


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

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

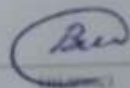
  
В.К. Мироненко  
«06» червня 2021 року

## Пояснювальна записка

до кваліфікаційної (бакалаврської) роботи  
освітнього ступеня «Бакалавр»

на тему Організація роботи лінії «С-П» метрополітену

Виконав: студент 3 курсу, групи ТТ (зі  
скороченим терміном навчання)  
ОПП «Транспортні технології (на залізничному  
транспорті)»

  
(підпис)

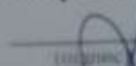
Мишкоріт В.В.  
(прізвище та ініціали)

Керівник

  
(підпис)

Васілова Г.С.  
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

  
(підпис)

Рудюк М.В.  
(прізвище та ініціали)

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

Освітній ступінь «Бакалавр»

Галузь знань 27 «Транспорт»

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

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



В.К. Мироненко

«01» березня 2020 року

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ (БАКАЛАВРСЬКУ) РОБОТУ**

студента Мишкоріза Валентина Віталійовича  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Організація роботи лінії «С-П» метрополітену

Керівник Васілова Г.С., к.т.н

(ПІБ, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом Державного університету інфраструктури та технологій  
від «26» лютого 2021 року № 09.2-05-123/с

2. Строк подання студентом роботи «11» червня 2021 року

3. Вихідні дані до роботи: ПТЕ метрополітену, ІСІ метрополітену, ІДП метрополітену

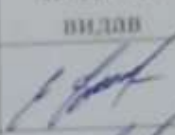

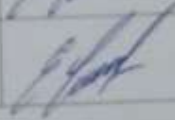
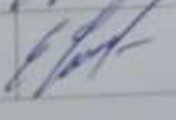
4. Зміст пояснювальної записки (назва розділів основного змісту роботи):

Вступ, 1 тема «Техніко-експлуатаційна характеристика С-П лінії», 2 тема «Організація пасажирської роботи метрополітену», 3 тема «Розробка графіка руху поїздів», 4 тема «Визначення показників графіка руху поїздів», 5 тема «Порядок організації руху поїздів», 6 тема «Розрахунок тарифу на послуги перевезень по КП «Київський метрополітен», 7 тема «Охорона праці», 8 тема «Охорона навколишнього середовища», «Висновки», «Перелік використаної літератури», «Додатки»

5. Перелік графічного матеріалу в паперовому вигляді:

Графічний матеріал в паперовому вигляді відсутній.

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» березня 2021 року.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної (бакалаврської) роботи	Період виконання етапів роботи
1	Вивчення технологічного процесу станції і підходів. Аналіз літературних джерел та наукових статей по темі кваліфікаційної роботи.	01.03.2021- 01.04.2021
2	Написання, перевірка та редагування першого розділу кваліфікаційної роботи «Техніко-експлуатаційна характеристика «С-П» лінії	07.03.2021- 30.03.2021
3	Написання, перевірка та редагування другого розділу кваліфікаційної роботи «Організація пасажирської роботи метрополітену»	01.04.2021- 15.04.2021
4	Розробка графіку руху поїздів	15.04.2021- 28.04.2021
5	Визначення показників графіку руху поїздів	28.04.2021- 18.05.2021
6	Порядок організації руху поїздів	07.05.2021- 20.05.2021
7	Написання, перевірка та редагування розділу кваліфікаційної роботи «Загальні положення з охорони праці на станції «С-П»»	20.05.2021- 27.05.2021
8	Написання, перевірка та редагування розділу кваліфікаційної роботи «Охорона навколишнього середовища»	20.05.2021- 27.05.2021
9	Вступ, висновки по розділам, загальні висновки по роботі	27.05.2021- 04.06.2021
10	Оформлення відповідно до стандарту списку використаних джерел, приведення текстової частини до вимог нормоконтролю.	01.06.2021- 04.06.2021
11	Підготовка доповіді та презентації.	04.06.2021- 11.06.2021

Студент



Мишкоріт В.В.  
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи



Васілова Г.С.  
(прізвище та ініціали)

## ЗМІСТ

	<b>Вступ</b>	7
<b>1</b>	<b>Техніко-експлуатаційна характеристика лінії «С-П»</b>	9
<b>2</b>	<b>Організація пасажирської роботи метрополітену</b>	14
2.1	Характеристика та аналіз пасажиропотоків	14
2.2	Розподіл перевезень пасажирів по годинах доби	16
2.3	Внутрішньогодинні коливання перевезень в години «пік»	18
2.4	Визначення потрібних розмірів руху поїздів	20
<b>3</b>	<b>Розробка графіка руху поїздів</b>	23
3.1	Вихідні дані для складання графіка руху поїздів	23
3.2	Визначення часу обороту рухомого складу на кінцевих станціях	26
3.3	Побудова графіка руху поїздів	34
<b>4</b>	<b>Визначення показників графіка руху поїздів</b>	37
<b>5</b>	<b>Порядок організації руху поїздів</b>	43
5.1	Порядок прийому та відправлення поїздів	43
5.2	Маневрова робота	49
<b>6</b>	<b>Розрахунок тарифу на послуги перевезень по КП «Київський метрополітен»</b>	53
<b>7</b>	<b>Охорона праці</b>	59
7.1	Охорона праці працівників метрополітену	59
7.2	Техніка безпеки при знаходженні в тунелі та на наземних дільницях	65
7.3	Заходи щодо покращення стану з охорони праці	67
<b>8</b>	<b>Охорона навколишнього середовища</b>	69
	<b>Висновки</b>	75
	<b>Перелік використаної літератури</b>	77
	<b>Додаток А– Схема ліній Київського метрополітену</b>	80

<b>Додаток Б – Схема лінії «С-П»</b>	<b>81</b>
<b>Додаток В – Схематичний план станції «Сирець»</b>	<b>82</b>
<b>Додаток Г – Діаграма розподілень пасажиропотоків по годинам в робочі та вихідні дні</b>	<b>83</b>
<b>Додаток Д – Графік руху поїздів на робочий день</b>	<b>84</b>
<b>Додаток Е – Графік руху поїздів на вихідний день</b>	<b>85</b>
<b>Додаток Є – Виконаний графік руху поїздів</b>	<b>86</b>

## ВСТУП

Метрополітен – міська електрична залізниця, задовольняє потреби населення в швидкому, зручному і безпечному переміщенні. Метрополітени будують в великих містах, як правило, з населенням більше 1 млн. чоловік. Вони дозволяють не лише здійснювати масові пасажирські перевезення між окремими районами міста з мінімально затраченим часом, але і розвантажити його транспортні магістралі, знизити рівень шуму, покращити повітряне середовище і підвищити безпеку пішоходів.

Метрополітен, як залізничний транспорт, являє собою важкий конвеєр. Його виробничий процес – рух поїздів і обслуговування пасажирів. В ньому зайнятий контингент обслуговуючого персоналу різних виробничих і експлуатаційних підрозділів: станцій, електродепо, заводів, майстерень, дистанцій, дільниць різних служб та ін. Матеріально-технічна база метрополітену – це різноманітні споруди і пристрої, призначені для здійснення перевезень і обслуговування пасажирів.

Для поліпшення обслуговування пасажирів у метрополітені впроваджено мобільний зв'язок, інформаційні монітори, які полегшують користування цим транспортом глухими пасажирами, камери відео-спостереження, на деяких станціях змонтовані ліфти-підйомники для тих, хто не може самотійно пересуватися сходами, а для пасажирів з вадами зору на краю платформи нанесено спеціальне обмежувальне покриття з рифленого пластика, що допоможе їм самотійно орієнтуватися при посадці у вагон. Практика нововведень на метрополітенівських теренах буде діяти й надалі.

Наразі світовим стандартом у Київському метрополітені відповідає основа системи 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 роботою станцій з застосуванням

технагляду. Усі лінії метрополітену обладнані пристроями автоматичного виявлення неполадок, що можуть призвести до аварійних ситуацій.

Метрополітен – багатогалузеве підприємство. Його розвиток неможливий без вдосконалення технічної бази, модернізації, реконструкції обладнання та основних фондів. А також його розвиток неможливий без людей, які можуть цю техніку обслуговувати.

Мета даної кваліфікаційної роботи – проаналізувати організацію роботи лінії «С-П» метрополітену. Для досягнення поставленої мети необхідно виконати наступні завдання:

- Проаналізувати техніко-експлуатаційну характеристику лінії «С-П».
- Охарактеризувати існуючі пасажиропотоки лінії «С-П».
- Визначити розміри руху, необхідні для забезпечення перевезення існуючих пасажиропотоків.

4. Розробити графік руху поїздів.

5. Виконати техніко-економічні розрахунки показників роботи лінії «С-П» Київського метрополітену.

6. Розробити заходи з охорони праці та екологічної безпеки функціонування метрополітену.

Кваліфікаційна робота складається зі вступу, восьми розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків.

# 1 ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЛІНІЇ «С-П»

Київський метрополітен почав діяти в 1960 році – окраса і гордість столиці України. Київське метро – не тільки першокласна транспортна споруда, а й видатний твір мистецтва. Він побудований в єдиному комплексі монументальних архітектурних споруд під землею та на її поверхні. В період його проектування і будівництва архітекторам довелося розв'язати досить складне завдання – як використати всі можливості архітектурної композиції, щоб надати станціям життєрадісного, глибоко оптимістичного, художнього, і разом з тим, виключно оригінального вигляду.

Створення підземної транспортної магістралі стало важливим етапом у технічному вдосконаленні міста, значно послабило транспортну проблему, збагатило столицю України чудовим архітектурним ансамблем.

Минуло більше 5-и десятиліть з дня відкриття руху електропоїздів на першій ділянці метрополітену. За цей час були збудовані та введені в дію нові станції, ділянки та лінії, які на якісно новому рівні забезпечують постійно зростаючу потребу Києва в пасажирських перевезеннях.

Всі діючі станції Київського метрополітену різні за характером конструкцій, архітектурним та художнім оформленням. Кожна станція має свій індивідуальний вигляд, краса наземних споруд органічно вписується в квартали та вулиці міста, а ошатність підземних вестибюлів з яскравим прикладом злиття інженерної майстерності та художньої думки.

Високий рівень експлуатації метрополітену багато в чому залежить від управління перевізним процесом. В основу організації перевізного процесу закладено чітке планування руху поїздів та централізація управління в залежності від об'єму пасажирських перевезень, контроль виконання плану та функцій управління.

Планування дозволяє ефективно використовувати технічні засоби, створювати умови для рівномірної та ритмічної їх праці, чітких і злагоджених дій робітників усіх підрозділів, пов'язаних з рухом поїздів. Рух поїздів в метрополітені організовується за графіками руху поїздів, розробленими з урахуванням максимальних пасажиропотоків. Графіком встановлюються розміри руху по годинах доби та інтервали між поїздами, координується робота усіх підрозділів.

Сирецько-Печерська лінія метрополітену, яку розглянуто в кваліфікаційній роботі, також потребує розвитку, так як її завантаженість в години «пік» по напрямках руху нерівномірна, що знижує ефективність використання рухомого складу.

Метрополітен являється підприємством міського пасажирського транспорту, головне призначення якого здійснення перевезення пасажирів. У виробничому процесі задіяний досвідчений контингент обслуговуючого персоналу.

Матеріально-технічна база метрополітену – це різноманітні споруди і пристрої, призначені для здійснення перевезення і обслуговування пасажирів. До них відносяться: штучні споруди-тунелі, станції, мости, ескалатори; колія із рейок важкого типу закріплених на шпалах, укладених на бетонній основі в тунелі, або на щебені на наземній ділянці; рухомий склад – вагони, з яких формуються електропоїзди; устаткування для обслуговування і ремонту рухомого складу, електродепо, тягові та суміщені тягово-понижуючі підстанції; контактна мережа; споруди та пристрої сигналізації і зв'язку.

Станції метрополітену призначені для посадки та висадки пасажирів, а при наявності колійного розвитку – для виконання маневрової роботи. Станції розміщують в місцях найбільшого утворення пасажиропотоків – на площах, схрещеннях автомагістралей, біля залізничних та річкових вокзалів, стадіонів та парків, великих підприємств, на перетинах ліній метрополітену між собою та

з лініями залізниць. Схема ліній Київського метрополітену наведена у Додатку А.

На Сирецько-Печерській лінії, що має довжину 23,89 км, розташовані 16 станцій, з них 11 станцій з колійним розвитком: «Сирець», «Дорогожичі», «Лук'янівська», «Золоті Ворота», «Кловська», «Дружби Народів», «Видубичі», «Осокорки», «Харківська», «Бориспільська» і «Червоний Хутір» та 5 станцій без колійного розвитку: «Палац Спорту», «Печерська», «Славутич», «Позняки» та «Вирлиця», також є технічна станція «Електродепо «Харківське».

Кінцевими станціями на Сирецько-Печерській лінії є станції «Сирець» та «Червоний хутір», які мають колійний розвиток з двох станційних колій та з'їду для обороту та відстою поїздів. Схема лінії «С-П» наведена у Додатку Б.

Станції «Дорогожичі», «Лук'янівська», «Кловська» та «Дружби Народів» мають одну станційну колію, при цьому до станції «Кловська» примикає службова з'єднувальна вітка з іншими лініями метрополітену, а на станції «Дружби Народів» розташований лінійний пункт, на якому проводяться інструктажі машиністам при вступі на зміну, також тут чергують резервні локомотивні бригади, а станції «Осокорки» та «Харківська» мають колійний розвиток з двома станційними коліями.

Станція «Бориспільська» має колійний розвиток з двох колій, до яких примикають з'єднувальні вітки до технічної станції «Електродепо «Харківське»

«Електродепо «Харківське» є потужним комплексом, що проводить роботи з експлуатації та технічного обслуговування рухомого складу.

Нічний відстій рухомого складу здійснюється як в електродепо, так і на лінії, а саме на станційних коліях станцій «Сирець» та «Харківська», та на II головній колії перегону «Сирець-Дорогожичі».

Найкоротшим перегonom на Сирецько-Печерській лінії є перегін між станціями «Золоті Ворота» та «Палац спорту», його довжина лише 788 м, а найдовший перегін – це перегін «Видубичі-Славутич», він становить 3402 м.

На Сирецько-Печерській лінії розташовані два пересадочних вузли, а саме на станції «Золоті Ворота» перехід на станцію «Театральна» Святошинсько-Броварської лінії та на станції «Палац Спорту» перехід на станцію «Площа Льва Толстого» Куренівсько-Червоноармійської лінії.

Вхід та вихід пасажирів здійснюється через зручні та просторі вестибюлі станцій, які забезпечують розподілення пасажиропотоку, переважно правосторонній рух, що виключає перетин зустрічних пасажиропотоків.

Майже всі станції острівного типу, крім станцій «Вирлиця» та «Червоний Хутір», які мають по дві бокові платформи.

Всі станції Сирецько-Печерській лінії – це станції підземного закладання. Станції «Сирець», «Дорогожичі», «Лук'янівська», «Золоті Ворота», «Палац Спорту», «Кловська», «Печерська» та «Дружби Народів» – глибокого закладання, на них підйом та спуск пасажирів здійснюється за допомогою ескалаторів, решта станцій – мілкового закладання, на них пасажирів користуються маршовими сходами, при цьому станції «Вирлиця», «Бориспільська» та «Червоний Хутір» обладнані спеціальними підйомниками та ліфтами для зручного пересування пасажирів із числа маломобільної групи населення.

У вестибюлях станцій розташовані касові зали, з касами та контрольно-пропускними пунктами, автоматами для продажу жетонів та поповнення безконтактних карток.

Для організації злагодженої та оперативної роботи багатьох служб та підрозділів передбачена розгалужена система провідного зв'язку: поїзний радіозв'язок, поїзний диспетчерський та тунельний зв'язок, гучномовне сповіщення, відеонагляд, електрифікація годинників та інше.

На головних коліях метрополітену укладено рейки типу Р65, на станційних коліях та коліях обороту – Р50.

Станції тунельних і закритих наземних ділянок ліній розміщуються на односклому поздовжньому ухилі 0,003. В окремих обґрунтованих випадках (за наявності важких умов) допускається ухил до 0,005 або розташування станцій

на горизонтальній площадці за умови забезпечення відведення води. Колії, що призначені для обороту та відстою рухомого складу, розташовуються на ухилі 0,003 з підйомом у бік пасажирських платформ. На окремих станціях, які побудовані до 1980 року, колії для обороту й відстою рухомого складу можуть експлуатуватися з підйомом у бік тупикових упорів.

Паркові колії розміщуються на горизонтальній площадці або на ухилі не більше 0,0015.

### **Висновок до розділу 1**

В першому розділі кваліфікаційної роботи було розглянуто низку основних понять, таких як: Матеріально-технічна база метрополітену, київське метро, рухомий склад та інше. Також, розглянуто історію метрополітену, його функціонування та створення, призначення метрополітену як для посадки так і для висадки пасажирів.

Розглянули планові розташування станцій, організацію роботи всіх станцій Сирецько-Печерської лінії.

## 2 ОРГАНІЗАЦІЯ ПАСАЖИРСЬКОЇ РОБОТИ МЕТРОПОЛІТЕНУ

### 2.1 Характеристика та аналіз пасажиропотоків

Послугами метрополітену щоденно користується від 1,5 до 2 мільйонів населення. Кожне переміщення пасажирів характеризується напрямом руху, дальністю і швидкістю. Переміщення, співпадаючи по напрямках руху, утворюють пасажирські потоки. Взаємонакладання потоків, однакових по напрямках руху і відстанях, тобто співпадаючих по пунктах початку (станція відправлення) і закінчення переміщення (станція призначення), утворюють схему зв'язків між різними районами міста – кореспонденції.

Кількість пасажирів, перевезених по даній ділянці лінії за одиницю часу: рік, місяць, тиждень, доба, година - називається пасажиропотоком.

Знаючи особливості формування і розподілу пасажиропотоків:

- розробляють і постійно вносять зміни до графіка руху поїздів так, щоб якнайповніше задовольнити попит на перевезення, забезпечити відповідність режиму роботи поїздів пасажирським потокам;
- удосконалюють технологічні процеси роботи станцій;
- здійснюють заходи щодо координації роботи метрополітену з наземними видами міського пасажирського транспорту;
- раціонально розподіляють інвентарний парк рухомого складу між лініями метрополітену;
- здійснюють організаційно-технічні заходи для підвищення пропускної і провізної спроможності ліній.

Щодня кількість перевезених пасажирів визначається по лічильниках автоматичних контрольних пунктів, але цей спосіб неточний. Для дослідження пасажиропотоків в службі руху працює сектор організації та координації

пасажи́рських перевезень. Дослідження можуть здійснюватись трьома способами:

- візуальне обстеження;
- суцільне талонне обстеження;
- вибірковій підрахунок.

Суцільне талонне обстеження дозволяє отримати дані про кореспонденцію пасажиропотоків. Основним завданням даного методу є визначення фактичних пасажироперевезень метрополітену в цілому, по кожній лінії і напрямках, часу максимальних перевезень в ранковій і вечірній години «пік», фактичного розподілу пасажирів по перегонах, визначення нерівномірності розподілу пасажиропотоків по годинах доби, завантаження пересадочного вузла.

Таблиці дозволяють швидко та точно визначити посадку і висадку, кількість відправлених пасажирів, безпересадочних і прямуючих з пересадкою, визначити найбільш завантажений лімітуючий перегін з максимальним пасажиропотоком для визначення потрібних розмірів руху, середньої дальності поїздки пасажирів, кількості елементів станцій і пересадочного вузла.

В якості вихідних даних в даній кваліфікаційній роботі використані матеріали талонного обстеження пасажирських потоків, що проводились у КП «Київський метрополітен».

Загальні пасажиропотоки, що поступають за добу на станціях Сирецько-Печерської лінії складають в робочий день 468649 пасажирів і у вихідний день 370 069 пасажирів.

Для визначення необхідних розмірів руху, розглянуті погодинні діаграми: для робочого дня взята година з 08.00 хв до 09.00, для вихідного дня - з 12.00 до 13.00.

Аналізуючи діаграми визначено найнапруженіші (лімітуючі) перегони Сирецько-Печерської лінії Київського метрополітену. Результати наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Лімітуючі перегони Сирецько-Печерської лінії

Робочі дні				Вихідні дні			
Час	Перегін	Номер колії	Кількість пасажирів	Час	Перегін	Номер колії	Кількість пасажирів
08.00-09.00	Кловська – Палац Спорту	II колія	16850	12.00 – 13.00	Кловська – Палац Спорту	II колія	11358

## 2.2 Розподіл перевезень пасажирів по годинах доби

Аналіз матеріалів талонного обстеження показує, що погодинні нерівномірності в основному визначаються трудовими поїздками, які і дають явно виражені ранкові і вечірні «піки» перевезень. Найбільші перевезення спостерігаються ранком з 08.00 до 09.00 години. Вечірній «піковий» період менш напружений (більш розтягнутий в часі) і непостійний. Дані таблиці 2.2 свідчать про загострення перевезень в години «пік» в порівнянні з усередненим часом за добу.

Таблиця 2.2 - Розподіл пасажирських перевезень по годинах доби

Години доби	Робочий день		Вихідний день	
	Кількість пасажирів	%	Кількість пасажирів	%
05.30-06.00	2067	0,438	1602	0,454
06.00-07.00	11237	2,563	8709	2,997
07.00-08.00	38572	9,497	22358	5,475
08.00-09.00	44324	12,287	25329	6,681
09.00-10.00	32665	6,337	26315	7,252
10.00-11.00	27126	5,201	26022	6,996
11.00-12.00	28613	5,310	26175	6,994
12.00-13.00	28989	5,828	27466	7,294
13.00-14.00	27431	5,679	26259	7,260
14.00-15.00	30736	5,692	24736	7,384
15.00-16.00	31973	6,459	22526	7,032
16.00-17.00	32645	6,746	24850	7,215
17.00-18.00	36191	9,928	25107	6,715
18.00-19.00	34319	8,382	24750	6,379
19.00-20.00	23772	4,310	20423	4,808
20.00-21.00	14925	2,923	14567	3,717
21.00-22.00	11394	2,169	11830	2,798
22.00-23.00	6624	1,187	6134	1,468
23.00-24.00	4485	0,675	4476	0,864
24.00-00.30	606	0,104	435	0,108
Всього	468649	100	370069	100

Якщо в середньому на Сирецько-Печерській лінії за добу на кожну годину роботи метро припадає 5,26% пасажирів (100/19, де 19 - число годин роботи), то в період з 08 до 09 годин -максимум 12,28%. Тоді коефіцієнт погодинної нерівномірності перевезень дорівнює  $(12,28/5,26=2,33)$ . Збільшення з роками значення коефіцієнта вимагає відповідних збільшень

розмірів рухів і пропускної спроможності лінії, оскільки по суті одна година «пік» потребує всю необхідну потужність метрополітену.

Матеріали талонного обстеження показують, що в ранкові і вечірні години «пік» вагони завантажені понад допустимої норми - 4,5 пас/м<sup>2</sup> (або 170 пас/вагон).

На п'ять «пікових» годин припадає майже половина перевезень пасажирів за добу (табл. 2.2).

Пом'якшують «пікові» перевезення двома шляхами: підвищенням частоти руху поїздів і зміною режиму роботи підприємств та установ міста. Збільшення частоти руху вимагає фінансових витрат на збільшення парку рухомого складу, тому більш доцільний другий шлях.

### **2.3 Внутрішньогодинні коливання перевезень в години «пік»**

Перевезення кожної години розподіляються нерівномірно по півгодинних, 15-ти і навіть 5-хвилинних періодах. Важливо знати коливання потоків усередині пікових, найбільш напружених годин по 15-хвилинних періодах. Саме 15-хвилинний період передбачає ДБН В.2.5.-56:2010 (Державні будівельні норми України), введений з 1 жовтня 2010 року Наказом Держбуду України від 15 лютого 2010 року для розрахунку пропускної спроможності станцій і ліній. Коефіцієнт нерівномірності внутрішньогодинних перевезень – це відношення максимальної величини 15-хвилинних перевезень лімітуючому ряду величин до середньої за розрахунковий період часу. Чим більше коефіцієнт відмінний від 1, тим нерівномірніше перевезення протягом години. Розподіл пасажиропотоків усередині «пікових» годин по 15-хвилинних інтервалах в робочі і вихідні дні приведено в таблиці 2.3

Таблиця 2.3 - Розподіл пасажироперевезень усередині години «пік»

Робочий день		Вихідний день	
Година	Кількість пасажирів	Година	Кількість пасажирів
08.00-08.15	6952	12.00-12.15	5947
08.15-08.30	9237	12.15-12.30	7729
08.30-08.45	16932	12.30-12.45	7132
08.45-09.00	11203	12.45-13.00	6658
Всього	44324	Всього	27466

Коефіцієнт нерівномірності «лімітуючих» перевезень розраховуємо по формулі

$$K_{15} = \frac{P_{max}^{15} \times n_{пер}}{\sum P}, \quad (2.1)$$

де  $P_{max}^{15}$  - максимальна кількість пасажирів за 15-хвилинний період;

$n_{пер}$  - кількість 15-хвилинних періодів;

$\sum P$  - загальна кількість пасажирів за години «пік» на лімітуючому перегоні.

Для Сирецько-Печерської лінії коефіцієнт нерівномірності перевезення пасажирів складе:

В робочі дні з 08.00 до 09.00

$$K_{15} = \frac{16932 \times 4}{44324} = 1,5 \quad (2.2)$$

У вихідні дні з 12.00 до 13.00

$$K_{15} = \frac{7729 \times 4}{27466} = 1,12. \quad (2.3)$$

Коефіцієнт нерівномірності заповнення вагонів визначається за матеріалами натурального візуального повагонного обстеження.

Протягом 15 хвилин у робочий день з 08.30 до 08.45 по лімітуючому перегону проходить 8 поїздів. Наповнення «пікового» вагону №2 в них 175, 165, 176, 164, 171, 168, 174, 167 пасажирів. Їх середнє арифметичне дорівнює

$$m_{\phi(15)}^{\max(1)} = \frac{175+165+176+164+171+168+174+167}{8} = 170 \text{ пас/ваг}$$

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

$$m_{\phi(2)}^{\max(2)} = 162 \text{ пас/ваг}$$

$$m_{\phi(15)}^{\max(3)} = 147 \text{ пас/ваг}$$

$$m_{\phi(15)}^{\max(4)} = 165 \text{ пас/ваг}$$

З отриманих результатів визначаю середньоарифметичне значення  $m_{\phi}^{\max}$

$$m_{\phi}^{\max} = \frac{162+165+170+147}{4} = 161 \text{ пас/ваг}$$

$$k = \frac{170}{161} = 1,05.$$

Протягом 15 хвилин у вихідний день з 12.15 до 12.30 по лімітуючому перегону проходить 2 поїзда. Наповнення «пікового вагону» №1 150, 160 пасажирів. Їх середнє арифметичне дорівнює

$$m_{\text{ср}}^{\max} = \frac{150+160}{2} = 155 \text{ пас/ваг}$$

Аналогічно знаходимо для решти 15-хвилинних періодів, а також визначаємо середню величину

$$m_{\phi}^{\max} = \frac{110+155+130+125}{4} = 130 \text{ пас/ваг}$$

$$k = \frac{155}{130} = 1,2.$$

## 2.4 Визначення потрібних розмірів руху поїздів

Погодинні розміри руху поїздів прийнято визначати по формулі

$$N = \frac{P_{\max}}{n \cdot m}, \quad (2.4)$$

де  $P_{\max}$  – пасажиропотік на лімітуючому перегоні, пас/год;

$n$  – кількість вагонів у поїзді;

$m$  – місткість вагону.

Максимальний пасажиропотік встановлюють за матеріалами талонного обстеження. У період між талонними обстеженнями їх коректують екстраполіруванням на підставі погодинного підрахунку кількості пасажирів, які входять і виходять з метрополітену.

У основу визначення розмірів руху покладене припущення, що всі вагони в поїздах заповнюються рівномірно. Це допущення не тільки не відображає, а навпаки, приховує найбільш напружені моменти в роботі ліній. Разом з тим, необхідно прагнути надати необхідні зручності всім пасажирам. Звідси витікає, що при встановленні потрібних розмірів руху поїздів не можна виходити з середньогодинного теоретичного нормативу наповнення вагонів. Таким чином, для визначення погодинних розмірів руху вводимо коефіцієнти нерівномірності заповнення вагонів поїзда ( $k_e$ ) і коефіцієнт нерівномірності перевезення пасажирів по 15-хвилинних інтервалах ( $k_{15}$ ).

Визначення потрібних розмірів руху виконуємо по завантаженню лімітуючого перегону.

Використовуючи дані, можна визначити розміри руху, необхідні для забезпечення перевезення існуючих пасажиропотоків по формулі

$$N = \frac{P_{max} \times k_{15} \times k_e}{m_{don}^{max} \times n}, \quad (2.5)$$

де  $P_{max}$  – завантаження лімітуючого перегону;

$k_{15}$ - коефіцієнт нерівномірності перевезення пасажирів усередині години по 15-хвилинних періодах;

$k_e$ - коефіцієнт нерівномірності розподілу пасажирів у вагонах поїзда;

$m_{don}^{max}$  - максимально допустиме наповнення поїзду, 170 чол/ваг;

$n$  - кількість вагонів в поїзді ( $n=5$ ).

Для Сирецько-Печерської лінії в робочий день потрібні розміри руху в ранкову годину «пік» (08.00 – 09.00) дорівнюють

$$N = \frac{16932 \times 1,5 \times 1,05}{170 \times 5} = 32 \text{ шт/год.} \quad (2.6)$$

## **Висновок до розділу 2**

У другому розділі проаналізовано особливості формування і розподілу пасажиропотоків на лінії «С-П». Провели наступні розрахунки: «Розподіл пасажирських перевезень по годинах доби», на основі даної таблиці було створено Гістограму, в якій відображено час пасажирських перевезень по годинах в робочий та вихідний дні ( Додаток Г). Також визначили коефіцієнт погодинної нерівномірності перевезень та погодинні розміри руху поїздів.

Отже, знаючи особливості формування і розподілення пасажирських потоків, можна розробити і постійно корегувати графіки руху поїздів, які передбачають різні інтервали руху в різні часи доби, в залежності від завантаження лінії.

## **3 РОЗРОБКА ГРАФІКА РУХУ ПОЇЗДІВ**

### **3.1 Вихідні дані для складання графіка руху поїздів**

Основою організації руху поїздів є графік руху, який об'єднує діяльність всіх підрозділів метрополітену та відображає план його експлуатаційної роботи.

Виконання графіка руху поїздів є одним з найважливіших якісних показників роботи метрополітену і його підрозділів.

Графік руху поїздів представляє собою послідовність зайняття перегонів поїздами, видачі та прийому рухомих складів із депо і в депо, час відправлення та прибуття їх по кожній станції, тривалість стоянок, обороту та відстоїв.

Слід відмітити, що на метрополітені графіки і засоби їх побудови мають специфічні особливості, що пояснюється високою частотою та секундною точністю руху і потребують налагодженості і виключної оперативності у роботі усіх підрозділів.

На основі графіка визначають:

- розміри руху поїздів по годинах доби на кожній лінії та дільниці окремо для робочих, суботніх, недільних днів, на літній та зимовий період;
- дільничну та технічну швидкості руху;
- необхідну кількість поїздів та вагонів у поїзді;
- час відправлення поїздів зі станцій, тривалість стоянок, порядок слідування поїздів по перегонах та лініях;
- тривалість знаходження поїздів у відстої (для технічного огляду та ремонту) та в резерві (при нерівномірності руху).

Виконання графіка повинно забезпечувати:

- виконання плану перевезень пасажирів, швидке, якісне й зручне їх переміщення;
- оптимальну швидкість руху поїздів та найкраще використання рухомого складу при економному витрачанні електроенергії;

- безпеку руху поїздів по перегонах, станційних, з'єднувальних, паркових та деповських коліях;
- дотримання встановленої тривалості безперервної роботи локомотивних бригад.

Якісне виконання графіка залежить від надійності та чіткості роботи технічних засобів, що забезпечують безпеку автоматичного керування та регулювання швидкості руху поїздів, засобів зв'язку, електрогодинних пристроїв та іншого.

Для складання графіка руху поїздів необхідно визначити його основні елементи:

- розміри руху;
- час прямування по перегонах та лініях;
- нормативи часу стоянок поїздів на станціях для посадки та висадки пасажирів;
- час для обороту на кінцевих станціях;
- технологічні особливості станцій (час на прийом, маневри, відправлення поїздів);
- необхідну кількість рухомих складів для заданих розмірів руху.

Вихідними даними для побудови графіка руху поїздів даного дипломного проекту є:

- час ходу поїздів по перегонах для робочого дня Сирецько-Печерської лінії, які зведено в таблицю 3.1;
- час стоянок поїздів на всіх проміжних станціях метрополітену окремо по коліях зведено в таблицю 3.2.

Інші вихідні дані визначаються в даному розділі.

Таблиця 3.1 – Час ходу поїздів по перегонах Сирецько-Печерської лінії

Назва перегонів	Час ходу, сек	
	I колія	II колія
Сирець – Дорогожичі	120	120
Дорогожичі - Лук'янівська	180	185
Лук'янівська – Золоті Ворота	200	210
Золоті Ворота – Палац Спорту	70	65
Палац Спорту – Кловська	85	85
Кловська – Печерська	95	100
Печерська – Дружби Народів	80	80
Дружби Народів – Видубичі	130	120
Видубичі – Славутич	370	360
Славутич – Осокорки	70	80
Осокорки – Позняки	170	160
Позняки – Харківська	165	175
Харківська – Вирлиця	85	95
Вирлиця – Бориспільська	100	100
Бориспільська – Червоний Хутір	115	120
Всього (сек)	2035	2055
Всього (хв.,сек)	33 хв 55 сек	34 хв 15 сек
Всього (год)	0,56	0,57

Таблиця 3.2 – Час стоянки поїздів по станціях Сирецько-Печерської лінії

Назва станцій	Час зупинки, сек	
	I колія	II колія
Дорогожичі	20	15
Лук'янівська	25	25
Золоті Ворота	25	30
Палац Спорту	20	30
Кловська	20	25
Печерська	25	25
Дружби Народів	20	25
Видубичі	20	25
Славутич	15	15
Осокорки	15	20
Позняки	15	25
Харківська	15	20
Вирлиця	15	15
Бориспільська	20	20
Всього (сек)	275	315
Всього (хв., сек)	4,35	5,15
Всього (год)	0,07	0,08

### 3.2 Визначення часу обороту рухомого складу на кінцевих станціях

Пропускна спроможність ліній метрополітену визначають не тільки умови руху поїздів по перегонах і проміжних станціях, але і умови їх обороту на кінцевих станціях.

На Сирецько-Печерській лінії кінцева станція «Сирець» має план колій, який приведений на листі 3. На схемі вказано розташування пасажирської платформи, стрілок, сигналів, колій відстою та обороту і відстань між ними. Станційну колію 2 використовують для нічного відстою. Основним маршрутом є перестановка поїздів з II-ї головної станційної колії на 2 станційну колію з подальшою подачею їх на I головну станційну колію.

У години «пік» машиніст поїзда, прибувши на кінцеву станцію, передає состав під оборот маневровій бригаді, один машиніст якої сідає в хвостову кабіну поїзда, а інший – в головну. При такій організації маневрів час знаходження рухомих складів під оборотом зводиться до мінімуму (тільки до передачі керування составом з голови в хвіст) і пропускна спроможність оборотної колії досягає максимального значення.

Час, необхідний на перестановку состава з II-ї головної колії на I, – інтервал по оборотному тупику, який включає час з моменту відправлення одного состава на 2 станційну колію до моменту відправлення наступного состава на ту ж колію. В даному випадку з моменту сприйняття машиністом дозволяючого показання світлофора M1 і до встановлення маршруту і повторного відкриття сигналу M1.

Для розробки графіка руху поїздів і визначення необхідної кількості составів, при прийнятих розмірах руху, необхідно розрахувати час, що витрачається на станційний оборот состава, який складається з часу зайняття станційних колій і стоянки під висадкою і посадкою на головних коліях. Розрахункова формула для визначення часу зайняття станційних колій наступна

$$I_m = t'_b + t'_x + t_{ny} + t''_b + t''_x \quad (3.1)$$

де  $t'_x$  і  $t''_x$  – час ходу по станційних коліях і з них на першу головну станційну колію станції, сек

$t'_b$  і  $t''_b$  – час сприйняття показання сигналу світлофора машиністом, рівно 2 сек

$t_{ny}$  – час необхідний для передачі управління составом з головної кабіни в хвостову, рівно 10 сек.

Інтервал зайняття станційних колій залежить від швидкості руху при маневрах, довжини колій, що проїхав состав при обороті.

Час ходу по станційній колії і з неї на першу головну колію станції визначається по формулі

$$t_x = \frac{3,6 \times S}{V} \quad (3.2)$$

де  $S$  – відстань, яку проходить хвіст состава при заїзді (виїзді) в тупик, м;  
 $V$  – швидкість руху при маневрах, дорівнює 35 км/год.

Відстань, яку прослідував хвіст состава при заїзді (виїзді) в тупик визначаємо по формулі

$$S = l_n + l_m \quad (3.3)$$

де  $l_n$  – довжина поїзда при п'ятивагонному складі, рівна 96 м

$l_m$  – довжина напіврейса при обороті маневрового состава, м.

Довжини напіврейсів для станції «Сирець» показані на схематичному плані колій обороту, рисунок 3.1.

Підставимо значення у формулу (3.4) і отримаємо

$$S' = 96 + 170 = 266 \text{ м:}$$

$$S'' = 96 + 221 = 317 \text{ м.}$$

Тоді час ходу на станційних коліях і з них на першу головну колію по формулі (3.4) становить

$$t'_x = \frac{3,6 \times 266}{35} = 28 \text{ с}$$

$$t''_x = \frac{3,6 \times 317}{35} = 33 \text{ с}$$

Підставимо знайдені значення у вираз (3.2) і визначимо час зайнятості станційних колій оботу

$$I_m = 2 + 28 + 10 + 2 + 33 = 75 \text{ с}$$

Час висадки і посадки пасажирів на кінцевих станціях обороту визначається по формулах

$$T_{\text{вис}} = \frac{A_{\text{вис}} * a * y * k_{15} * t_1}{m_{\text{дод}}^{\text{max}} * n} \quad (3,4)$$

$$T_{\text{пос}} = \frac{A_{\text{пос}} * a * y * k_{15} * t_1}{m_{\text{дод}}^{\text{max}} * n} \quad (3,5)$$

де  $A_{\text{вис}}$  – кількість пасажирів, що здійснюють висадку за розрахункову годину, пас/год, за даними талонного обстеження для станції «Сирець» становить 5981 пас/год;

$A_{\text{пос}}$  – кількість пасажирів, що здійснюють посадку за розрахункову годину, пас/год, за даними талонного обстеження для станції «Сирець» становить 7480 пас/год;

$a$  – коефіцієнт повагонної нерівномірності пасажиропотоку за розрахункову годину, рівний 1,7;

$y$  – коефіцієнт нерівномірності використання дверей вагону, рівний 1,5;

$t$  – витрати часу на висадку або посадку одного пасажирів, дорівнює 0,5с.

За формулами (3.5) та (3.6) для станції «Сирець» час посадки і висадки пасажирів становить:

$$T_{\text{вис}} = \frac{5981 * 1,7 * 1,5 * 1,4 * 0,5}{170 * 5} = 12 \text{ с}$$

$$T_{\text{пос}} = \frac{7480 * 1,7 * 1,5 * 1,4 * 0,5}{170 * 5} = 16 \text{ с}$$

Аналогічні розрахунки виконано для станції «Червоний Хутір» та зведено в таблицю 3.3

Таблиця 3.3 Розрахунок необхідної кількості составів для побудови графіка руху поїздів

Станції	Довжина напіврейса, м		Час заїзду, с	Час виїзду, сек	Загальний час зайнятості, с	Час висадки, сек	Час посадки, сек	Час ст. обороту, сек
	Заїзд	Виїзд						
Сирець	170	221	28	33	75	12	16	103
Ч. Хутір	469	440	59	56	129	4	13	146

На рисунках 3.2 та 3.3 наведено технологічні графіки обороту составів на кінцевих станціях Сирецько-Печерської лінії.

Операції	Виконавець	Час, секунд				
		0	30	60	90	120
Висадка пасажирів	Машиніст Оператор	12				
Приготування маршруту проходження в тупик	Черговий по станції	4				
Подача сигналу на закриття дверей	Оператор	2				
Сприйняття сигнального показання світлофора	Машиніст	2				
Слідування поїзда в тупик	Машиніст	28				
Передача управління поїздом з головної кабіни в хвостову	Машиніст		10			
Приготування маршруту проходження з тупика на головну колію	Черговий по станції		4			
Сприйняття сигнального показання світлофора	Машиніст		2			
Слідування з тупика на головну колію	Машиніст			33		
Посадка пасажирів	Оператор Машиніст				16	
Загальна тривалість			103			

Рисунок 3.2 Технологічний графік обороту составів на кінцевій станції «Сирець»

Операції	Виконавець	Час, секунд					
		0	30	60	90	120	150
Висадка пасажирів	Машиніст	4					
	Оператор	4					
Приготування маршруту проходження в тупик	Черговий по станції	4					
Подача сигналу на закриття дверей	Оператор	2					
Сприйняття сигнального показання світлофора	Машиніст	2					
Слідування поїзда в тупик	Машиніст		59				
Передача управління поїздом з головної кабіни в хвостову	Машиніст			10			
Приготування маршруту проходження з тупика на головну колію	Черговий по станції			4			
Сприйняття сигнального показання світлофора	Машиніст			2			
Слідування з тупика на головну колію	Машиніст				56		
Посадка пасажирів	Оператор						
	Машиніст						13
Загальна тривалість				146			

Рисунок 3.3 Технологічний графік обороту составів на кінцевій станції  
«Червоний Хутір»

Розраховуємо кількість составів, необхідних для освоєння розрахованих в розділі 2.4 розмірів руху, по формулі:

$$M = \frac{T_{пов}^{об}}{I} \quad (3.6)$$

де  $T_{пов}^{об}$  – час повного обороту состава на лінії з моменту відправлення з початкової станції до наступного відправлення з цієї ж станції, хв

$I$  – інтервал між поїздами при заданих розмірах руху, хв

Час повного обороту состава знаходимо з виразу

$$T_{пов}^{об} = T'_x + T'_{ст} + T'_{ст.об} + T''_x + T''_{ст} + T''_{ст.об} \quad (3.7)$$

де  $T'_x$  та  $T''_x$  – час ходу поїзда в парному і непарному напрямках від початкової до кінцевої станції, хв

$T'_{ст}$  та  $T''_{ст}$  – час стоянок поїзда в парному та непарному напрямках від початкової до кінцевої станції, хв

$T'_{ст.об}$  та  $T''_{ст.об}$  – час обороту состава на кінцевих станціях, хв.

Величину інтервалу між поїздами визначаємо з формули

$$I = \frac{60}{N_{розр}} \quad (3.8)$$

де  $N_{розр}$  – прийняті в розділі 2.4 розміри руху на лінії, пп/год.

Підставляючи вираз (3.9) у формулу (3.7) одержимо розрахункову формулу для визначення необхідної кількості составів

$$M = \frac{T_{пов}^{об} \times N_{розр}}{60} \quad (3.9)$$

Розрахунок потрібної кількості составів для забезпечення максимальних розмірів руху на Сирецько-Печерській лінії для робочого дня, при розмірах руху 32 пп/год, складе

$$T_{пов}^{об} = 2035 + 275 + 146 + 2055 + 315 + 103 = 4929 \text{ с} = 82 \text{ хв}$$

$$M = \frac{82 \times 32}{60} = 44 \text{ состави}$$

Приймаємо на Сирецько-Печерській лінії в робочий день для забезпечення максимальних розмірів руху 44 состави.

Кількість составів для виконання заданих розмірів руху можна визначити графічним способом.

При графічному способі час повного обороту состава на лінії наносять на сітку графіка руху поїздів, далі наносять всю решту составів, виходячи із заданих розмірів руху в певний час та інтервалу між поїздами. Число проведених ліній складе потрібну кількість составів. Але для точнішого розрахунку застосовують аналітичний спосіб, який був розглянутий вище. Розрахунки, проведені графічним і аналітичним способом, визначають кількість составів, що знаходяться постійно в русі без урахування вагонів, що знаходяться в ремонті і резерві.

### 3.3 Побудова графіка руху поїздів

Графік руху поїздів – розроблений план експлуатаційної діяльності метрополітену, який забезпечує безпечне і точне проходження поїздів з високими швидкостями, своєчасний огляд і ремонт рухомого складу. Він являє собою послідовність заняття перегонів поїздами, видачі і прийому составів з депо і в депо, час відправлення і прибуття їх по кожній станції, тривалість стоянок, оборотів і відстоїв.

Раніше в метрополітені розробка графіків руху поїздів виконувалась вручну, але зараз для економії часу та для автоматизації робочого місця використовують автоматизовану систему розробки графіка руху поїздів «АРМ інженера-графіста».

Слід зазначити, що на метрополітені графіки і способи їх побудови мають специфічні особливості, що пояснюється значною частотою і секундною

точністю руху та вимагає злагодженості і виняткової оперативності в роботі всіх підрозділів

Графік будують на спеціальному бланку з щільного паперу з сіткою певного формату для пасажирських і господарських поїздів. Рух поїздів на сітці зображають прямою лінією (її називають ниткою). Проекція цієї лінії на горизонтальну вісь рівна (у прийнятому масштабі) часу ходу поїзду по даній ділянці. Момент відправлення (прибуття) поїзду з початкової і проміжної станції відповідає точці перетину лінії ходу з віссю станції.

Поїзда парного напрямку наносять на графік лініями зліва вгору направо, а непарного напрямку – зліва вниз направо.

Кожному поїзду привласнюється свій номер. Непарні номери починаються з цифри 1 і поїзд слідує по першій головній колії, парні – з номера 2 і поїзд слідує по другій головній колії. Нумерація продовжується наростаючим підсумком залежно від кількості пропущених поїздів за час роботи лінії протягом доби. Поїздам, не передбаченим графіком руху, номери присвоюються при їх призначенні. У додаткових поїздів до основного номера додають слово «біс». Состави, випущені з ремонту або нові, які прибули із заводу, обкатують на лінії без пасажирів. Їх називають обкатками. Состави, що прямують без пасажирів з депо або повертаються в депо, називаються резервними, а передані з однієї лінії на іншу – передаточними (перегонками). Нумерація резервних поїздів п'ятитисячна (5101, 5201, 5301 і т.д.). Номер поїздів на графіку наносять над лінією станційного обороту на кінцевій станції. Затверджені начальником метрополітену і узгоджені з причетними службами графіки руху поїздів вводяться в дію.

Паралельний графік - основний вид для метрополітену. Графік виконаного руху відображає фактичне виконання планового графіка за даний відрізок часу на відповідній ділянці.

### **Висновок до розділу 3**

У третьому розділі було розраховано час ходу по перегонах С-П лінії, час стоянки поїздів по станціях С-П лінії, визначили час обороту рухомого складу на кінцевих станціях, визначили відстань, яку прослідував хвіст состава при заїзді в тупік. Також, визначили: час ходу по станційній колії і з неї на першу головну колію станції, час висадки і посадки пасажирів на кінцевих станціях обороту. Провели аналогічні розрахунки для станції « Червний Хутір». Склали технологічний графік обороту составів на кінцевих станціях С-П лінії.

У кваліфікаційній роботі побудований графік руху поїздів Сирецько-Печерської лінії на робочий день з 07 год 00 хв до 08 год 30 хв, при розмірах руху 32 пп/год , що представлений на листі графічного матеріалу.

## 4 ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ГРАФІКА РУХУ ПОЇЗДІВ

Показники графіка руху поїздів розраховують на підставі нормативного або виконаного графіка за аналізовану добу.

Розглянемо графік руху поїздів Сирецько-Печерської лінії в робочий день і розрахуємо його показники.

Кількість пасажирських поїздів, що пропускаються за добу, – сума поїздів парного і непарного напрямків, розраховується за формулою

$$N_{\text{пас}} = \sum_{n=1}^n N_{n(n)} + \sum_{k=1}^k N_{\text{нен}(k)} \quad (4.1)$$

$\sum_{n=1}^n N_{n(n)}$  – сума пасажирських поїздів в парному напрямку руху;

$\sum_{k=1}^k N_{\text{нен}(k)}$  – сума пасажирських поїздів в непарному напрямку руху.

Підставимо значення і визначимо кількість пасажирських поїздів:

$$N_{\text{пас}} = 378 + 378 = 756 \text{ поїздів}$$

Пробіг пасажирських поїздів в поїздо-кілометрах – сума пробігів за добу поїздів всіх груп парного і непарного напрямків руху, визначаємо за формулою

$$W_{\text{ппас}} = \sum_{n=1}^n (N \times l)_{n(n)} + \sum_{k=1}^k (N \times l)_{\text{нен}(k)} \quad (4.2)$$

де  $l_n$  – шлях, який проходять поїзди, розраховується по відстанях між осями кінцевих станцій в парному напрямку без урахування обороту, км;

$l_{неп}$  – шлях, який проходять поїзди, розраховується по відстанях між осями кінцевих станцій в непарному напрямку без урахування обороту, км.

У формулу (4.2) підставимо значення і величину пробігу:

$$W_{nнас} = 378 \times 23,89 + 378 \times 23,89 = 18060,84 \text{ пас.км}$$

Пробіг вагонів з пасажирами у вагоно-кілометрах – добуток пробігу пасажирських поїздів при незмінній протягом доби  $W_{nнас}$  на число вагонів в поїзді  $n$  знаходимо по формулі

$$W_{внас} = W_{nнас} \times n \quad (4.3)$$

Якщо склад поїздів протягом доби не міняється, то пробіг вагонів з пасажирами буде рівний:

$$W_{внас} = 18060,84 \times 5 = 90304,2 \text{ вагонно-км}$$

Пробіг порожніх вагонів, або нульовий пробіг, у вагонно-кілометрах – це добуток чисел порожніх составів, вагонів в поїзді  $n$  і відповідних відстаней їх пробігів, визначається по формулі:

$$W_0 = \sum N_n \times n \times l_{об}^I + \sum N_{неп} \times n \times l_{об}^{II} \quad (4.4)$$

де  $l_{об}^I$  – відстань, яку проходить состав при обороті з першої головної колії на станційні колії, км;

$l_{об}^{II}$  – відстань, яку проходить состав при обороті з другої станційної колії на станційні колії, км;

Відстань, яку проходить состав при обороті по станційних коліях вказана в розділі 3.2, таблиці 3.3 при розрахунку часу станційного обороту по кінцевих станціях. Підставимо дані відстані у формулу (4.4) і одержимо:

$$W_0 = 378 \times 5 \times 0,391 + 378 \times 5 \times 0,909 = 2454 \text{ вагонно-км}$$

Загальний пробіг вагонів, у вагоно-кілометрах, складається з пробігів вагонів з пасажирами і нульового пробігу

$$W_g = W_{впас} + W_0 \quad (4.5)$$

Складемо значення визначені за формулами (4.3) і (4.4), одержимо величину загального пробігу вагонів:

$$W_g = 90304,2 + 2454 = 92758,2 \text{ вагонно-км}$$

Загальний час роботи поїздів на лінії в поїздо-годинах – це сума добутків числа пасажирських поїздів на відповідний час ходу  $T$  з урахуванням стоянок на проміжних станціях (час обороту составів не враховується).

Обчислюємо по формулі:

$$T_0 = \sum N_n \times (t_x^I + t_{cm}^I) + \sum N_{нен} \times (t_x^{II} + t_{cm}^{II}) \quad (4.6)$$

де  $t_x^I$  і  $t_x^{II}$  – час ходу поїздів по перегонах, приймаємо з початкових даних, приведених в таблиці 3.1, год;

$t_{cm}^I$  і  $t_{cm}^{II}$  – час стоянок поїздів на проміжних станціях, приймаємо з початкових даних, приведених в таблиці 3.2, год

Підставимо значення і одержимо:

$$T_0 = 378 \times (0,56 + 0,07) + 378 \times (0,57 + 0,08) = 483,84 \text{ поїздо-години}$$

Простій поїздів на проміжних станціях в поїздо-годинах – це сума добутків числа поїздів, що зупиняються на кожній проміжній станції, на відповідний час стоянок (стоянки на станціях обороту не враховуються). Обчислюємо за формулою:

$$T_{cm} = \sum (N \times t_{cm}^I)_n + \sum (N \times t_{cm}^{II})_{нен} \quad (4.7)$$

Простій поїздів на проміжних станціях буде рівний:

$$T_{cm} = 378 \times 0,07 + 378 \times 0,08 = 56,7 \text{ поїздо-год}$$

Час знаходження поїздів в русі – різниця між загальним часом роботи поїздів і часом їх простою на проміжних станціях в поїздо-годинах визначається за формулою

$$T_{\text{рух}} = T_0 - T_{\text{ст}} \quad (4.8)$$

Підставимо значення у формулу (4.8) і визначимо час знаходження поїздів в русі:

$$T_{\text{рух}} = 483,84 - 56,7 = 382,14 \text{ поїздо-год}$$

Дільнична швидкість руху поїздів – швидкість пересування пасажирів – частка від ділення пробігу пасажирських поїздів на загальний час їх роботи, обчислюється за формулою

$$V_{\text{діл}} = \frac{W_{\text{пас}}}{T_0} \quad (4.9)$$

Знайдені значення підставимо у формулу (4.9) і визначимо величину дільничної швидкості:

$$V_{\text{діл}} = \frac{18060,84}{483,84} = 37,3 \text{ км/год}$$

Технічна швидкість руху поїздів визначається розподілом пробігу пасажирських поїздів на загальний час їх роботи і визначається за формулою

$$V_{\text{тех}} = \frac{W_{\text{пас}}}{T_{\text{рух}}} \quad (4.10)$$

Знайдені значення підставляємо у формулу (4.10) і обчислюємо величину технічної швидкості:

$$V_{\text{тех}} = \frac{18060,84}{382,14} = 47,2 \text{ км/год}$$

Коефіцієнт швидкості – це відношення дільничної швидкості до технічної, обчислюється за формулою:

$$\beta = \frac{V_{\text{дїл}}}{V_{\text{тех}}} \quad (4.11)$$

Величини швидкостей руху підставляємо у формулу (4.11) і знаходимо значення коефіцієнта швидкості

$$\beta = \frac{37,3}{47,2} = 0,79$$

Середній пробіг вагону у вагоно-кілометрах знаходять розподілом загального пробігу вагонів на число составів, що видаються на лінію протягом доби, і на число вагонів в составі за формулою

$$W_e^{cp} = \frac{W_e}{M_c^{\text{дoб}} \times n} \quad (4.12)$$

де  $M_c^{\text{дoб}}$  – число составів, що видається на лінію за добу.

Підставимо значення і одержимо:

$$W_e^{cp} = \frac{92758,2}{26 \times 5} = 713,52 \text{ вагонно-км}$$

#### Висновки по розділу 4

На метрополітені графіки та способи їх побудови мають специфічні особливості, що пояснюється високою частотою та секундною точністю руху. Він забезпечує безпечне і точне слідування поїздів з високими швидкостями, своєчасний огляд та ремонт рухомого складу.

У 4-му розділі кваліфікаційної роботи виконано розрахунок основних показників графіка руху поїздів. На основі графіка руху поїздів Сирецько-Печерської лінії в робочий день було вираховано: кількість пасажирських поїздів, що пропускаються за добу, пробіг пасажирських поїздів в поїздо-кілометрах, пробіг вагонів з пасажирами у вагоно-кілометрах, пробіг порожніх вагонів, або нульовий пробіг, у вагонно-кілометрах, та інше.

Результати розрахунків зведено до таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 Показники графіка руху поїздів

Показники графіка	32 пп/год
Кількість пасажирських поїздів	756
Пробіг пасажирських поїздів, поїздо-км	18060,84
Пробіг вагонів з пасажирами, вагоно-км	90304,2
Нульовий пробіг вагонів, вагоно-км	2454
Загальний пробіг вагонів, вагоно-км	92758,2
Загальний час роботи поїздів, поїздо-година	483,84
Простій поїздів на проміжних станціях, поїздо-година	56,7
Час в русі, поїздо-година	382,14
Дільнична швидкість, км/год	37,3
Технічна швидкість, км/год	47,2
Коефіцієнт швидкості	0,79
Кількість составів виданих за добу, состав	26
Середньодобовий пробіг вагонів, вагоно-км	713,52

## 5 ПОРЯДОК ОРГАНІЗАЦІЇ РУХУ ПОЇЗДІВ

### 5.1 Порядок прийому та відправлення поїздів

Порядок використання технічних засобів визначається технічно-розпорядчим актом станції (ТРА), що регламентує безпечне та безперешкодне приймання, відправлення й проходження поїздів станцією, безпеку маневрової роботи та дотримання вимог охорони праці. Дотримання вимог ТРА станцій є обов'язковим для працівників усіх підрозділів метрополітену, робота яких пов'язана з рухом поїздів і маневровою роботою.

Використання колій станцій для приймання й відправлення поїздів, виконання маневрів має бути зазначено в ТРА станцій і визначено графіком руху поїздів.

Поїзний диспетчер та черговий станійного поста централізації в межах своїх посадових обов'язків зобов'язані вчасно забезпечувати приймання і відправлення поїздів.

Черговий станійного поста централізації, а в разі диспетчерського керування електричною централізацією диспетчер поїзний, повинні своєчасно готувати маршрути приймання і відправлення поїздів та відкривати вхідні та вихідні світлофори напівавтоматичної дії.

Відповідальність за будь-яку не зумовлену необхідністю затримку поїзда (состава) біля світлофора із заборонним показанням несе диспетчер поїзний, а в разі перебування пристроїв електричної централізації на місцевому керуванні – черговий станійного поста централізації.

Перед прийманням чи відправленням поїзда (состава) поїзний диспетчер або черговий станійного поста централізації зобов'язаний за показаннями контрольних приладів апарата керування пристроями диспетчерської чи електричної централізації спочатку впевнитись у вільності колії приймання або відправлення, колійних і стрілочних ділянок, що входять до маршруту, відсутності замикання ворожих маршрутів, і потім встановити маршрут.

Фактичне переведення стрілок, їх замикання за маршрутом і відкриття вхідного (вихідного) світлофора (світлофорів) перевіряються за показаннями відповідних контрольних приладів апарата керування.

Приймання поїздів на станцію в разі вимкненого автоблокування здійснюється за дозвільним показанням вхідного світлофора напівавтоматичної дії в режимі автоматичного регулювання швидкості (АРШ) зі швидкістю не більше зазначеної сигнальним показанням автоматичної локомотивної сигналізації (АЛС), а за відсутності вхідного світлофора напівавтоматичної дії – за сигнальними показаннями АЛС.

Приймання на станцію поїзда з несправними пристроями АЛС-АРШ (несправним основним і резервним комплектами), коли на покажчику АЛС відсутні сигнальні показання АЛС або постійно наявне сигнальне показання «ОЧ», а також поїзда, що не обладнаний пристроями АЛС-АРШ, здійснюється за умови увімкненого автоблокування за дозвільними показаннями вхідного світлофора автоматичної дії або вхідного світлофора напівавтоматичної дії в режимі автоблокування зі швидкістю не більше 40 км/год. З вказаною швидкістю здійснюється приймання зазначених поїздів на станцію й за відсутності вхідних світлофорів.

Відправлення поїзда зі станції в разі вимкненого автоблокування здійснюється за дозвільним показанням вихідного світлофора напівавтоматичної дії в режимі АРШ зі швидкістю не більше зазначеної сигнальним показанням АЛС, а в разі відсутності вихідного світлофора напівавтоматичної дії – за сигнальними показаннями АЛС.

Відправлення зі станції поїзда з несправними пристроями АЛС-АРШ (несправним основним і резервним комплектами), коли на покажчику АЛС відсутні сигнальні показання АЛС або постійно наявне сигнальне показання «ОЧ», а також поїзда, що не обладнаний пристроями АЛС-АРШ, здійснюється за дозвільними показаннями вихідного світлофора напівавтоматичної дії в режимі автоблокування або вихідного світлофора автоматичної дії з увімкненими

сигнальними вогнями зі швидкістю не більше 40 км/год.

У разі заборонного показання вхідного або вихідного світлофора напівавтоматичної дії (під час вимкненого або увімкненого автоблокування), коли неможливо їх відкрити на дозвільне показання, приймання поїзда на станцію або відправлення поїзда зі станції після зупинення перед світлофором допускається за запрошувальним сигналом, а у разі його несправності чи відсутності – за усним наказом поїзного диспетчера або копією цього наказу ДЦХ, що виписується на бланку форми ДУ-63М, зі швидкістю не більше 20 км/год з натиснутою педаллю (кнопкою) пильності до появи дозвільного сигнального показання АЛС, а поїзда, не обладнаного пристроями АЛС-АРШ або з несправними пристроями АЛС-АРШ, коли на покажчику АЛС відсутні сигнальні показання АЛС чи постійно наявне сигнальне показання «ОЧ», – зі швидкістю не більше 20 км/год до наступного світлофора, за винятком попереджувального світлофора.

У разі заборонного показання наступного за напрямком руху світлофора напівавтоматичної дії подальше прямування поїзда після зупинення перед ним здійснюється в такому самому порядку.

Усний наказ на право проїзду поїздом (составом) вхідного або вихідного світлофора напівавтоматичної дії із заборонним показанням передається поїзним диспетчером машиністу електропоїзда поїзним чи аварійно-технологічним радіозв'язком, поїзним диспетчерським або тунельним зв'язком і на відповідну станцію за формою

НАКАЗ № \_\_\_\_\_

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_ р. \_\_\_\_\_ год \_\_\_\_\_ хв

Станція \_\_\_\_\_ ДС

Машиністу електропоїзда поїзда № \_\_\_\_\_ (маршруту № \_\_\_\_\_)

Дозволяю поїзду № \_\_\_\_\_ (маршруту № \_\_\_\_\_)

прямувати на станцію  
відправитись зі станції

за заборонним показанням

вхідного/вихідного

світлофора (світлофорів) № \_\_\_\_\_

вхідних/вихідних

зі швидкістю не більше 20 км/год до появи дозвільного сигнального показання

АЛС (до наступного світлофора)

на (з) \_\_\_\_\_ колію (колії)

станції \_\_\_\_\_

ДЦХ \_\_\_\_\_ (прізвище)

(непотрібне закреслити)

Наказ ДЦХ реєструється в журналі диспетчерських наказів у поїзного диспетчера та на відповідній станції.

Копія цього наказу є дозволом проїзду поїздом вхідного або вихідного світлофора напівавтоматичної дії із заборонним показанням. Випишується на бланку форми ДУ-63М і видається машиністу електропоїзда.

КОРІНЕЦЬ КОПІЇ НАКАЗУ

Форма ДУ-63М

Станція \_\_\_\_\_ ДС

штемпель

Копію диспетчерського наказу № \_\_\_\_\_

о \_\_\_\_\_ год \_\_\_\_\_ хв «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_ р.

отримав	<u>машиніст електропоїзда</u>	<u>поїзда (маршруту)</u>	№ _____
	машиніст	господарського поїзда	№ _____

(підпис і прізвище машиніста електропоїзда, машиніста господарського поїзда)

ДСЦП \_\_\_\_\_

ДСП (підпис, прізвище)

НАКАЗ № \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ р. \_\_\_\_\_ год \_\_\_\_\_ хв

ДЦХ \_\_\_\_\_ (прізвище)

Станція \_\_\_\_\_

(штемпель)

ДСЦП \_\_\_\_\_

Копія вірна: ДСП \_\_\_\_\_ (підпис і прізвище)  
(непотрібне закреслити)

Розпорядження про видачу копії наказу машиністу електропоїзда диспетчер поїзний передає тільки після отримання підтвердження від чергового станційного поста централізації про вільність колії та правильність встановлення й замикання стрілок за маршрутом прямування поїзда.

У випадку вимушеного проїзду поїздом (составом) вхідного або вихідного світлофора напівавтоматичної дії, який раптово перекрився з дозвільного на заборонне показання під час наближення до нього поїзда (состава), або в інших випадках проїзду світлофора із заборонним показанням машиніст електропоїзда повинен зупинити поїзд (состав) і терміново доповісти про це поїзного диспетчера поїзним радіозв'язком, тунельним зв'язком або аварійно-технологічним радіозв'язком. Диспетчер після з'ясування обставин та вжиття відповідних заходів безпеки передає машиністу електропоїзда усний наказ за формою:

НАКАЗ №

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ р. \_\_\_\_\_ год. \_\_\_\_\_ хв.

Дозволю поїзду № \_\_\_\_\_ (маршруту № \_\_\_\_ ) прямувати зі швидкістю не більше 20 км/год до появи дозвільного сигнального показання АЛС (до наступного світлофора).

ДЦХ \_\_\_\_\_ (прізвище).

До відправлення поїзда з початкової станції машиніст електропоїзда повинен мати розклад руху поїзда (виписку з графіка) або поїзний талон.

Розклад руху поїзда машиніст електропоїзда повинен отримати у разі відправлення за графіком руху, а поїзний талон – у разі диспетчерського регулювання руху поїздів або в разі прямування поїзда спеціального призначення, а також в інших необхідних випадках.

У розкладі вказується номер поїзда, номер маршруту, інтервал між поїздами, час відправлення зі станцій, час прибуття на станцію призначення (кінцеву станцію), номер поїзда та час відправлення із зазначеної станції в зворотному напрямку.

У разі проходження лінією перегонки, що передбачена графіком руху, в розкладі руху поїздів, що прямують попереду та позаду перегонки, додатково вказується попередження про прямування перегонки.

У поїзному талоні вказується номер поїзда, номер маршруту, час відправлення з початкової станції, інтервал між поїздами, час прибуття на станцію призначення (кінцеву станцію), номер поїзда та час відправлення із зазначеної станції у зворотному напрямку.

Поїзний талон машиністу електропоїзда за розпорядженням поїзного диспетчера видає черговий станійного поста централізації чи оператор.

Машиніст електропоїзда припиняє посадку пасажирів і зачиняє двері у вагонах поїзда на станціях за п'ять секунд до відправлення поїзда за графіком за умови наявності дозвільного показання вихідного світлофора та дозвільного сигнального показання автоматичної локомотивної сигналізації (АЛС) у кабіні керування електропоїздом, але не раніше закінчення висадки пасажирів. Про наступне зачинення дверей у вагонах поїзда машиніст електропоїзда повинен сповістити пасажирів гучномовним сповіщенням.

Після зачинення дверей у вагонах поїзда, в тому числі на станціях з розташуванням платформи з правого боку за напрямком руху, машиніст електропоїзда, перевіривши готовність поїзда до відправлення, а також

впевнившись у наявності дозвільного показання вихідного світлофора та дозвільного сигнального показання АЛС, приводить поїзд у рух. До проходження кабіни головного вагона поїзда за межі пасажирської платформи станції машиніст електропоїзда повинен через поїзне або станційне дзеркало чи за допомогою інших технічних засобів спостерігати за безперешкодним проходженням поїзда та за сигналами, що можуть бути подані з платформи черговим станійного поста централізації чи оператором для зупинення поїзда, або за сигналами пасажирів.

Черговий станійного поста централізації чи оператор повинен у певний час перебувати на платформі у визначеному місці, спостерігати за висадкою та посадкою пасажирів, за справним станом поїздів (составів), за наявністю на поїздах (составах) поїзних сигналів, що позначають хвіст поїзда, та їх правильним показанням, за відсутністю перешкод для руху поїздів, своєчасно подавати сигнал «Поїзд готовий до відправлення» або сигнал «Зачинити двері».

## **5.2 Маневрова робота**

Маневри на станційних коліях повинні проводитись за розпорядженням тільки одного працівника – керівника маневрів, а саме:

- на станціях ліній під час перебування пристроїв електричної централізації на місцевому керуванні – черговий станційного поста централізації під контролем поїзного диспетчера;
- на станціях ліній під час перебування пристроїв електричної централізації на диспетчерському керуванні – диспетчер поїзний;
- на паркових коліях технічних станцій електродепо – черговий станційного поста централізації.
- на деповських коліях маневри проводяться за розпорядженням чергового по електродепо.

На паркових та інших коліях з нецентралізованими стрілками маневрами

керує працівник, посада якого зазначена у ТРА технічної станції електродепо.

Маневрова робота на станціях ліній повинна виконуватись згідно з графіком руху поїздів і планами роботи господарських поїздів, а на паркових та інших коліях технічних станцій електродепо – згідно з планами експлуатаційної роботи електродепо й мотодепо.

У разі порушення графіка руху поїздів, а також в інших непередбачених випадках завдання на маневрову роботу може бути змінено поїзним диспетчером або черговим станційного поста централізації.

Під час проведення маневрів на станціях і на паркових коліях технічної станції електродепо має передбачатися:

- максимальне використання їх пропускнуої спроможності та усіх наявних технічних пристроїв і маневрових засобів;
- безперервне й своєчасне приймання та відправлення поїздів, їх оборот на станції, подавання в пункти технічного обслуговування, в електродепо і видача поїздів (составів) на лінію з електродепо;
- забезпечення безпеки руху й безпеки працівників, які беруть участь у маневрах, та працівників, які перебувають на коліях.

Завдання на маневрову роботу повинно даватися чітко й зрозуміло та має бути доведено керівником маневрів до кожного причетного до цього працівника. Якщо в процесі проведення маневрів виникає необхідність змінити намічений план роботи, тоді з цими змінами повинні бути завчасно ознайомлені всі працівники, які беруть участь у маневрах.

Локомотивні бригади повинні знати порядок виконання маневрової роботи на станціях лінії, на паркових та інших коліях технічної станції електродепо, який зазначено в ТРА станцій. Переведення централізованих стрілок і відкриття світлофорів для маневрових пересувань на станції під час диспетчерського керування пристроями електричної централізації на станціях лінії здійснюється диспетчером поїзним або за його розпорядженням та під його контролем оператором, під час місцевого керування – черговим станційного поста

централізації чи за його розпорядженням та під його контролем оператором. Перед переведенням централізованої стрілки поїзний диспетчер чи черговий станційного поста централізації повинен переконатися особисто чи за повідомленням іншого працівника в тому, що стрілочний перевід не зайнятий рухомим складом. У разі справної дії електричної централізації (диспетчерської централізації) вільність стрілочного переводу від рухомого складу перевіряється за показаннями контрольних приладів на апараті керування. Крім того, перед переведенням централізованої стрілки зазначений працівник повинен переконатися, що стрілка не замкнута в будь-якому маршруті.

Основними засобами передавання розпоряджень про рух составів і локомотивів під час виконання маневрових пересувань є :

– на станціях лінії, з'єднувальних вітках, паркових коліях технічної станції електродепо в межах дії електричної централізації та АЛС-АРШ – сигнали маневрових світлофорів у режимі АРШ і сигнальні показання АЛС у кабіні керування електропоїздом, а для составів з несправними пристроями АЛС або не обладнаних пристроями АЛС-АРШ, в тому числі господарських поїздів, – сигнали маневрових світлофорів у режимі автоблокування;

– на станціях лінії, на паркових коліях технічної станції електродепо в межах дії електричної централізації поза межами дії АЛС-АРШ – сигнали маневрових світлофорів у режимі автоблокування;

– на паркових та інших коліях технічної станції електродепо поза межами дії електричної централізації, а також на деповських коліях – ручні та звукові сигнали.

Поданий ручний або звуковий сигнал локомотивна бригада повинна повторити звуковим сигналом.

Якщо локомотивна бригада не впевнена у правильності сприйняття сигналу або розпорядження, вона не повинна приводити состав у рух чи має зупинити состав під час руху й з'ясувати обставини.

Забороняється проводити маневри одночасно з обох сторін станції на одну

й ту саму колію. Маневрові пересування на одну й ту саму колію дозволяється виконувати тільки по чергово, після повідомлення обох локомотивних бригад про виконання таких маневрів і про черговість пересування.

Повернення маневрового состава, локомотива, господарського поїзда на попереднє місце стоянки після вимушеного зупинення за маневровим світлофором дозволяється за усним розпорядженням поїзного диспетчера або чергового станційного поста централізації з дозволу диспетчера поїзного за умови забезпечення безпеки руху в порядку, зазначеному в ТРА станції.

### **Висновки по розділу 5**

У 5-му розділі кваліфікаційної роботи було розглянуто порядок прийому та відправлення поїздів, основи маневрових робіт. Навели приклад «зразок» наказу на право проїзду поїздом (составом) вхідного або вихідного світлофора напівавтоматичної дії із заборонним показанням та як правильно його передавати. Також розглянули подальші дії у випадку «Відправлення поїзда зі станції в разі вимкненого автоблокування». Описали порядок використання технічних засобів для працівників метрополітену. Визначили як заповнюється поїзний талон.

## **6 РОЗРАХУНОК ТАРИФУ НА ПОСЛУГИ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПО КП «КИЇВСЬКИЙ МЕТРОПОЛІТЕН»**

Розрахунок тарифу на послуги з перевезень пасажирів метрополітеном здійснюється на підставі Порядку формування тарифів на послуги міського електричного транспорту (метрополітену), затвердженого наказом Міністерства транспорту та зв'язку України від 05.03.2007 №191 (далі – Порядок).

Згідно з Порядком, при формуванні тарифу підприємством враховано прогнозні показники річного обсягу надання послуг з перевезення пасажирів та економічно обґрунтовані планові витрати, визначені із застосуванням нормативного методу на підставі державних і галузевих нормативів використання матеріальних та паливно-енергетичних ресурсів з урахуванням фактичного стану об'єктів, норм і розцінок з оплати праці та інших нормативних актів.

Формування планових витрат здійснюється окремо кожним структурним підрозділом підприємства, на основі яких сформовуються зведені планові показники собівартості послуг з перевезення пасажирів.

У планові витрати з операційної діяльності відповідно до Порядку включені:

- виробнича собівартість послуг з перевезень;
- адміністративні витрати.

До виробничої собівартості перевезень згідно з статтями калькуляції включені:

- прямі матеріальні витрати;
- прямі витрати на оплату праці;
- інші прямі витрати;
- загальновиробничі витрати.

До розрахунку тарифу відповідно до Порядку також включений плановий прибуток, який спрямовується для здійснення капітальних інвестицій, технічного переоснащення підприємства та досягнення інших цілей відповідно до законодавства.

Економічно обґрунтований тариф (Т), згідно з Порядком, визначається за формулою:

$$T = \frac{(C+П)}{V_{\text{заг}}} \text{ грн/пас} \quad (6.1)$$

де С – повна собівартість перевезень усіх категорій пасажирів, тис.грн;

П – плановий прибуток, тис.грн;

$V_{\text{заг}}$  – загальний обсяг перевезень пасажирів, прогнозований підприємством, тис.пас.

Планові показники, на підставі яких формується тариф на перевезення пасажирів метрополітенем на 2020 рік, наведено в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1. Планові показники собівартості послуг з перевезення пасажирів КП «Київський метрополітен» на 2020 рік

№ п/п	Показники	Тис.грн
1	Прямі витрати	2299787,5
1.1	Прямі матеріальні витрати	548787,1
1.2	Прямі витрати на оплату праці	646947,4
1.3	Інші прямі витрати	1104053
2	Загальновиробничі витрати	281576,7
3	Адміністративні витрати	124352,8

В 2020 році метрополітен прогнозує перевезти 476200 тис.пас. Платні перевезення прогнозуються в обсязі 356100 тис.пас., пільгові – 120100 тис.пас.

Планові прямі матеріальні витрати у виробничій собівартості на 2020 рік визначено в сумі 548787,1 тис. грн. і складаються з наступних витрат:

- електроенергія на тягу рухомого складу – 319847,4 тис.грн.,
- електроенергія на виробничі потреби – 153548,2 тис.грн.,
- запасні частини, паливно-мастильні, інші матеріали – 70955,7 тис.грн.,
- тепло, водопостачання – 4435,8 тис.грн.

Потреба електроенергії визначається окремо на тягу поїздів та виробничі потреби. При визначенні витрат на тягу поїздів враховується плановий пробіг вагонів, заплановані обсяги перевезень і питома норма витрат електроенергії на тонно-кілометрову роботу поїздів. До витрат електроенергії на виробничі потреби відносяться витрати на силове обладнання, верстатний парк і спеціалізоване технологічне обладнання, електрообладнання опалювально-вентиляційних систем, а також на освітлення станцій, балюстрад ескалаторів, касових залів, тунелів, приміщень і території підрозділів.

Відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 26.06.2007 «881 «Про тарифи на електричну енергію для міського електротранспорту» для КП «Київський метрополітен» застосовувалися тарифи на електричну енергію, встановлені для населення. Але ця постанова втратила чинність з 01.01.2017 згідно з постановою Кабінету Міністрів України від 25.11.2015 № 1192 «Про визначення такими, що втратили чинність, деяких актів Кабінету Міністрів України». Станом на 01.01.2020 тариф на електроенергію для населення становив 1,29 грн. з ПДВ, тариф на електроенергію для інших споживачів (II клас) – 2.01 грн. з ПДВ. Прогноз тарифів на електричну енергію здійснюється відповідно до постанови Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сфері енергетики та комунальних послуг від 13.06.2016 №1129 та фактичного рівня тарифів на електричну енергію за I квартал 2020 року.

Прогнозний тариф на електричну енергію на 2020 рік:

- I квартал – 201, 39 коп. з ПДВ за 1 кВт.год.
- II квартал – 210,47 коп. з ПДВ за 1 кВт.год.

- III квартал – 229,99 коп. з ПДВ за 1 кВт.год.
- IV квартал – 251,31 коп. з ПДВ за 1 кВт.год.

Витрати на матеріали по підприємству складаються з витрат, визначених структурними підрозділами на підставі запланованих обсягів робіт, пов'язаних з експлуатацією і ремонтом необоротних активів, затверджених норм витрат по кожному виду робіт та діючих цін на матеріали та комплектуючі на початок 2020 року. Потреба матеріалів розраховуються по кожному виду діяльності та по кожному виду обладнання згідно з річним планом планово-попереджувальних ремонтів на підставі економічно обґрунтованих норм витрат.

Витрати на тепlopостачання включають витрати на опалення приміщень, підігрів води, на вентиляційні системи. Норми постачання теплоенергії встановлені в проектній документації, що складається при будівництві об'єктів метрополітену. В розрахунках застосовано та зведено в таблицю 6.2 тарифи на теплову енергію – ТОВ «Євроконструкція» – відповідно до постанови Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг від 30.06.2015 №1977 та ПАТ «Київенерго» відповідно до постанови Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг від 29.12.2015 №3226.

Таблиця 6.2 Тарифи на теплову енергію

Період	ПАТ «Київенерго»		ТОВ «Євроконструкція»	
	без ПДВ грн./Гкал	з ПДВ грн./Гкал	Без ПДВ грн./Гкал	з ПДВ грн./Гкал
I квартал	1447,48	1736,97	1338,47	1606,16
II-IV квартал	1508,47	1810,16	1411,59	1693,91

Планові обсяги водопостачання і водовідведення зворотних вод визначені в межах встановленого ліміту використання води Державним управлінням екології та природних ресурсів в м. Києві та нормативних розрахунків водопостачання та водовідведення. При плануванні враховується вода тільки з міськводопроводу, оскільки за воду з артсвердловини, яку використовує підприємство, сплачуються податки за воду та збір за геологорозвідувальні роботи. В розрахунках застосовано тариф за 1 м<sup>3</sup> 12,348 грн. з ПДВ, відповідно до постанови Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг від 16.06.2016 №1141.

Планування робіт з обслуговування і ремонту основних засобів виробничого призначення на підприємстві здійснюється відповідно до планово-попереджувальної системи ремонтів, що включає в себе технічне обслуговування, поточний та капітальний ремонт.

Періодичність проведення капітального та поточного ремонтів всіх видів обладнання метрополітену суворо регламентовано: рухомого складу та ескалаторів – виходячи з пробігів, колії – пропущеного нормативного тоннажу, для інших основних засобів – відповідні нормативні показники. Планування запасних частин і інших матеріалів для виконання ремонтів здійснюється згідно норм витрат, встановлених нормативними документами. При цьому враховуються заплановані обсяги робіт по кожному виду основних засобів.

У витратах на амортизацію основних засобів враховані суми амортизаційних відрахувань, розраховані за прямолінійним методом, відповідно до облікової політики підприємства. Сума амортизаційних відрахувань визначається з урахуванням руху основних засобів, інших необоротних матеріальних та нематеріальних активів.

Загальні витрати по амортизації основних засобів та інших необоротних матеріальних та активів включених до тарифу відповідно розрахунків складають 507978,6 тис.грн.

Витрати на оплату праці відповідно до посадових окладів та тарифних ставок працівників підприємства, визначених в Колективному договорі та штатних розписах по кожному структурному підрозділу, встановлені відповідно до вимог чинного законодавства.

Загальні витрати на оплату праці з відрахуваннями на соціальні заходи включених до тарифу відповідно до розрахунків складають 1212828,5 тис.грн.

В розрахунках адміністративних витрат враховані витрати на утримання апарату управління, обслуговування та ремонт основних засобів адміністративного призначення, загально корпоративні та інші витрати.

Плановий прибуток буде спрямовуватись після сплати податку на прибуток для здійснення капітальних інвестицій на виконання програм технічного розвитку Київського метрополітену.

Таким чином загальний обсяг повної планової собівартості на 2020 рік складає 2705717 тис.грн., з урахуванням прибутку в розмірі 456906 тис.грн. величина економічно обґрунтованого тарифу на 2020 рік на послуги з перевезень пасажирів у метрополітені складає:

$$T = \frac{2705717 + 456906}{476200} = 6,64 \text{ грн.}$$

## **Висновок до розділу 6**

У 6-му розділі кваліфікаційної роботи розглянули як ведеться розрахунок тарифу на послуги з перевезень пасажирів метрополітеном, як здійснюється формування планових витрат. Також, розглянули, що включають в себе планові витрати з операційної діяльності, що входить до виробничої собівартості перевезень. Визначили формулу для розрахунку економічно обґрунтованого тарифу. Розрахували планові показники собівартості послуг з перевезення пасажирів КП «Київський метрополітен» на 2020 рік.

## 7 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 7.1 Охорона праці працівників метрополітену

Метрополітен – це міський пасажирський транспорт, користування яким пов'язане з підвищеною небезпекою.

Необхідність повного задоволення потреб населення країни в пасажирських перевезеннях вимагає прискореного розвитку діючих метрополітенів і будівництва нових.

Робота в метрополітенах України має специфічні особливості, які заключаються в тому, що виробничі об'єкти (станції, тунелі), як правило, знаходяться під землею, а роботи здійснюються цілодобово та інтенсивно, пов'язані з підвищеною відповідальністю за своєчасне і безпечне перевезення пасажирів.

Специфіка роботи в метрополітенах обумовлює підвищені вимоги до створення умов, що забезпечують безпеку, охорону здоров'я та працездатності людини в процесі трудової діяльності.

Наїзди рухомого складу на працюючих, травми від рухомих частин виробничого обладнання і рухомих виробів, заготовок і матеріалів, займають на метрополітенах значну частину від загального числа нещасних випадків з тяжкими наслідками. Серед головних заходів щодо попередження впливу цього виробничого фактору на працюючих можна виділити наступне:

- закріплення виробничого обладнання і рухомого складу за окремими працівниками, їх навчання і інструктаж;
- регламентація режимів роботи;
- застосування різних видів огорожі;
- встановлення світлофорів та знаків безпеки;
- застосування аварійних засобів для зупинки поїздів, ескалаторів, різних конвеєрів в депо і майстернях;
- утримання рухомого складу і виробничого обладнання в робочому

стані, виконання строків і об'єму проведення робіт по огляду, технічному обслуговуванню і ремонту рухомого складу, виробничого обладнання, різних споруд метрополітенів.

Статистичні дані показують, що до 40 % захворювань робітників метрополітенів у перехідні та зимові періоди зумовлені застудою. Щоб зменшити кількість захворювань від застуди та забезпечити комфортні умови праці необхідно в приміщеннях і на робочих місцях метрополітену створити потрібні параметри мікроклімату.

Мікроклімат – це сполучення діючих на організм людини температури, вологи, руху повітря, теплового випромінювання від рухомого складу, виробничого обладнання, нагрівальних пристроїв та інших нагрітих частин, а також від пасажирів.

Оптимальні значення параметрів мікроклімату в робочих зонах виробничих приміщень при виконанні робіт різної фізичної тяжкості складають:

- температура – 18-25 0С;
- вологість – 40-60%;
- рух повітря – не більше 0,5 м/с.

Допускається збільшення межі зміни температури до 120С – 260С, а відносної вологості до 75%.

В приміщення тепло надходить від систем опалення і кондиціонування повітря, з повітрям приточної вентиляції, від виробничого обладнання та рухомого складу, від пасажирів та інших джерел. Із приміщень тепло відводиться в ґрунт через стіни, відкриті отвори, з повітрям витяжної вентиляції, через пасажирів, рухомий склад та інші предмети праці.

Освітлення об'єктів метрополітенів повинне забезпечувати безпеку переміщення пасажирів, руху поїздів, нормальну роботу обслуговуючого персоналу, бути надійним, відповідати вимогам стандартів.

Освітлення робочих площ і предметів праці залежить від вибору джерел

світла і схем їх розміщення в приміщеннях. На втому очей і організм людини в процесі праці, а отже, і на продуктивність праці виявляють вплив як недостатність, так і надлишок освітлення, яскравість, робочий і допоміжний фон, контрастність площин, пульсація світла, відносна видимість предметів, з якими працює робітник. Рівень освітлення на робочих місцях і об'єктах метрополітену, в залежності від перелічених факторів, може змінюватись від 1 до 2500 лк.

На безпеку руху і праці впливає також такий параметр як яскравість джерела світла, тобто відношення сили світла до площі проекції поверхні, що світиться.

Для освітлення приміщень використовуються газорозрядні лампи низької та високої напруги (люмінесцентні, ДРЛ, металогалогенні, натрієві) або лампи розжарювання. Для робочого освітлення пасажирських залів, сходів переходу в виробничих і допоміжних приміщеннях, як правило, використовують люмінесцентні лампи. Для аварійного освітлення застосовують лампи розжарювання. Джерела світла встановлюються на освітлювальну арматуру, яку вибирають, виходячи з архітектурного оформлення приміщень і необхідності отримання розсіяного світла.

На ряді станцій використовують приховані світильники з відбиванням світлового потоку від стін та стелі. Світильники розташовуються в місцях, доступних для обслуговування. В тунелях розташовують світильники з несиметричним боковим світлорозподіленням, світловий потік яких направлений на шлях в напрямку руху поїзда. Робоче і додаткове освітлення в тунелі вмикається при заході в нього обслуговуючого персоналу.

В перегінних тунелях, притунельних спорудах, вітках і тупиках додатково до загального освітлення повинно передбачатись освітлення від переносних світильників, які підключаються до трьохполюсних штепсельних розеток. Розетки розташовуються з обох боків тунелю в шахматному порядку через 50 метрів.

Шум – це безладне поєднання звуків різної частоти і потужності, які заважають людині плідно працювати. Шум заважає людям спілкуватися під час трудового дня, заглушує сигнали про небезпеку, знижує працездатність людей під час фізичної і, особливо, під час розумової праці. Постійна дія шуму на людину призводить до послаблення уваги і пам'яті, погіршення психічного стану, туговухості, зміни в центральній нервовій системі, підвищення кров'яного тиску та інших порушень стану здоров'я людини.

В якості основної одиниці виміру шуму прийнято логарифмічний рівень звукового тиску в децибелах (дБ).

По спектру шуми класифікуються на широкополосні (з шириною спектру більше однієї октави) і тональні, а по годинних характеристиках – на постійні і непостійні.

Непостійні шуми діляться на ті, що коливаються в часі, переривисті та імпульсні.

Постійні – це такі шуми, рівень звуку яких за 8-ми годинний робочий день змінюється не більше, ніж на 5 дБ при вимірах на тимчасовій характеристиці шумоміра “Повільно”. Якщо зміна рівня звуку більше 5 дБ, шум вважається непостійним.

Частіше всього на робочому місці діє шум від декількох джерел.

Основними джерелами шуму на метрополітенах є:

- рухомі склади;
- двері вагонів, які відчиняються і зачиняються;
- працюючі вентиляційні установки, ескалатори, електричні пристрої, насоси, сигнальні і гучномовні пристрої, автомати пропуску пасажирів;
- пасажири та інше.

Характерною особливістю появи шуму в приміщенні метрополітенів є те, що разом з аеродинамічними, механічними, електромагнітними шумами, виникають структурні шуми від вібрації різних конструкцій, багаторазових

відображень звуків від стін, підлоги та стелі, коливань повітря в приміщеннях через рух поїздів у тунелях. Шум у вагонах метрополітенів залежить від їх конструкції, технічного стану та навантаження на вісь. Дослідженнями встановлено, що рівень шуму в середині вагона в залежності від його конструкції коливається від 75 до 95 дБ. При збільшенні швидкості руху від 40 до 80 км/год шум в середині вагона збільшується на 5-7дБ.

Механічні коливання технічних систем метрополітену викликають вплив на конструкції тунелів і станційних споруд, сусідні житлові і промислові забудови, на пасажирів і працівників. Якщо параметри вібрації виходять за допустимі норми, то можуть виникнути передумови до руйнування споруд і будівель, а також порушення здоров'я тих, на кого вона діє певний час.

Основними параметрами вібрації, яка згубно діє на організм людини є швидкість, прискорення, частота, напрям і час дії.

Вібрації викликають порушення у вестибулярному апараті, кістках, суглобах, м'язах, нервовій системі, що призводять до вібраційної хвороби. Чим більший час дії вібрації, тим вища небезпека захворювання. Розвитку вібраційної хвороби сприяють низька температура, незручне положення тіла людини під час роботи, шум, напруга м'язів. Це потрібно враховувати при проектуванні обладнання, технологічних процесів, робочих місць, розробці режимів праці та відпочинку.

Метрополітени – це найбільш електрифіковані об'єкти народного господарства.

Основні споживачі електричної енергії на метрополітенах:

- поїзди;
- ескалаторні станції;
- водовідливні насосні установки;
- освітлення;
- автоматика, телемеханіка і зв'язок;

- системи виявлення і тушіння пожеж.

Підбір засобів і методів забезпечення електробезпеки залежить від потужності споживачів електричної енергії, напруги і струму в електричних мережах, роду струму та інших факторів. На працівників метрополітену небезпечну та шкідливу дію завдають:

- електричний струм;
- електрична дуга;
- електричні та магнітні поля;
- статична електрика;
- наведена напруга.

Недотримання правил електробезпеки призводить до електротравм.

Одними із основних причин електротравматизму є невиконання правил техніки безпеки робітниками і несправності в електроустановках. Ураження електричним струмом може бути викликано:

- неузгодженістю дій працюючих;
- порушенням трудової і технологічної дисципліни;
- недотриманням правил допуску до роботи з електроустановками.
- частіше всього електротравматизм виникає під час:
- ремонту виробничого обладнання в електроустановках;
- користування електроінструментом і електронагрівальними пристроями;
- ремонту контактної і кабельної мереж.

Ураження електричним струмом може носити місцевий (опіки, металізація шкіри, механічні ураження, електрофтальмія) або загальний характер (електричний шок, фібриляція серця, припинення серцевої діяльності, клінічна та біологічна смерть).

На результат уражень впливає стать і вік людини. Підвищене сприйняття до електричного струму мають втомлені та хворі люди, алкоголіки, психічно невірноважені люди.

## **7.2 Техніка безпеки при знаходженні в тунелі та на наземних дільницях**

Одночасний пропуск працівників метрополітену та інших працівників, що мають на це право, в тунель та на наземні ділянки під час руху поїздів і наявності напруги на контактній рейці дозволяється групами не менше двох і не більше п'яти чоловік, у відповідності з Правилами проходу (проїзду) в тунелі і на наземні дільниці метрополітену в період руху електропоїздів і наявності напруги на контактній рейці.

Всі працівники зобов'язані дотримуватись схем-маршрутів безпечного проходу по тунелях метрополітену, на наземних ділянках і паркових коліях.

Працівники що знаходяться в тунелі, на наземній дільниці, паркових коліях (для переведення стрілки вручну, подачі ручного сигналу на маневрове пересування, вручення машиністу поїзних документів (копії наказу поїзного диспетчера, попередження, дозволу та інше), ввімкнення і відключення лінійних роз'єднувачів, встановлення і зняття переносних заземлювачів – закороток, закриття або відкриття стрілочних закладок, встановлення і зняття переносних сигналів, щитів про наявність напруги на контактній рейці та інших робіт повинні дотримуватися техніки безпеки і наступних застережних заходів:

- одяг не повинен перешкоджати руху;
- слідкувати, щоб він був застебнутий і його поли не могли б зачепитися за виступаючі частини рухомого складу або за обладнання;
- головний убір не повинен закривати вуха, щоб не заважати нормальній чутності;
- взуття повинне бути зручним та на широкому підборі;
- проходити в тунель у тапках і в іншому легкому взутті забороняється;
- спускатися з платформи можна лише зі сходів, що знаходяться в торцях станції;

– стрибати з платформи на колії забороняється.

Знаходячись на стрілочному переводі, забороняється наступати на тяги, гостряки, хрестовини та рейки.

Забороняється наступати на короб контактної рейки, деталі стрілочних переводів, пристроїв АРШ і т. д.

Необхідно бути обережним при виході на сусідню колію, коли перехід здійснюється з одного тунелю в інший по міжколійному ходку.

Обходити вагони і склади дозволяється тільки з боку протилежному контактній рейці, не торкаючись їх, оскільки вагон або склад може почати рухатись, а струмоприймач – знаходиться під високою напругою.

Працюючи в тунелі, необхідно завчасно обрати місце, де можна сховатися при наближенні потягу, зійти з колії, не чекаючи сигналу машиніста. Щоб сховатися при пропуску потягу необхідно зайти в нішу, стати на банкетку або огорожений майданчик релейної шафи. Пропускаючи рухомий склад, необхідно триматися за ребра тубінгів, кронштейни для закріплення кабелів. Триматися за кабелі забороняється.

При роботі на пасажирській платформі забороняється заходити за обмежувальну лінію, стояти навпроти дверей вагону, міжвагонного з'єднання і в проймах, що з'єднують середній зал з платформою.

Підіймати з колій в межах пасажирської платформи предмети, що впали, дозволяється у відсутність потягу за допомогою ізолювальної штанги.

Відключення лінійних роз'єднувачів або встановлення переносних заземлювачів – закороток виконується черговим по станції після отримання наказу поїзного диспетчера про зняття напруги з контактної рейки.

Перевірку відсутності напруги на контактній рейці за допомогою покажчика напруги, вимкнення і ввімкнення лінійних роз'єднувачів, встановлення і зняття переносних заземлювачів – закороток необхідно виконувати в діелектричних рукавицях.

Перед встановленням електричних сигнальних ліхтарів необхідно впевнитися в справності ізоляції дроту, патронів, вилок і розеток, перевірити наявність сигнальних скелець.

### **7.3 Заходи щодо покращення стану охорони праці**

Для покращення стану охорони праці на метрополітені впроваджують наступні заходи:

1) Для підтримки певної температури приміщення на метрополітенах застосовують водяне, електричне опалення і повітряно-теплові завіси. В якості джерел теплопостачання використовують розподільчі теплові магістралі ТЕЦ, або районні котельні, розподільчі електричні магістралі підстанцій метрополітенів.

2) Для зменшення шуму складаються карти шуму. По карті шуму легко визначити несприятливі по відношенню до шуму ділянки, приміщення та робочі місця. На основі цієї інформації складаються заходи по нормалізації шуму, вибираються засоби для забезпечення акустичного комфорту.

Зниження шуму на об'єктах метрополітену досягається за допомогою колективних засобів захисту, які можуть бути встановлені в джерелі виникнення шуму, на шляху його розповсюдження або перед об'єктом, що захищається.

3) Шкідливий вплив вібрації на працюючих зменшується шляхом проведення організаційно-технічних заходів:

- контролю загальної вібрації на робочих місцях не рідше одного разу на рік, а локальної – не рідше двох разів на рік;
- забезпечення величини вібраційних характеристик обладнання;
- дотриманням періодичності та видів робіт по планово-попереджувальному ремонту обладнання;

- впровадження заходів і технічних засобів, які виключають контакт робітників з вібруючими поверхнями;
- оптимізації режимів праці та відпочинку;
- проведення профілактичних та учбових заходів;
- обладнання біля робочих місць спеціальних санітарно-гігієнічних пристроїв для пониження впливу вібрації на організм працівника (ножні та ручні ванни з гарячою водою).

4) Однією з головних задач охорони праці при роботі з електропристроями є забезпечення електробезпеки. До організаційних заходів щодо попередження поранення електричним струмом відносяться:

- підбір персоналу у відповідності з вимогами правил технічної експлуатації, технічного обслуговування електроустановок;
- чітке виконання персоналом метрополітену посадових інструкції ПТЕ та ПТБ при роботі з електроустановками;
- проведення навчання безпечним правилам роботи на електроустановках;
- періодична атестація та інструктажі працюючих;
- призначення відповідальних осіб за організацію та проведення робіт на електроустановках, які мають відповідну кваліфікаційну групу.

### **Висновок до розділу 7**

У 7-му розділі кваліфікаційній роботі було розглянуто охорону праці працівників метрополітену, техніка безпеки при знаходженні в тунелі та на наземних дільницях та заходи щодо покращення стану охорони праці. Визначили фактори, які несуть небезпечний та шкідливий вплив на працівників метрополітену. Розглянули, що забороняється при роботі на пасажирській платформі. А також правила роботи працівників у тунелі для їх безпеки.

## 8 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Метрополітен є досить екологічним видом транспорту, але і він впливає на навколишнє середовище шумом, вібрацією та електромагнітним забрудненням.

При проектуванні ліній, електродепо і підприємств метрополітену, склад, зміст і порядок розроблення матеріалів, а також розроблення заходів по захисту, відновленню і охороні навколишнього природного середовища повинні відповідати усім вимогам, санітарних правил і норм (СанПіН) та інших нормативно-технічних документів і законодавчих актів з питань охорони природи і раціонального використання природних ресурсів.

На проектній стадії прогнозні оцінки виконуються на регіональному та локальному рівнях, ураховуючи зміни і перерозподіл по території негативного впливу інших видів транспорту.

Прогнозована ОВНС, а також оцінка впливу на населення і господарську діяльність у зоні впливу будівництва і експлуатації метрополітену та його споруд повинна виконуватись на розрахункові терміни.

При проектуванні, в місцях знаходження пасажирів, а також в зоні повітровипускних систем ліній, електродепо і підприємств метрополітену повинен забезпечуватись рівень забруднення повітря не вище максимальної разової ГДК для населених місць згідно з діючими санітарними правилами і нормами (СанПіН).

Системи тунельної вентиляції проектуються з розрахунком, що системи збору атмосферного повітря повинні забезпечувати рівень його забруднення у місцях перебування пасажирів не більше ГДК.

Оцінка забруднення приземного шару атмосферного повітря джерелами викидів електродепо та підприємств метрополітену повинна здійснюватись розрахунковим шляхом. У складі ОВНС необхідно надавати проект ГДВ.

Тунельна вентиляція повинна працювати так, щоб системи збору атмосферного повітря забезпечували рівень його забруднення у місцях перебування пасажирів не вище ГДК.

Оцінка забруднення приземного шару атмосферного повітря джерелами викидів електродепо та підприємств метрополітену повинна здійснюватись розрахунковим шляхом. У складі ОВНС необхідно надавати проект ГДВ.

Система моніторингу якості повітря і його відповідності до ГОСТ 12.1.005 та санітарно-гігієнічних норм у підземних та закритих наземних ділянках метрополітену повинна відповідати нормам.

Пасажири і експлуатаційний персонал на станціях, існуючі та проєктовані будівлі і споруди, розташовані вздовж траси лінії, повинні бути захищені від шуму.

При проєктуванні інженерного захисту від затоплення і підтоплення споруд лінії, а також території підприємств метрополітену, слід керуватися СНіП 2.06.15.

На ділянках мілкового закладення тунелів слід передбачати заходи з попередження підтоплення міських територій та забудови житлових і громадських будинків, підпору ґрунтових вод і заболочування прилеглих територій .

В зоні рекреацій (приватне землеволодіння, садові і дачні ділянки і т.п.) будівельно-монтажні роботи слід виконувати без зниження рівня ґрунтових вод.

При необхідності зниження рівня ґрунтових вод будівельно-монтажні роботи слід проводити в зимовий період.

Питне водопостачання на період водопониження слід забезпечувати від міського водопроводу або артезіанських свердловин з експлуатацією більш глибоких водоносних горизонтів.

На будівельних майданчиках слід передбачати очищення дренажних вод в зумпфах-відстійниках тимчасових насосних установок, а також відведення у міську мережу каналізації побутових стічних вод.

З підземних споруд метрополітену стічні води необхідно перекачувати насосними установками в систему міської дощової каналізації після попереднього очищення, як правило, відстою; фекальні води – у систему міської каналізаційної мережі.

Стічні води з підземних споруд метрополітену повинні відповідати вимогам діючих санітарно-гігієнічних норм для міської мережі дощової або загально-сплавної каналізації за змуленими речовинами, нафтопродуктами і БПК – повному (біохімічний показник споживання кисню – повний).

Періодичне очищення відстійників і зумпфів водовідливних установок слід передбачати в міру накопичення в них осадів. Зливання рідких фракцій кульпи, яка збирається з водовідливних установок і відстійних колодязів ліній, повинно провадитися в очисні споруди, а висушений осад слід вивозити на виділені містом відвали. Відстань від очисних споруд до житлової забудови повинна бути не менша 150 м. Скидання виробничих стічних вод від електродепо і підприємств метрополітену в міську господарсько-побутову каналізацію слід передбачати після їх попереднього очищення за повним комплексом технологічних забруднень. Склад очисних споруд і лабораторії контролю за їх роботою повинен відповідати СНіП 2.04.03. Якість вод, що скидаються, повинна відповідати місцевим правилам прийому виробничих стічних вод в системі каналізації. У складі ОВНС необхідно надавати проект ГДС.

Проектування дренажних систем для скидання стічних вод електродепо безпосередньо у водний об'єкт, в склад ОВНС повинен бути включений розрахунок ГДС забруднюючих речовин відповідно до інструктивних документів Мінекоресурсів України, а експлуатаційна організація повинна отримати в органах Мінекоресурсів України дозвіл на спеціальне водокористування.

При будівництві ліній та споруд метрополітену слід визначати схему переміщення ґрунтів з вказівкою товщини і об'єму ґрунтового шару, який порушується, і спосіб їх переміщення.

При розміщенні і проектуванні ліній, електродепо та підприємств метрополітену необхідно передбачати заходи з рекультивації земель відповідно до ГОСТ 17.5.3.04 і ГОСТ 17.5.1.02.

Для здійснення екологічної діяльності на метрополітені складаються спеціальні підрозділи, які відповідають за проведення природоохоронної роботи. Для проведення єдиної державної екологічної політики в Укрзалізниці створений Департамент по безпеці руху та екології, в складі якого є відділи надзвичайних ситуацій та охорони природи.

Порядок використання земель природоохоронного, природо заповідного, оздоровчого, рекреаційного та історико-культурного призначення з особливими умовами землекористування визначаються законодавством.

Благоустрій і озеленення території будівельних майданчиків та наземних споруд метрополітену слід здійснювати відповідно до СНіП 11-89, ДБН А.2.2-3, ДСП 173.

Негативний вплив на довкілля виявляє вібрація. Вібрація – це тремтіння або струси, які при довготривалому впливу на людину шкодять її здоров'ю. Розрізняють загальну та локальну вібрацію. Для їх зменшення використовують віброізоляцію, вібродемпфірування, пружні основи і опори, віброгасні прокладки, килимки. Вібрації на рухомому складі залежать від конструкції вагонів, профілю, конструкції та стану колії. Низькочастотні коливання до 7 Гц обумовлені у рухомому складі коливаннями кузова, які виникають унаслідок підстрибування, бокової хитавиці при взаємодії колії та рухомого складу. Вібрації з частотами 18-30 Гц створюються коливаннями колісних пар і передаються кузову через систему ресорного підвішування та опори кузова.

Коливання з частотами більше 30 Гц обумовлені роботою двигунів та допоміжним обладнанням вагонів. Основними заходами по зниженню вібрації рухомого складу є :

- покращення ресорного підвішування та застосування пружних гумових, пружинних та гідравлічних амортизаторів;
- застосування резинових елементів в опорах кузова, які забезпечують деяке зниження високочастотних вібрацій та шуму;
- амортизація двигунів та допоміжних машин на рухомому складі.

Електроніка та радіотехніка викликає забруднення природного середовища електромагнітними випромінюваннями. Мірою забруднення електромагнітними полями є напруженість поля. Ці поля завдають шкоди більш за все нервовій системі. Так, напруженість поля 1000 В/м спричиняє головний біль і сильну втому, більші значення зумовлюють розвиток неврозів, безсоння, тяжкі захворювання. Існують розроблені на основі медико-біологічних досліджень санітарні норми та правила щодо радіотехнічних та електротехнічних об'єктів. Вони регламентують умови їх експлуатації з метою охорони населення від шкідливого впливу електромагнітних випромінювань.

Для здійснення екологічної діяльності на метрополітені складаються спеціальні підрозділи, які відповідають за проведення природоохоронної роботи.

При проектуванні лінії метрополітену слід передбачати захист пасажирів і експлуатаційного персоналу на станціях від шуму та вібрації, які створюються рухом поїздів, роботою ескалаторів і вентиляційних агрегатів. Також слід передбачати захист існуючих будівель і споруд та тих, що проектуються і розташованих вздовж траси лінії, від шуму та вібрації.

У виробничих і цивільних спорудах, розміщених вздовж траси метрополітену, допустимі рівні вібрації визначаються вимогами ДСН 3.3.6.039.

## **Висновок до розділу 8**

У 8-му розділі кваліфікаційної роботи було розглянуто охорону навколишнього середовища, а саме вплив метрополітену, як громадського транспорту, на навколишнє середовище. Розповідалося про те як проводиться система повітряних вентиляційних шахт метрополітену, яким чином відбувається забруднення повітря через викиди шкідливих речовин. Також відбувається електромагнітне забруднення, що пагубно впливає на природне середовище. Окрім вищесказаного є ще вплив вібраційний, який негативно впливає і на середовище і на людей, для цього використовують віброізоляцію.

## ВИСНОВКИ

У даній кваліфікаційній роботі розглянуто Сирецько-Печерську лінію Київського метрополітену, що складається з 16 станцій, 11 з яких мають колійний розвиток, дві пересадкові станції, електродепо і пункти технічного огляду.

Лінія обладнана диспетчерською централізацією. Рух поїздів здійснюється за допомогою автоматичної локомотивної сигналізації з автоматичним регулюванням швидкості.

Аналіз пасажиропотоків виконаний на лімітуючих перегонах лінії. При цьому максимальний пасажиропотік на лімітуючому перегоні «Кловська-Палац Спорту» у ранковий час «пік» по II колії становить 16850 пас/год.

Визначено потрібні розміри руху поїздів, що склали 32 пар поїздів на годину у робочий день.

Визначений час обороту поїздів на кінцевих станціях, який складає при обороті маневровою бригадою на станції «Сирець» - 103 секунди, на станції «Червоний Хутір» - 146 секунд.

Виконаний розрахунок необхідної кількості складів для забезпечення потрібних розмірів руху на лінії – 44 рухомі склади.

На підставі вище вказаних даних побудовано графік руху поїздів на робочий день в ранковий час «пік». Визначено показники графіка руху поїздів. Наприклад, для Сирецько-Печерської лінії в робочий день потрібні розміри руху в ранкову годину «пік» (08.00 – 09.00) дорівнюють 32 пп/год.

Розглянуто порядок прийому та відправлення поїздів, а також маневрову роботу.

Було розглянуто охорону праці працівників метрополітену, техніка безпеки при знаходженні в тунелі та на наземних ділянках та заходи щодо покращення стану охорони праці. Визначили фактори, які несуть небезпечний та шкідливий вплив на працівників метрополітену. Розглянули, що

забороняється при роботі на пасажирській платформі. А також правила роботи працівників у тунелі для їх безпеки.

В роботі також розглянуто охорону навколишнього середовища, а саме вплив метрополітену, як громадського транспорту, на навколишнє середовище.

Розповідалося про те як проводиться система повітряних вентиляційних шахт метрополітену, яким чином відбувається забруднення повітря через викиди шкідливих речовин. Також відбувається електромагнітне забруднення, що пагубно впливає на природне середовище.

В цілому в кваліфікаційній роботі розглянуті усі найважливіші аспекти експлуатаційної роботи метрополітену, що забезпечують надійність та безпечність його роботи.

Графічна частина проекту складається з:

- графіка руху поїздів робочого дня з 07 год 00 хв до 08 год 30 хв
- схеми Сирецько-Печерської лінії метрополітену.

В роботі розглянуті питання: організація пасажирської роботи метрополітену, визначено потрібні розміри руху поїздів. Складений графік руху поїздів з урахуванням пасажиропотоків.

Визначено показники графіку руху поїздів та основні експлуатаційні показники роботи метрополітену.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Якушкин І.М. Пасажирські перевезення на метрополітені. – М.: Транспорт, 1982.
2. Правила технічної експлуатації метрополітенів. – М.: Транспорт, 1986.
3. Талонне обстеження Київського метрополітену. – Київ, 1998.
4. Бакулін А.С., Пронін З.А., Федоров Е.А., Кудрінська К.І., Організація руху поїздів і роботи станцій метрополітену.
5. Інструкція з руху поїздів і маневрової роботи на метрополітенах. – М.: Транспорт, 1986.
6. Закон України «Про охорону праці».
7. Державні будівельні норми України, споруди транспорту. Метрополітени, ДБН В.2.3-7-2003, Держбуд України, 2003.
8. Інструкція по руху поїздів і маневровій роботі на метрополітенах. - М.: Транспорт, 1986.
9. Бакулін А.С., Кудрінська К.І., Кун П.А.. Споруди, пристрої і рухомий склад метрополітену. - М.: Транспорт, 1979
10. Охрана окружающей среды и экологическая безопасность на железнодорожном транспорте. - М.: УМК МПС, 1999.
11. Про охорону праці: Закон України. Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1992, № 49, ст.668. Вводиться в дію Постановою ВР № 2695-ХІІ від 14.10.92, ВВР, 1992, № 49, ст.669 URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2694-12> (дата звернення 28.04.2021)
12. Державні будівельні норми України. «Споруди транспорту. Метрополітени» - ДБН В.2.3-7-2003. Держбуд України, – 600с.
13. Офіційний сайт КП «Київський метрополітен» - URL: <http://www.metro.kiev.ua/?q=node/108>, (дата звернення 28.04.2021)

14. Щербина Р. С. Методичні рекомендації та загальні вимоги до оформлення кваліфікаційних (магістерських) робіт освітньо професійної програми 275 «Транспортні технології (на залізничному транспорті)» другого (магістерського) рівня вищої освіти. К.: ДУІТ, 2019. 22 с.

15. Махмутов К.М. Устройства интервального регулирования движения поездов на метрополитене – М.: Транспорт, 1986.-350 с.

16. Бакулин А.С., Кудрицкая К.И., Кун П.А., Мосин Е.Т. Сооружения, устройства и подвижной состав метрополитена. -М.: Транспорт, 1979.-240 с.

17. Правила технической эксплуатации метрополитенов. – М.: Транспорт, 1986.-160 с.

18. Бакулин С.А., Пронин З.А., Федоров Е.А., Кудринская К.И. Организация движения поездов и работы станций метрополитена. -М.: Транспорт, 1981.-200 с

19. Сементовский Э.А. Техническое обслуживание и ремонт подвижного состава метрополитенов. -М.: Транспорт, 1989.-335 с.

20. Калинин В.П. Метрополитены. -М.: Транспорт, 1988.-280 с.

21. Е.В. Копылова Ведение поездной документации в условиях автоматизированного рабочего места ДСП и ДНЦ // Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок». – М.: МИИТ, 2009. - ...с.

22. Методические указания по расчету технико-экономических показателей эксплуатационной работы метрополитенов. - М.: Транспорт. Москва, 1985. - ...с.

23. Бакулин А. С., Пронин В. А., Федоров Е. А., Кудринская К.И. Организация движения поездов и работа станций метрополитена. Учебник для подготовки рабочих на производстве. Транспорт. Москва,1981.

24. Маслов Н.Н., Елсуков В.А. Охрана труда на метрополитенах. Транспорт. Москва, 1985.
25. Інструкція з охорони праці № ІОП-Д-02-17 для чергового станційного поста телекерування. Київ, 2017.
26. Зель В.І., Семенцова Л. А. Положення про систему екологічного управління КП «Київський метрополітен». Київ, 2017. - ... с.
27. Павлова Е.А. Экология транспорта. Учебник для вузов. Транспорт. Москва, 2000.
28. Лобанов Е.М. Транспортная планировка городов / Е.М.Лобанов. М.: Транспорт, 1990. – 240с.
29. Вучик В.Р. Транспорт в городах, удобных для жизни // Вукан Вучик. М: Территория будущего. 2011. – 576с.

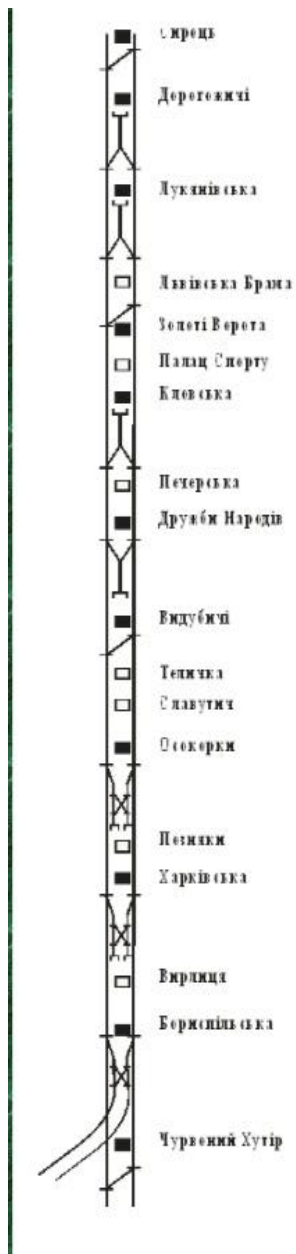
# Додаток А

## Схема ліній Київського метрополітену



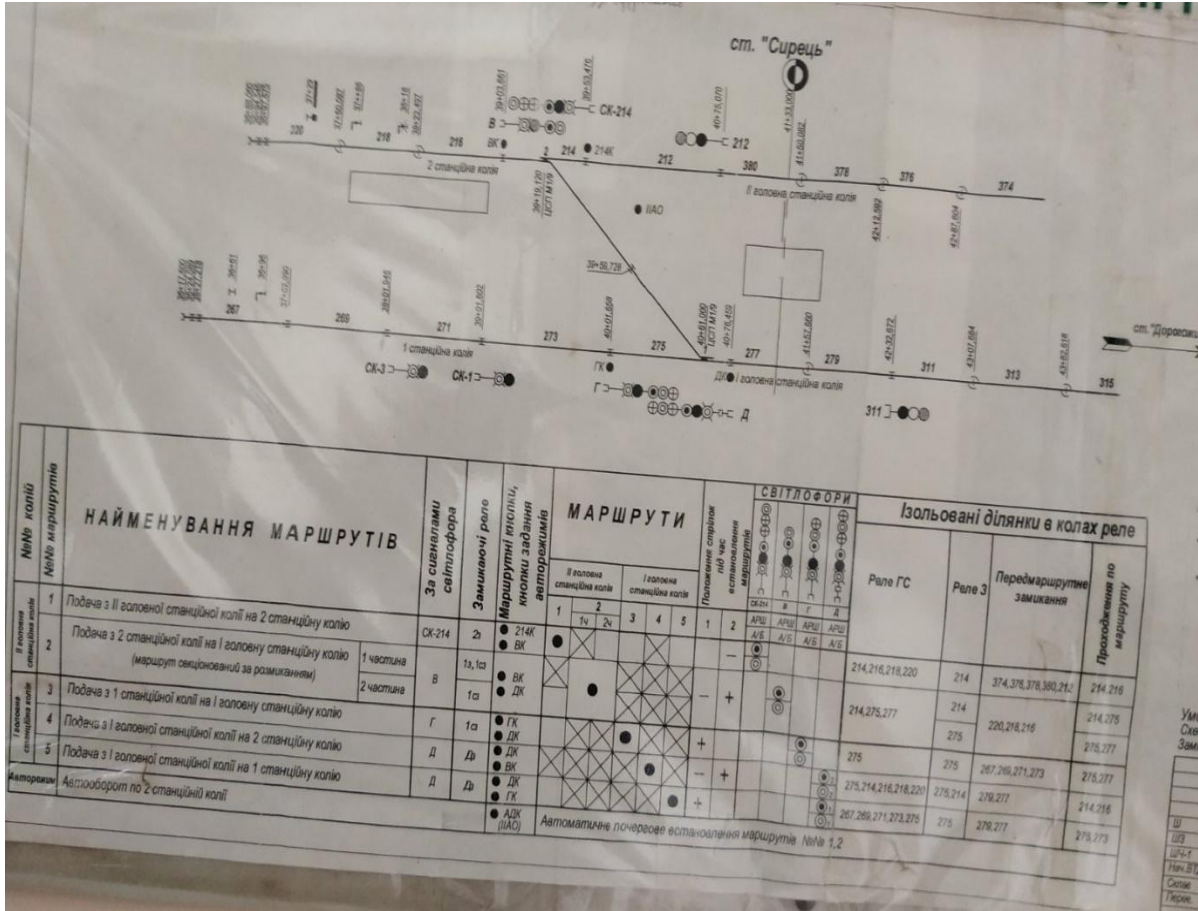
## Додаток Б

### Схема лінії «С-П»



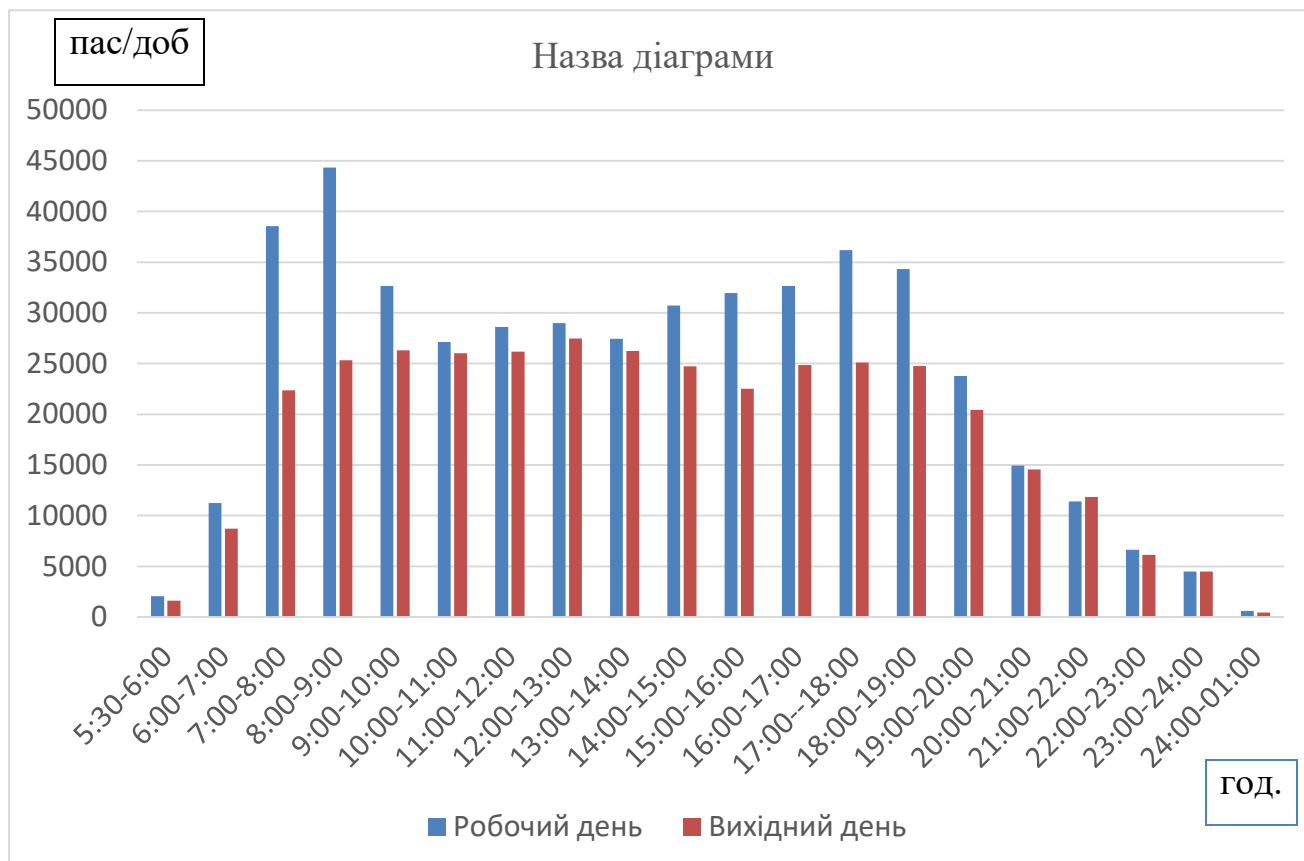
# Додаток В

## Схематичний план станції «Сирець»



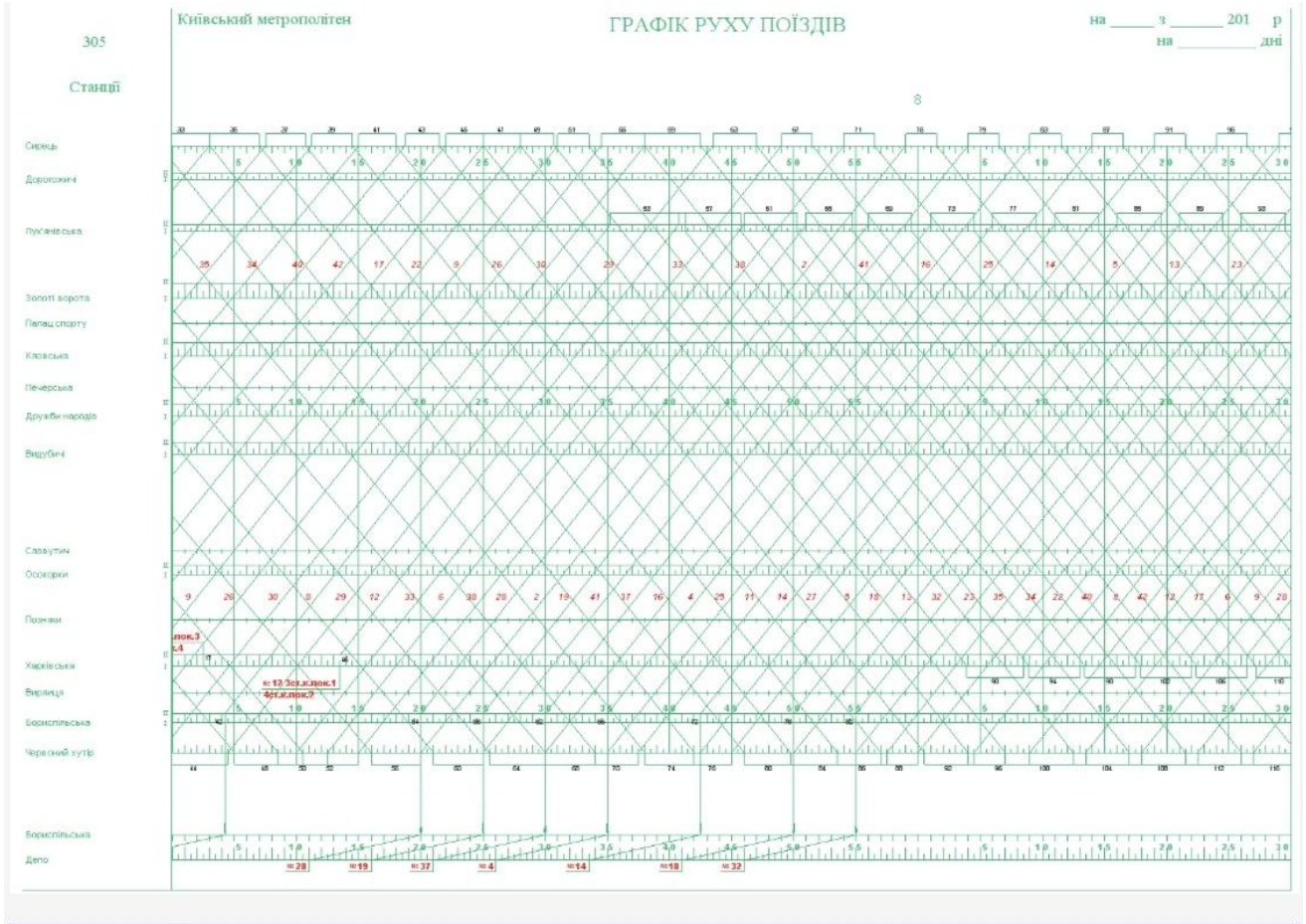
## Додаток Г

Діаграма розподілень пасажиропотоків по годинам в робочі та вихідні дні



# Додаток Д

## Графік руху поїздів на робочий день



# Додаток Е

## Графік руху поїздів на вихідний день

