нам потрібно взяти з цієї інструкції це те, о на станції повинно постійно знаходитись два працівника і виконувати, фактично, одну роботу. В той же час, при впровадженні автоматичних платформних дверей, необхідність безпосереднього знаходження чергового станційного поста телекерування на платформі відпадає. Одне з основних завдань чергового по станції що знаходиться на платформі це недопущення, на скільки це можливо, падіння пасажиром на колію, оперативне реагування на це випадок та вихід з нього, шляхом виведення або видалення пасажиром з колії, залежно від ситуації.

Виключаючи такі ситуації, на станціях де мало б чергувати двоє чергових станційного поста телекерування ми зможемо залишити тільки одного, який постійно буде знаходитись на посту централізації та контролювати роботу за допомогою пульта СУРСТ.

Що стосується інших випадків, які вимагають присутність чергового по станції на платформі, такі як падіння пасажира на ескалаторах, маршових сходах чи інші випадки травмувань пасажирів, коли необхідно надати їм до медичну допомогу, є декілька способів вирішення даної проблеми. Черговий станційного поста телекерування зможе короткочасно покинути пост централізації, організувавши при цьому нагляд за гребінками ескалаторів з числа підпорядкованих йому працівників, які можуть виконувати цю роботу, що на даний момент є нормальною практикою в метрополітені. Також черговий станційного поста може залишатись на посту телекерування, а на допомогу пасажиру направляти чергового з приймання та відправлення поїздів, або оператора, за його наявності. Також є завдання надавати пасажирам довідкову інформацію, що до правил користування метрополітеном, способи проїзду до тієї чи іншої станції. З цим завданням впораються існуючі інформаційні вивіски, стенди та електронні довідкові табло.

Отже, впровадження автоматичних платформних дверей дозволить скоротити штат чергових станційних постів телекерування станцій, що обладнанні ескалаторами, шляхом внесення не суттєвих змін до їх посадових інструкцій та перерозподілу обов'язків з іншими працівниками.

Також слід розглянути впровадження автоматичних платформних дверей паралельно з інтелектуальною системою відео контролю (ІСВК). Така система сама буде виявляти позаштатні випадки та ситуації які будуть вимагати втручання персоналу станції. До того ж встановлення цієї системи не потрібно виконувати з нуля. На станціях вже існують системи відео нагляду, все що потрібно це модернізувати комп'ютери та програмне забезпечення, за допомогою яких буде

обробляться відео-данні. Таке рішення також суттєво підвищує безпеку перевезення пасажирів та дозволить скоротити штат працівників.

Розрахуємо економію виплати заробітної плати при скороченні 50% штату чергових станційних постів телекерування на станціях обладнаних ескалаторами де чергування виконується в дві особи на прикладі Оболонсько-Теремківської (синьої) лінії київського метрополітену, суди входять станції: «Виставковий Центр», «Деміївська», «Либідська», «Палац Україна», «Площа Льва Толстого» та «Майдан Незалежності». Отже, економія заробітної плати визначається за формулою

$$E_{зп} = y \cdot МТС \cdot (1 + K) \cdot 12 \cdot N, \quad (4.7)$$

де $E_{зп}$ – економія заробітної плати, грн;

y – доля скорочення персоналу (50%);

$МТС$ – 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

$$E_{зп} = 0,5 \cdot 11000 \cdot (1 + 0,22) \cdot 12 \cdot 14 = 1127280 \text{ грн/рік.}$$

Таким чином, ми визначили, що економія витрат на заробітну плату складе приблизно 1127280 грн щорічно (за умови скорочення штату на 50%).

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЕРГОНОМІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

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.

5.1 Система управління охороною праці на метрополітені

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 начальника 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, які діють на території України відповідно до постанови Верховної ради України від 12.09.1991р. №1545 «Про порядок тимчасової дії на території України», 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.

5.2 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.

5.3 Аналіз впливу шкідливих та небезпечних факторів на працівників метрополітену

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. В господарствах метрополітену рівні шуму на робочих місцях не повинні перевищувати норми, які вказані в “Шум, загальні вимоги безпеки”.

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. Параметри локальної вібрації у робітників колії та тунельних споруд повинні відповідати вимогам «Вібрація, загальні вимоги безпеки».

Правильно виконане раціональне освітлення має важливе значення для виконання всіх видів робіт. Світло є важливим стимулятором не тільки здорового аналізатора, але й організму в цілому. Для людини день і ніч, світло і темрява визначають біологічний ритм – бадьорість та сон. Отже, недостатня освітленість знижує рівень збудженості центральної нервової системи і природну активність усіх життєвих процесів. Це і дозволяє стверджувати, що дорого коштує не добре а погане освітлення.

Нормами встановлюються мінімально допустимі величини освітлення виробничих та допоміжних приміщень, територій виробничих підприємств,

відкритих просторів та залізничних шляхів. Мінімальна освітленість встановлюється за характеристикою зорової роботи з найменшим розміром об'єкту розрізнення, контрастом об'єкта з фоном і характеристикою фону. Враховується система робочого освітлення (загальне або комбіноване) та джерела світла.

Згідно з нормами, всі роботи за зоровими параметрами розподіляються на вісім розрядів і чотири під розряди в залежності від розміру об'єкта та умов.

На промислових підприємствах робоче освітлення більшості виробничих приміщень характеризується III, ..., VIII розрядами зорових робіт. Приміщення в основному обладнуються загальним освітленням. На поточних лініях воно локалізоване. Крім робочого освітлення, нормами передбачається встановлення аварійного, евакуаційного та охоронного освітлення.

Аварійне освітлення призначається для продовження робіт там, де у випадку відсутності робочого освітлення може порушуватися технологія, виникнути небезпека вибуху, пожежі, отруєння людей, наприклад компресорні, котельні, пічні відділення тощо.

Евакуаційне освітлення передбачають для безпечної евакуації людей із приміщень у місцях, небезпечних для проходу, судових клітках, а також на шляху евакуації людей із приміщення або території. Це освітлення повинно забезпечувати освітленість 0,5 лк на підлозі або сідцях і 0,2 лк на землі. Для цього застосовуються світильники аварійного освітлення.

Охоронне освітлення передбачають вздовж території у нічний час, або чергове в приміщенні. Для цього виділяють частину світильників робочого або аварійного освітлення, які забезпечують освітленість на рівні землі або підлоги не менше 0,5 лк.

Побутові та допоміжні приміщення повинні забезпечуватись приточно-втяжною вентиляцією з механічним побудуванням.

6 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

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.

6.1 Правова охорона навколишнього природного середовища в населених пунктах

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 перед планова 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 малозумних 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.

6.2 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 виробітках 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», цементация 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 укласти з використанням гумових амортизаторів, а на ділянці дрібного закладення застосувати конструкцію колію на баласті з мілкою гравію. На станціях колія 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.

6.3 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;
- 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 застосовуються 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, перед вестибюльної 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.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1 Офіційний сайт КП «Київський метрополітен». URL: <http://www.metro.kiev.ua>
- 2 Как управляют поездами без машиниста, Москва, 2014. URL: <http://www.gazeta.ru/tech/2014/07/15>.
- 3 Подземка на автопилоте: как работают новые поезда в метро, Москва, 2016. URL: <http://www.m24.ru/articles/метро/20022016/97724>.
- 4 Как сделать метро безопасным. Киев, 2013. URL: <http://ntn.ua/ru/video/news/2013/07/24/11444> (дата звернення 25.09.2020).
- 5 Технологии будущего. Системы безопасности минского метрополитена и его соседей, Москва, 2013. URL: <https://42.tut.by/329335>.
- 6 Станція закритого типу. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki>.
- 7 Автоматичні платформні двері. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki>.
- 8 Автоматичні платформні ворота. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki>.
- 9 Історія створення КП «Київський метрополітен» URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki>.
- 10 Аналіз стану безпеки руху поїздів, ескалаторів, автотранспорту та безпечного перевезення пасажирів на КП «Київський метрополітен» та II квартал та 6 місяців 2020 року від 19.08.2010 №3-НЗР.
- 11 Правила технічної експлуатації метрополітенів України. Київ: Видавництво «Преса України». 2015. 65 с.
- 12 Інструкція із сигналізації на метрополітенах України. Київ: ТОВ «МОНОПОЛІТ-ДРУК», 2018. 12 с.
- 13 Проект дільниці 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. 208с.

14 «Пасажиропотоки та міський транспорт». Київ, том 1, книга 1, таблиця 2.4.14.108 с.

15 Методические указания по расчету технико-экономических показателей эксплуатационной работы метрополитенов. Транспорт. Москва, 1985. 16 с.

16 Правдин Н. В., Негрей В. Я. Прогнозирование пассажирских потоков. Транспорт. Москва, 1980. 222 с.

17 Посадова інструкція чергового станційного поста телекерування затверджена наказом №171-Д від 10.09.2018.

18 Маслов Н.Н., Елсуков В.А. Охрана труда на метрополитенах. Транспорт. Москва, 1985. 144 с.

19 Інструкція з охорони праці № ІОП-Д-02-17 для чергового станційного поста телекерування. Київ, 2017. 17с.

20 Зель В.І., Семенцова Л. А. Положення про систему екологічного управління КП «Київський метрополітен». Київ, 2017. 64 с.

21 Павлова Е.А. Экология транспорта. Учебник для вузов. Транспорт. Москва, 2000. 248 с.