


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

ЗАТВЕРДЖУЮ:

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



(підпис) Р.С. Щербина
« 11 » грудня 2020 року

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної (магістерської) роботи
освітнього ступеня «Магістр»

на тему «Розробка алгоритму дій поїзного диспетчера метрополітену у випадку порушення графіку руху поїздів через несправність колійних пристроїв на полігоні Сирецько – Печерської лінії Київського метрополітену»

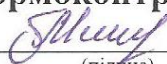
Виконав: студент 2 курсу, групи ТТ
ОПШ 275.02 «Транспортні технології
(на залізничному транспорті)»


(підпис) Гарбуза А.О.

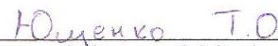
Науковий керівник


(підпис) Самсонкін В.М.

Нормоконтроль


(підпис) Бердніченко Ю.А.

Рецензент


(прізвище та ініціали)

Київ – 2020 рік
 Державний університет інфраструктури та технологій
 Київський інститут залізничного транспорту
 Факультет «Управління залізничним транспортом»
 Кафедра «Технологій транспорту та управління процесами перевезень»
 Освітній ступінь «Магістр»
 Галузь знань 27 «Транспорт»
 Освітньо-професійна програма «Транспортні технології (на залізничному транспорті)»

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


 (підпис) **Р.С. Щербина**
 «01» вересня 2020 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ (МАГІСТЕРСЬКУ) РОБОТУ
 студента _____ Гарбузи Андрія Олексійовича
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Розробка алгоритму дій поїзного диспетчера метрополітену у випадку порушення графку руху поїздів через несправність колійних пристроїв на полігоні Сирецько-Печерської лінії Київського метрополітену»
науковий керівник Самсонкін В. М, професор кафедри «Технологій транспорту та управління процесами перевезень»
 (ПІБ, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом Державного університету інфраструктури та технологій від «31» серпня 2020 року № _____

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

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

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

1 Огляд літератури та аналіз розробок щодо забезпечення перевезень в метрополітені

2 Аналіз та характеристика Київського метрополітену як об'єкту дослідження

3 Графік руху поїздів. Етапи дій диспетчера поїзного

4 Техніко – економічні розрахунки

5 Охорона праці

6 Охорона навколишнього середовища

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





В електронному вигляді:

- 1 Огляд літератури та аналіз розробок щодо забезпечення перевезень в метрополітені
- 2 Завдання на кваліфікаційну роботу
- 3 Огляд підходів до обліку та систематизації відмов колійних пристроїв
- 4 Опис діяльності диспетчерської дільниці
- 5 Опис випадків несправності колійних пристроїв на лініях Київського метрополітену
- 6 Описано етапи дій поїзного диспетчера
- 7 Проведення оцінка порушення графіка руху поїздів через несправність пристроїв колійного господарства
- 8 Наведенні економічні показники

В паперовому вигляді:

Немає

6. Консультанти розділів роботи.

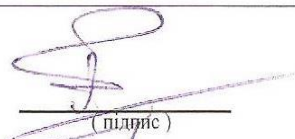
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона навколишнього середовища	к.і.н., доцент Сорочинська О.Л.		
Охорона праці	к.і.н., доцент Сорочинська О.Л.		

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної (магістерської) роботи	Період виконання етапів роботи
1	Збір літератури, її опрацювання, підготовка 1 розділу	03.08.2020р.-17.08.2020 р
2	Розробка 2 розділу	17.08.2020р.-24.08.2020 р
3	Збір інформації, її аналіз, розробка 3 розділу	26.08.2020р.-14.09.2020 р
4	Розробка 4 розділу	14.09.2020р.-21.09.2020 р
5	Розробка основної частини роботи	21.10.2020р.-05.10.2020 р
6	Розрахунок техніко – експлуатаційних та економічних показників	05.10.2020р.-19.10.2020 р
7	Опрацювання джерел, підготовка розділу про охорону праці	19.10.2020р.-02.11.2020 р
8	Розробка розділу про захист навколишнього середовища	02.11.2020р.-09.11.2020 р
9	Оформлення висновку, додатків та списку використаних джерел	09.11.2020р.-23.11.2020 р
10	Підготовка презентаційного матеріалу	23.11.2020р.-30.11.2020 р
11	Подання роботи	03.12.2020 р

Студент




 (підпис)

 Гарбуза А. О.

 (прізвище та ініціали)

Керівник роботи



 (підпис)

 Самсонкін В. М.

 (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ТА АНАЛІЗ РОЗРОБОК ЩОДО УБЕЗПЕЧЕННЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ У МЕТРОПОЛІТІНІ	10
1.1 Огляд підходів до обліку та систематизації відмов колійних пристроїв	10
1.2 Засоби та прилади діагностики колійних пристроїв	15
1.3 Впровадження цифровізації у діяльність метрополітенів	17
1.3.1 Індустрія 4.0: загальні примітки	17
1.3.2 Основні напрямки цифровізації на залізничному транспорті	18
1.3.3 Автоматизація систем управління поїздом	20
1.3.4 Основні принципи змін	20
2 АНАЛІЗ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА КИЇВСЬКОГО МЕТРОПОЛІТЕНУ ЯК ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ	22
2.1 Характеристика Київського метрополітену	22
2.2 Лінії Київського метрополітену	26
2.3 Опис діяльності працівників служби колії, обслуговування колійних пристроїв метрополітені	29
2.4 Опис діяльності диспетчерської дільниці	31
3 ГРАФІК РУХУ ПОЇЗДІВ. ЕТАПИ ДІЙ ДИСПЕТЧЕРА ПОЇЗНОГО	39
3.1. Значення та сутність графіку руху поїздів у метрополітені	39
3.2. Ризик виникнення несправностей в пристроях колійного господарства та їх причини	45

3.3 Аналіз випадків несправності колійних пристроїв на лініях Київського метрополітену	48
3.4 Формалізація етапів дій поїзного диспетчера (ДЦХ)	54
3.5 Аналіз реальних подій зламу ходової рейки	60
4 ТЕХНІКО – ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ РОЗРАХУНКИ	63
4.1 Оцінка порушення графіка руху поїздів через несправність пристроїв колійного господарства	63
4.2 Економічні показники	70
5 ОХОРОНА ПРАЦІ	82
5.1 Система управління охороною праці на метрополітені	82
5.2 Шкідливі та небезпечні фактори в метрополітені	87
6 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	89
6.1 Охорона навколишнього середовища в період будівництва та в період експлуатації метрополітену	89
6.2 Еколого-виробничі вимоги до утримання об'єктів метрополітену	94
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	98
ДОДАТКИ	101

ВСТУП

Вибір теми дослідження пояснюється тим, що автор працює у Київському метрополітені, а також зацікавленістю у питаннях забезпечення руху поїздів з точки зору поїзного диспетчера.

Метрополітени представляють собою важливі складові транспортної системи великих міст та мегаполісів. Спочатку лінії метро будували, щоб розвантажити вулиці великих міст, в даний час метрополітени фактично стали основним структуроутворюючим елементом сучасного міста, на основі якого будується політика забезпечення мобільності населення. З моменту відкриття в Лондоні в 1863 р. першої лінії довжиною 3,6 км, діюча мережа метрополітенів світу перевищує на сьогодні 6000 км. Отримавши значне поширення в великих містах, метрополітени світу до початку XXI ст. перевозили вже більше 150 млн пасажирів/добу. Головні переваги метрополітену - це висока (до 100 км / год) швидкість і регулярність руху поїздів з інтервалом до 80 с, що в сукупності визначає провізну спроможність понад 50 тис. чол./год в одному напрямку. При відповідном розвитку транспортної мережі міста і організації перевезень метрополітен обмежує витрати часу в дорозі на роботу і назад в межах 15% робочого часу, що відповідає основним критеріям ефективності міського транспорту. За кількістю перевезених пасажирів на рік лідирують метрополітени Токіо - 3,2 млрд, Москви - 2,4 млрд і Пекіна - 2,2 млрд пасажирів.

Метрополітен є найефективнішим видом міського пасажирського транспорту і з точки зору споживання енергії і займаних площ [1]. Розрахунки французьких фахівців показали, що для перевезення 50 тис. пасажирів/год в одному напрямку при використанні метрополітену потрібно коридор шириною всього лиш 9 м. Крім того, 1 л нафти достатньо, щоб перевезти одного пасажирів на відстань 48 км на метрополітені, 38 км - на автобусі, 19 км - на автомобілі.

Реалізація в метрополітені механізму повернення електроенергії при гальмуванні (рекуперація) забезпечує відчутну економію

Метрополітени грають провідну роль при інтеграції транспортної, містобудівної та соціальної політики, разом визначають рівень мобільності. Серед усіх видів міського транспорту метрополітен знаходиться на вістрі впровадження інноваційних технологій, спрямованих на надійність експлуатаційної роботи і спрощення технічного обслуговування. Наприклад, впровадження системи автоматичного ведення поїздів без машиніста призводить до зростання продуктивності праці, підвищення рівня безпеки та регулярності руху.

Будучи по суті ключовою ланкою систем мобільності міст, метрополітени при цьому залишаються складними і дорогими інженерними спорудами, які вимагають для будівництва та утримання великих обсягів грошових коштів. Тому поряд з класичними методами бюджетного фінансування всі зацікавлені сторони створюють нові схеми на основі партнерських відносин. Такі схеми можуть включати надання з боку держави податкових пільг, права пільгового використання земельних ділянок в зоні трас проходження ліній і розміщення станцій, включення учасників будівництва до складу основних акціонерів, а також різні методи формування державно-приватного партнерства.

Актуальність теми: По-перше, старіння основних фондів метрополітенів, відсутність кардинального оновлення рухомого складу може привести та приводить к різним позаштатним ситуаціям. Для їх швидкої ліквідації треба передбачити як автоматизовані засоби так і напрацювати стереотипні дії персоналу. По-друге, в умовах цифровізації світу слід багато уваги приділяти розробці та впровадженню цифрових технологій в існуючий технологічний процес.

Метою дослідження магістерської роботи є розробити алгоритм дій диспетчера поїзного (ДЦХ) у випадку порушення графіку руху поїздів через несправність пристроїв колійного господарства.

Предметом дослідження є алгоритм дій диспетчера поїзного (ДЦХ) у випадку порушення графіку руху поїздів

Об'єкт дослідження є графік руху поїздів і запобігання його порушенню.

Практичним значенням магістерської роботи полягає в можливості використання отриманих даних для організації руху поїздів на Сирецько - Печерській лінії у випадку порушення графіку руху поїздів.

Дана магістерська робота складається зі вступу, брозділів, висновку та переліку використаних джерел. В них висвітлені експлуатаційна і технічна характеристики роботи станції, основні показники роботи, технологія обробки поїздів і вагонів в парках, запропоновані заходи і засоби для покращення показників роботи, розглянуті правила безпеки для працівників станції, вплив залізничного транспорту на навколишнє середовище. Пояснювальна записка складається з 93 сторінок, у тому числі сім рисунків, дев'ять таблиць, чотири додатка.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ТА АНАЛІЗ РОЗРОБОК ЩОДО УБЕЗПЕЧЕННЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ У МЕТРОПОЛІТІНІ

В даному розділі розглянуто основні підходи до обліку та виявлення відмов колійних пристроїв, а також показано сучасні засоби діагностики колії, у тому числі дефектоскопії колії.

1.1 Огляд підходів до обліку та систематизації відмов колійних пристроїв

Безпека і надійність перевезення пасажирів у метрополітені значною мірою залежить від технічного стану рухомого складу, колійних та інших пристроїв, тобто від належного утримання всіх технічних засобів. Практика свідчить про постійну зміну експлуатаційних характеристик технічних засобів; стану устаткування і приладів, що використовуються для технічного обслуговування і ремонту технічних засобів і т.д. З огляду на це можна вважати, що для поліпшення процесу перевезень пасажирів його слід постійно адаптувати до тих умов, що змінюються.

Серед найважливіших задач такої адаптації слід назвати наступні:

- а) визначення фактичного стану об'єктів технічного забезпечення;
- б) визначення тенденцій зміни значень параметрів, що характеризують умови, до яких необхідно пристосуватись.

Існуючими до сьогодні способами розв'язання відповідних задач властиві такі недоліки:

- а) низька оперативність оцінювання фактичної ситуації;
- б) відсутність у багатьох випадках об'єктивної інформації;

в) необхідність опрацювання великих об'ємів інформації «вручну»;

г) відсутність можливості використовувати математичні методи, що дозволяють давати кількісну оцінку якості прийнятих рішень.

Усе це знижує ефективність технічного забезпечення перевезення пасажирів, що позначається на рівні безпеки і надійності перевезень, а також на рентабельності метрополітену в цілому. Успішно усувати негативний вплив згаданих недоліків можна за рахунок автоматизації та цифровізації процесів збирання й опрацювання даних про фактичний стан об'єктів технічного забезпечення. Це дозволить виробити пропозиції щодо керування самим процесом технічного забезпечення, перевезення пасажирів шляхом створення і застосування автоматизованої адаптивної системи технічного забезпечення.

Відповідно до замовлення державного підприємства «Харківський метрополітен» у 2002 році розроблено дослідний зразок комплексу програмних засобів для обліку технічного стану колійних пристроїв, який передано замовникові для дослідної експлуатації [2].

В основу розробки цього комплексу покладено такі основні принципи:

а) індивідуальний облік характеристик кожного колійного пристрою;

б) надання користувачеві можливості вибирати ступінь детальності

в) інформації щодо конкретного колійного пристрою;

г) використання показань пристроїв колійної автоматики для об'єктивної оцінки фактичного стану колійних пристроїв і навантажень, яких вони зазнають;

д) прогнозування терміну досягнення граничного технологічного стану конкретних колійних пристроїв;

е) використання засобів, що забезпечують скорочення часу введення в комп'ютер первісних даних про коліні пристрої.

Комплекс програмних засобів обліку технічного стану колійних пристроїв (ОТСКП) створено на комп'ютерах з використанням операційної системи

Windows 98 і системою управління базою даних Microsoft Access 97, яка є основою функціонування автоматизованого робочого місця інженера служби колії та тунельних споруд.

Робота комплексу передбачається в двох групах режимів: технологічний та робочий.

а) До групи технологічних режимів належать насамперед режими введення в комп'ютер первісних даних про контрольовані колійні пристрої різноманітних типів. З огляду на великий обсяг первісних даних у групі технологічних режимів передбачено процедури, що забезпечують скорочення часу їх введення до бази даних цього комплексу. Таким чином, група технологічних режимів найбільш інтенсивно може використовуватися при формуванні бази даних програмного комплексу на етапі впровадження його в експлуатацію.

б) Група робочих режимів забезпечують інформаційну підтримку повсякденної діяльності посадових осіб служби колії. Найбільш характерними є такі робочі режими: «аналіз поточних даних»; «обробка оперативних даних»; «заміна»; «прогноз»; «введення даних про результати технічного обслуговування колійних пристроїв».

Передбачено видачу даних про технічний стан колійних пристроїв з різним ступенем узагальнення даних про технічний стан колійних пристроїв:

а) Що до лінії в цілому – за формами :

- 1) «норма»
- 2) «є дефект»
- 3) «є відмови»

б) Що до кожного типу колійних пристроїв

- 1) стисла характеристика стану кожного колійного пристрою
- 2) повна характеристика стану кожного конкретного колійного пристрою

Відміною рисою програмного комплексу є використання нової форми видавання даних, уперше запропонованої авторами і названої «вікно динамічного інтерфейсу» (ВДІ). На рисунку 1.1 наведено приклади форми ВДІ що враховують специфіку головних колій.

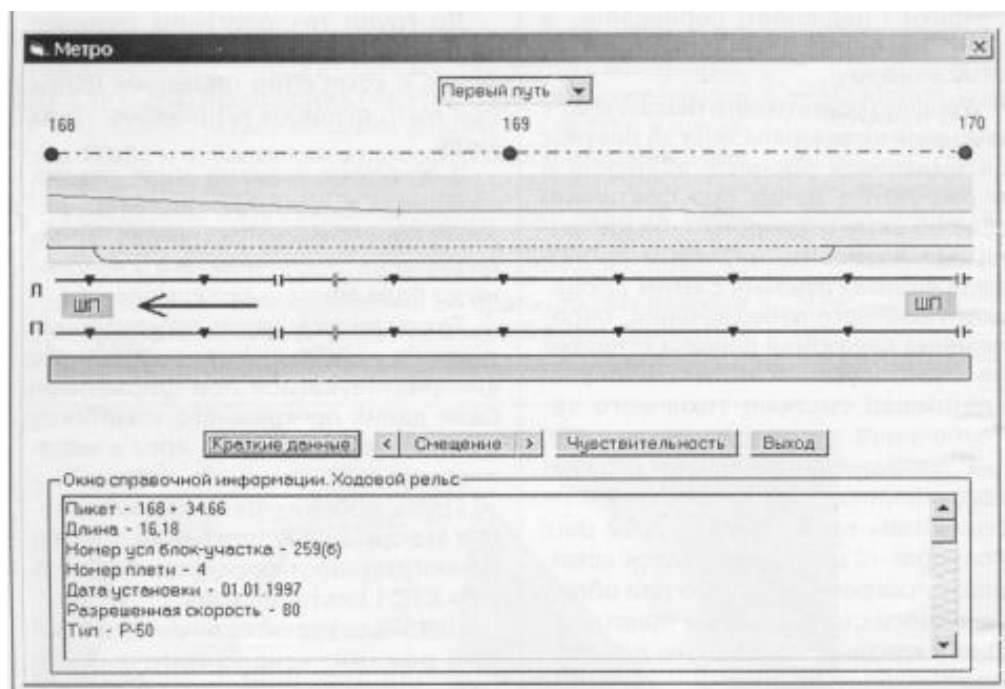


Рисунок 1.1 – Фрагмент головної колії у формі ВДІ

Форма зображена на рис. 1 (фрагмент головної колії), надає користувачеві візуальну інформацію про місце розміщення контрольних колійних пристроїв (ходові та контактні рейки, рейкові стики, шпали), розташованих у межах (близько 200) ділянки охопленої «вікном», а також про номер колії колії, що переглядається у «вікні», про план та профіль колії, про центр пасажирської платформи і найменування станції метрополітену.

У формах ВДІ для стрілочного переводу та перехресного з'їзду відображенно ті самі принципи функціонування програмного комплексу, що і в попередніх формах (рис 1. 2).

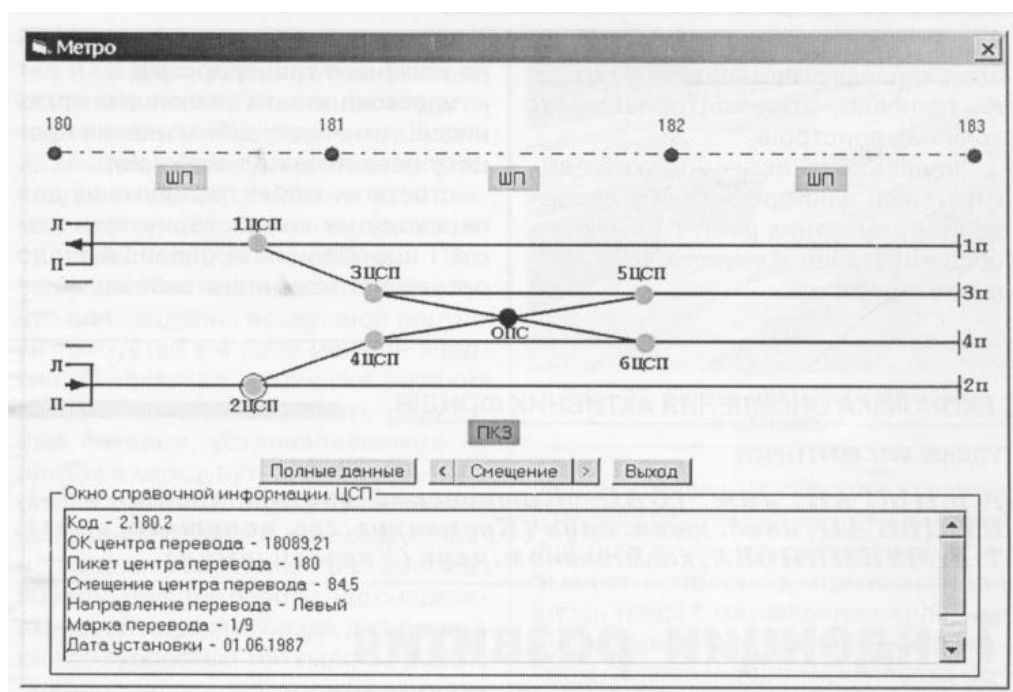


Рисунок 1.2. – Приемально - відправні колії кінцевої станції у форматі ВДІ

Крім візуалізованої інформації ВДІ дозволяє отримувати з бази даних текстову характеристику технічного стану кожного з колійних пристроїв або об'єктів, відображених у межах поля ВДІ. Ця інформація з'являється у «вікні додаткової інформації», розташованому у нижній частині екрана.

Таким чином, переміщуючи ВДІ уздовж колії, користувач має можливість переглядати на екрані дисплея комп'ютера всі контрольні колійні пристрої у звичній формі відображення, що використовується в книгах обліку колійних пристроїв при паперовій технології обліку. Використовуючи на практиці комплекс програмних засобів обліку технічного стану колійних пристроїв, служби метрополітену зможуть досягти наступного:

- а) підвищити оперативність, повноту і достовірність надання посадовими особами даних про технічний стан колійних пристроїв;
- б) виконувати більш точний облік і аналіз впливу різноманітних факторів на технічний стан контрольованих колійних пристроїв;

- в) надавати об'єктивні науково обгрунтовані дані про потребу проведення ремонтних робіт і технічного обслуговування контрольваних колійних пристроїв;
- г) підвищити рентабельність ведення колійного господарства;
- д) удосконалювати технологію організації технічного забезпечення процесу перевезення пасажирів;
- е) створити передумови для переходу на комп'ютерну технологію і вироблення пропозицій щодо організації технічного забезпечення процесу перевезення пасажирів метрополітену та розробки адаптивної системи технічного обслуговування і ремонту колійних пристроїв;
- є) програмно – технічні рішення, прийняті в розробленому комплексі, після відповідної доробки можуть бути поширені і на умови роботи залізниці.

1.2 Засоби та прилади діагностики колійних пристроїв

Сьогодні у зв'язку із збільшенням пасажиропотоку через розбудову приміської зони збільшується парність поїздів на лінії це все створює більше навантаження на всі пристрої та споруди метрополітену. Все це призводить до збільшення потреб в контролі та технічному обслуговуванні залізничних колій.

Таким чином, максимальна надійність мережі може бути досягнута тільки після достатньої і надійної перевірки та технічного обслуговування рейкової мережі. Рання дефектоскопія рейок виконує першочергову роль в процесі виявлення та розпізнавання небезпечних тріщин на рейках з метою попередження можливих аварій і тому має першорядне значення для безпечної та надійної експлуатації. Огляд методів контролю характеристик металевих конструкцій інженерних об'єктів довготривалої експлуатації. Серед магнітних неруйнівних методів контролю найбільш поширеними є магнітодинамічний метод та метод вимірювання поля змінного струму. Магнітні методи дефектоскопії добре діагностують верхню частину рейки, фактично головку рейки. Вагоме місце в

дефектоскопії залізничних рейок займають також ультразвукові методи. Ультразвукові методи діагностики можуть діагностувати шийку і підшву рейки. Перевагою ультразвукових методів є також можливість оцінки розмірів і положення дефекту. На рис.3 показаний принцип вимірювання поперечних, поздовжніх та кутових тріщин головки рейки за допомогою набору з трьох ультразвукових датчиків, розміщених під різними кутами по відношенню до поверхні рейки.

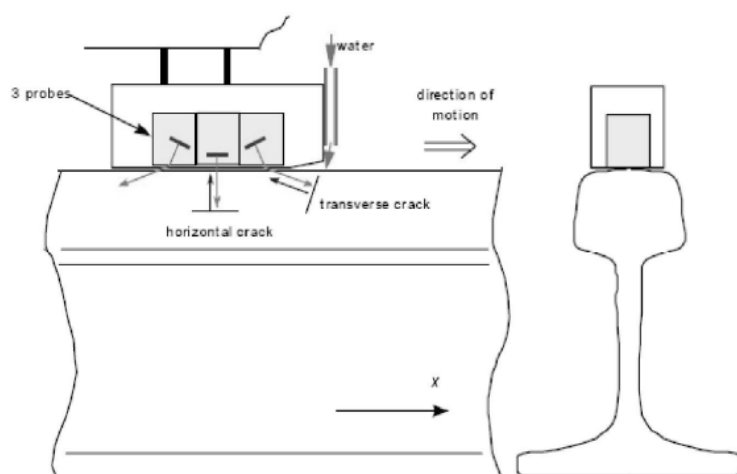


Рисунок 1.3 – Вимірювання дефектів в залізничній рейці ультразвуковим методом

Останнім часом активно застосовуються гібридні системи діагностики на базі вагонів-дефектоскопів при одночасному використанні для виявлення дефектів залізничних колій магнітних, ультразвукових, візуально-вимірювальних та оптичних методів неруйнівного контролю.

1.3 Впровадження цифровізації у діяльність метрополітенів

1.3.1 Індустрія 4.0: загальні примітки

Цифровізація, як безперервний процес зближення фізичного і віртуального світу, пов'язана з кіберфізичними системами і несе відповідальність за інновації і зміни в декількох секторах економіки. Головні технології і рішення, які в останні роки прискорили цифрові перетворення в залізничному секторі:

- а) інтернет речей (IoT);
- б) хмарні обчислення;
- в) аналітика великих обсягів даних (BDA);
- г) автоматизація та робототехніка.

Помітним явищем адаптації до нових умов цифрової економіки стала поява концепції INDUSTRY 4.0, RAILWAY 4.0 і DIGITAL RAILWAY [3]. Мобільні додатки, електронний квиток, цифрове управління поїздом, сигналізація і управління рухом поїздів, цифрові платформи для інтелектуального обслуговування - основні області цифровізації (дигіталізації) в залізничному секторі. Нові продукти і послуги стають невід'ємною частиною діяльності залізничних підприємств, операторів інфраструктури та підприємств індустрії. Таким чином, вони сприяють створенню доданої вартості для безлічі зацікавлених сторін в ініціативах громадського транспорту, які полегшують впровадження нових концепцій мобільності.

1.3.2 Основні напрямки цифровізації на залізничному транспорті

Рушійною силою процесу цифровізації є розвиток інтернету, який з 1990-х років став доступний не тільки обмеженому числу корпоративних, але і окремих приватних користувачів. Як повідомляє "Global Digital Snapshot", в січні 2018 року в усьому світі налічувалося понад 4 мільярди інтернет-користувачів, що складає близько 53% населення світу. Розробка веб-технологій істотно змінила комунікаційні моделі між підприємствами, організаціями, спільнотами та окремими особами. Соціальні медіа, як інтерактивні інтернет-додатки Web 2.0, стали домінуючим інструментом для обміну інформацією. Число користувачів соціальних мереж, які стимулюють розвиток інших секторів, досягло 3,2 млрд. Cisco (2009 рік) визначає початок ери Інтернету Речей (IoT) як періоду часу, коли чисельність підключених до інтернету пристроїв перевершують чисельність населення світу. Названий Екосистемою інтернет речей не розширив можливості інтернету, а ввів нові послуги з використанням взаємодій «людина - машина» (P2M) і «машина-машина» (M2M). IoT швидко зростає, і з початку 2018 року до нього підключається 127 нових пристроїв в секунду. IoT стане найбільшим джерелом вартості всіх перспективних технологій, випереджаючи мобільний інтернет, автоматизацію знань, хмарні обчислення та робототехніку. За оцінками "McKinsey Global Institute", зв'язок між фізичним і цифровим світами може привести до зростання вартості економіки до 11,1 трлн. \$ в рік до 2025 року. IoT також буде стимулювати нові бізнес-моделі. Тим часом, для того, щоб IoT міг представляти бізнесову цінність, необхідно прийняти відповідний підхід до аналізу даних і реалізувати автоматизацію. IoT входить в число основних посередників процесів трансформації відповідно до Єдиної Стратегією Цифрового Ринку ЄС прийнятої ЄС в 2016 році. 2014 рік представив так звану мобільну революцію, оскільки число користувачів інтернету через мобільні пристрої перевищила тих, хто отримує доступ через стаціонарні комп'ютери. За

оцінками, число мобільних пристроїв на початку 2018 року склало понад 5 мільярдів. Кількість користувачів смартфонів і планшетів, які шукають і обмінюються інформацією, роблячи покупки і банківські платежі в режимі онлайн, стає дедалі більше, а середній користувач споживає 2,3 ГБ даних щомісяця. В цілому, мобільні пристрої генерують близько 60% обсягу інтернет-трафіку. З 2015 року для індивідуальних покупців стали доступні переносні пристрої. Інтернет Скрізь - нова концепція, що позначає мережу об'єктів, даних, процесів і людей, постійно підключених до Інтернету з використанням таких пристроїв, як комп'ютери, планшети і смартфони, але також і програмне забезпечення, що підтримує безперервний зв'язок, а також датчики, як індивідуальних домашніх господарств, так і в промисловому контексті. На рисунку 1.4 розгляну схему індустрії 4.0.



Рисунок 1.4 – Нові технології 4.0

1.3.3 Автоматизація систем управління поїздом

На залізничному транспорті розвиток автономних систем був вражаючим, головним чином, в сфері громадського транспорту: лінії метро без машиніста, легкий залізничний транзит (LRT), пасажирські перевезення та автоматизований транзит (AGT). У цих прикладах управління поїздом передається від машиніста до автоматичної системи. Станом на початок 2018 року функціонує майже 1000 км автоматичного метрополітену, в 62 лініях, які разом обслуговують 41 місто в 19 країнах. До 2025 року буде експлуатувати понад 2300 км повністю автоматичних ліній метрополітену. Слід зазначити впровадження системи автоматичного диспетчерського управління рухом поїздів ETCS / ERTMS.

1.3.4 Основні принципи змін

Яким чином можливо реалізувати подібні зміни? Не заглиблюючись у деталі і процеси змін найбільшого оператора країни, зазначимо проте, що загальні принципи змін в цифровій трансформації спільні і для залізниць.

а) поліпшення бізнес-показників. Багато підприємств в Україні ігнорують чинники конкурентоспроможності, крім собівартості. Насправді, важливі ще як мінімум 5 факторів. Наприклад, «Укрзалізниця» високо ставить і вже оперує поняттям «клієнтський досвід» по відношенню до пасажирів. Але як бути з хвилею негативу, яка виходить роками від B2B клієнтів в вантажних перевезеннях?

б) фокус на бізнес-показники - тобто, на тих факторах, які дають кращі бізнес-показники. Ці драйвери і їх пріоритетність потрібно визначати окремо для кожного підприємства, так як саме за ними слідує технології. Наприклад, застосування інтелектуального обслуговування замість планово-

попереджувального може значно знизити вартість обслуговування рухомого складу.

в) базові принципи в плануванні цифровою трансформацією.

Як вже було сказано на початку, «не можна з колгоспу і відразу в блокчейн» - підприємства повинні планувати яким чином швидше отримувати цифрові дані в автоматичному режимі і провести базову автоматизацію. Найголовніший бар'єр - це організація і люди. На великих підприємствах, як правило, рівень фахівців традиційно високий. Однак перехід на технології 4.0 вимагає підвищення інвестицій в навчання персоналу. Окреме питання по структурі - вона, безумовно, потребує змін в першу чергу. На рисунку 1.5 зображено принцип пререходу на індустрію 4.0

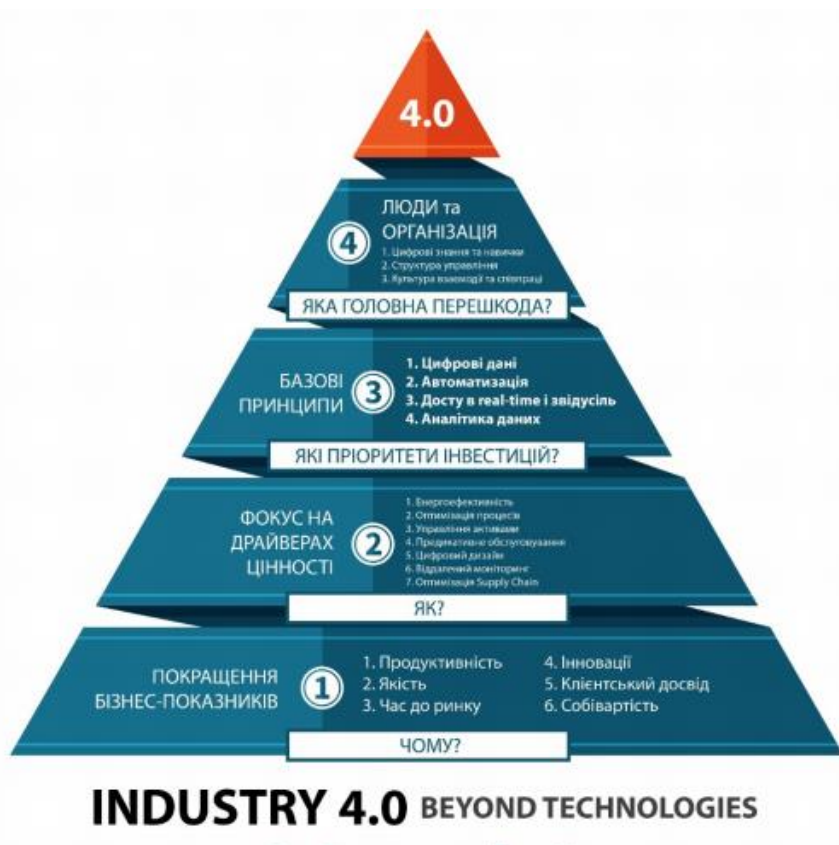


Рисунок 1.5 – Принципи переходу на індустрію 4.0

2 АНАЛІЗ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА КИЇВСЬКОГО МЕТРОПОЛІТЕНУ ЯК ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ

В даному розділі розглянуто історію створення Київського метрополітену, характеристика ліній. Розглянуто діяльність диспетчерського складу, а також дано характеристику роботи служби колії

2.1 Характеристика Київського метрополітену

Київський метрополітен – швидкісна позавулична, переважно підземна, транспортна система Києва. Діють три лінії, експлуатаційна довжина яких становить 69,648 км, 52 станції з трьома підземними пересадочними вузлами в центрі міста. Всі лінії електрифіковані постійною напругою 825 В, на них працюють 5-тивагонні електропоїзди довжиною приблизно 100 м. Метрополітен відкритий для пасажирів щоденно з 06.00 до 00.00. Після відкриття 6 листопада 1960 року став третім метрополітеном в СРСР після московського і ленінградського [4]. Експлуатує систему комунальне підприємство «Київський метрополітен», що підпорядковане КМДА, створене у 1990 році як правонаступник підприємства, що підпорядковувалося МШС. На підприємстві працює майже 8 тисяч працівників, у його складі діють адміністрація, 13 служб, зокрема електродепо (ТЧ-1 «Дарниця», ТЧ-2 «Оболонь» і ТЧ-3 «Харківське»), вагоноремонтний завод (ВРЗ), та інші підрозділи. Основні доходи підприємство отримує від основної діяльності – перевезення пасажирів, у вигляді безпосередньої оплати пасажирами та як компенсацію від міста за пільгові

категорії громадян, а також непрофільних доходів – надання в оренду площ, рекламоносіїв та субвенції з міського бюджету.

Чотири станції першої черги будівництва («Вокзальна», «Університет», «Хрещатик», «Арсенальна») визнані пам'ятками архітектури місцевого значення, ще три станції («Дніпро», «Либідська», «Золоті ворота») мають статус «щойно виявлений об'єкт культурної спадщини».

Метрополітен не працював 18–20 лютого 2014 року, вперше за усі роки роботи, за дорученням голови КМДА Володимира Макеєнка під приводом «загрози терористичних актів у місті» та з 18 березня по 24 травня 2020 року у зв'язку з карантинном в Україні через пандемію коронавірусу. Тільки в Київському метрополітені, в порівнянні з метрополітенами СНГ, застосовуються графіки з максимальними розмірами руху поїздів, які в години „пік” складають 40 пп/год. Нині в Службі проводиться низка заходів щодо оптимізації та комп'ютеризації роботи підрозділу.

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

У квітні 1949 року наказом Міністерства шляхів сполучення було створено «Київметробуд», який очолив Пилип Кузьмін. Для того, щоб визначити напрямок першої траси, фахівці аналізували інтенсивність руху киян як центральними шляхами міста, так і віддаленими від центру вулицями. Цей аналіз ліг в основу карти пасажиропотоків Києва, яка й вказувала звідки і куди необхідно вести трасу метро, де саме будувати станції. Лише після цього приступили до проектних робіт.

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

На початку 1958 року було оголошено конкурс на найкращі проекти станцій та створено комісію для розгляду конкурсних робіт. В її складі – представники громадських організацій міста, академій будівництва й архітектури СРСР і УРСР, скульптори, художники, письменники, керівники Головтунельбуду, Метродіпротрансу і Київметробуду. У липні того ж року відкрилася виставка колективних проектів, де були представлені 80 робіт. З них було вибрано п'ять найкращих, які й були втілені при спорудженні станцій «Вокзальна», «Університет», «Хрещатик», «Арсенальна» та «Дніпро», що увійшли в першу чергу будівництва Київського метрополітену. При будівництві тунелів першої черги було використано 660,4 тис. Кубометрів бетону та залізобетону, на облицювання станцій і вестибюлів пішло близько 7300 м² граніту та мармуру.

6 листопада 1960 року було відкрито першу чергу Київського метрополітену – ділянку Святошино-Броварської лінії завдовжки 5,2 км з п'ятьма станціями від «Вокзальна» до «Дніпра».

Одночасно з пуском метро виникла проблема створення депо для рухомого складу. Тому на Набережному шосе біля станції «Дніпро» в колишніх приміщеннях Метробуду розмістили тимчасове депо, що мало приміщення для ремонту вагонів на два вагоно-місця з мостовим краном, ремонтні цехи та управління електродепо. Поряд була котельня на твердому паливі, компресорна, невеликий склад паливно-мастильних матеріалів, також побудовано склад для запчастин та матеріалів. Проте депо не мало під'їзних залізничних колій і тому було неспроможне належно виконувати свої функції.

Лінію обслуговували тривагонні потяги з вагонів типу Д виробництва Митищенського машинобудівного заводу. Вагони метрополітену, які прибували з заводу на станцію Дарниця Південно - Західної залізниці, переставляли на спеціальні візки і трамвайним мотовозом доставляли в депо «Дніпро» трамвайною колією. Для доставки рухомого складу на станцію використовувалася колія, що вела до поворотного кола, яке знаходилося точно під станцією. Вагон завозили на цей пристрій, після чого він повертався так, щоб стати паралельно з рейками на станції, а далі піднімався нагору. Рейки поворотно-підйомного кола точно стикувалися з рейками на станції, і вагон з'їжджав з кола, дозволяючи наступному повторити дану дію. Через незручність у транспортуванні вагонів більша частина рухомого складу ночувала в тунелях, а в депо заїжджала тільки для техогляду і поточного ремонту. Створення такого депо було тимчасовим явищем, бо станції першої черги метро мали глибоке залягання, що унеможлиблювало створення постійного надземного депо в цій місцевості.

Метрополітен тоді підпорядковувався Міністерству шляхів сполучення СРСР, а не міській раді. Крім того, турнікетів у цей час не було, і пасажирів просто пред'являли квитки контролеру. Усі машиністи проходили навчання в

Москві. 22 жовтня 1960 року машиніст Московського метрополітену, москвич Олексій Сімагін і киянин Іван Виноградов, колишній машиніст електродепо станції Київ-Пасажирський, повели пробний поїзд. Сімагін був за штурвалом, а Виноградов – помічником, він готувався до головного виїзду. 6 листопада вони помінялися місцями, і в день відкриття киянин Іван Виноградов став першим машиністом, що офіційно відкрив рух поїздів Київського метрополітену.

2.2 Лінії Київського метрополітену

Сьогодні Київський метрополітен має три лінії, експлуатаційна довжина яких становить 67,6 км. Лінії метрополітену перетинають всі 10 районів міста, проте кількість станцій нерівномірна: в Шевченківському а Печерському районах(10станцій), в Голосіївському(8 станцій), у Дарницькому (7 станцій), Оболонському та Дніпровському(4станції), Подільському та Святошинському (3 станції), в Солом'янському (2 станції), а у Деснянському лише одна.

Таблиця 2.1

Характеристика ліній

Назва	Кінцеві станції	Колір	Введена в дію	Кількість станцій	Довжина, км
Святошинсько - Броварська	Академмістечко – Лісова	Червоний	6.11.1960	18	22.75
Оболонсько - Теремківська	Героїв Дніпра - Теремки	Синій	17.12.1976	18	20.95
Сирецько - Печерська	Сирець – Червони хутір	Зелений	31.12.1989	16	23.9

1981 року було розпочато будівництво третьої лінії Київського метрополітену, проте лише 31 грудня 1989 року почала діяти перша черга Сирецько-Печерської лінії метрополітену довжиною 2,1 км, в яку увійшли станції

«Золоті ворота», «Палац спорту» та «Мечнікова» ("Кловська"), що знаходяться у центрі міста. Перші дві станції стали пересідними на, відповідно, «Ленінську» та «Площу Льва Толстого», а з тупика станції «Мечнікова» була побудована нова сполучна гілка, яка мала виходи на обидві інші лінії. Це дозволило експлуатувати на зеленій лінії потяги з депо «Оболонь», поки не буде побудоване власне. Крім того, до 30 квітня 1990 року включно вхід пасажирів на станцію «Золоті ворота» та вихід з неї здійснювався лише через перехід зі станції «Ленінська». Тільки 1 травня 1990 року був відкритий власний вихід на Володимирській вулиці. Ці станції, яких усього на той момент нараховувалося 31, стали останніми, які були відкритими за СРСР (станції «Дружби народів» і «Видубичі» були збудовані за СРСР, але відкриті через п'ять днів після його розпаду).

Зі здобуттям незалежності, попри економічні проблеми в державі, продовжилися швидкі темпи будівництва лінії. Так, 30 грудня 1991 року були відкриті станції «Дружби народів» і «Видубичі». Станція «Печерська», що знаходиться перед цими станціями, будувалась і мала була відкритись одночасно з іншими, не відкрилася через складні геологічні умови. Тому будівництво станції було заморожене. Вже через рік, 30 грудня 1992 року була відкрита наступна ділянка третьої лінії – лівобережні станції «Славутич» і «Осокорки», до яких колія йде через Південний міст.

У перспективі лінія буде продовжена на північ до ст. "Виноградар", до 2020 року заплановане продовження лінії до Дарницького вокзалу. У сфері обслуговування лінії – густонаселені райони Києва, що розташовані на правому та лівому березі Дніпра, центр міста, залізничні станції – Сирець, Видубичі та Дарницький вокзал, а також приміський транспорт. Колір на схемі - зелений, номер – 3. У робочі дні інтервал руху електропоїздів на третій лінії складає 4 – 5 хв (на дільниці Харківська – Червоний хутір), 2 хв – 2 хв 45 с (на дільниці Лук'янівська – Харківська). Це все пов'язано з тим, що після аналізу пасажиропотоків на всіх ділянці, було вирішено на станціях Лук'янівська та

Харківська організувати оборот рухомого складу для забезпечення максимальної провізної спроможності. У вихідні дні пасажиропотік значно менший, через це необхідності в організації обороту немає, інтервал складає бхв. Схему Сирецько – Печерської лінії приведено на Рисунку 2.1.



Рисунок. 2.1 – Схема Сирецько – Печерської лінії

Хронологія спорудження

- 1989 Споруджено ділянку «Золоті Ворота» — «Палац спорту» - «Мечникова» (3 станції);
- 1991 Ділянка «Мечникова» — «Дружби народів» - «Видубичі» (2 станції);
- 1992 Ділянка «Видубичі» — «Славутич» - «Осокорки» (2 станції, Південний міст);
- 1993 Станція «Мечникова» перейменована у «Кловська»;
- 1994 Ділянка «Осокорки» — «Позняки» - «Харківська» (2 станції);
- 1996 Ділянка «Золоті ворота» — «Лук'янівська» (1 станція);
- 1997 Відкрито станцію "Печерська";
- 2000 Ділянка «Лук`янівська» — «Дорогожичі» (1 станція);
- 2004 Ділянка «Дорогожичі» — "Сирець" (1 станція);
- 2005 Ділянка «Харківська» — «Бориспільська» (1 станція);
- 2006 Відкрито станцію «Вирлиця»;
- 23 серпня 2007 — Введено в експлуатацію депо «Харківське» (ТЧ-3);
- 2008 Відкрито станцію «Червоний хутір».

Загальні обсяги перевезень пасажирів за липень 2020 року склали 25,910 млн. пасажирів, в тому числі платні – 19, 945 млн. пасажирів.

До падіння пасажиропотоку призвело переважно встановлення карантину на території міста Києва з метою запобігання поширення гострої респіраторної хвороби COVID-19, спричиненої коронавірусом SARS-CoV-2У та в незначній мірі виникнення позаштатних ситуацій на лініях метрополітену (надходження інформації про замінування станцій, відмова технічних засобів), що спричинили тимчасове закриття станцій метрополітену.

При забезпеченні 99,99 % планового відправлення поїздів, виконання плану пасажироперевезень склало 66,27 відсотків.

2.3 Опис діяльності працівників служби колії, обслуговування колійних пристроїв метрополітені

Праціники служби колії стежать за тим, щоб колія, стрілочні переводи, контактна рейка забезпечували безперебійний рух пасажирських і господарських поїздів із встановленими швидкостями. В основному всі лінії метро розташовані під землею, лише частина з них виходить на поверхню.

Шляхової виробничою одиницею є «околоток», керований дорожнім майстром. «Околоток» здійснює поточне утримання колії. Він укомплектований різними бригадами монтерів колії, обхідниками, операторами. «Околотки» розташовані на кожній лінії метрополітену, об'єднані в дистанції колії, на чолі яких стоять начальники, їх заступники, старші майстри та інженери. Для зміни рейок, щебеневого баласту, заміни стрілочних переводів організована дистанція капітальних робіт на кожній лінії. При будівництві нових ліній завжди враховується досвід експлуатації, зростання вантажонапруженості та швидкості руху. Через це в конструкції колії, стрілок і контактної рейки вносяться зміни, спрямовані на вдосконалення всього колійного господарства.

Найбільш відповідальні елементи шляху – рейки. Рейки направляють колеса, служать провідником струму автоблокування. Безпосередньо сприймаючи на себе велике навантаження, вони повинні володіти високою зносостійкістю, твердістю міцністю. З 1950 року на всіх лініях столичного метро, як діючих, так і споруджуваних, стали укладати потужні рейки типу Р-50. За своїми експлуатаційними якостями вони на рівні світових зразків. До цього використовували рейки типу Р-43. Перехід до більш потужний тип рейок забезпечив зниження накопичення залишкових деформацій і різних несправностей, знизилась обсяги робіт з поточного утримання колії і періодичність всіх видів ремонту.

З ростом протяжності ліній облік рейок, що підлягають заміні, став - проблемою. І тоді на допомогу прийшла обчислювальна техніка. Раціоналізатори інженери-шляховики разом з обчислювальним центром МПТА розробили і починаючи з 1972 року впровадили автоматизовану систему контролю міжремонтних термінів в колійному господарстві. Ця система дозволила контролювати терміни служби рейок, планомірно їх замінювати.

На лініях метрополітену, обладнаних автоматичним блокуванням і диспетчерською централізацією, «рейкові нитки» використовують як рейкові кола для сигнальних струмів. Колія метрополітену на відміну від залізничної має так звану контактну рейку. Контактна рейка підвішений на особливих кронштейнах з ізоляторами збоку кожної колії, переважно з лівого боку при русі електропоїзда в правильному напрямку. Відстань між кронштейнами в середньому 5 м.

У 1979 році раціоналізаторів Б. Т. Кабіщера і Ю. Г. Рубановіч нагородили медалями, та грамотами за розробку нової конструкції вузлів контактної рейки. Нова конструкція вузлів підвіски різко підвищила надійність роботи контактної рейки, про що свідчить той факт, що за останні 10 років експлуатації не сталося жодного випадку порушення його роботи. Контактна рейка знаходиться під великою напругою і становить небезпеку для життя людей. Тому зверху і збоку

вона закривається пластиковим захисним коробом. Ремонтні роботи на контактній рейці або в безпосередній близькості від нього ведуться тільки після зняття з нього напруги. Під час руху поїзда пасажери іноді звертають увагу на те, що в вагоні блимає або гасне світло. Це пояснюється тим, що контактну рейку, живить потяг струмом, має розриви(неперекриваємі повітряні проміжки довжиною близько 20 м), немінучі в місцях розгалуження шляхів, а також в пунктах, де подача струму на нього виробляється від різних живлячих джерел.

Слід зазначити ще деякі особливості колії метрополітену, що не зустрічаються на звичайних залізних дорогах. На кривих малих радіусів, де колеса поїзда роблять сильний тиск на зовнішню рейку, вона зміцнювалася особливими упорками, щоб виключити можливість сходження електропоїзда на крутих кривих, уздовж внутрішньої нитки рейок встановлюють ще одну - контррейку. Для переходу поїзда з однієї колії на іншу існують стрілочні переводи, перехресні з'їзди, стрілочні вулиці. Для зменшення протяжності дорогих тунелів і максимальної економії місця на поверхні стрілочні переводи прийняті з маркою хрестовини: 1/9 - для головних шляхів, 1/ 5 - для паркових колій.

Основна особливість експлуатації колії метрополітену полягає в тому, що вона прокладена здебільшого в тунелях. Інтервали між поїздами мінімальні. Іншими словами, під час руху поїздів не можна забезпечити необхідний нагляд і контроль за станом колії і габаритів. Для цього залишається лише час «нічного вікна», коли знімається напруга з контактної рейки.

2.4 Опис діяльності диспетчерської дільниці

Диспетчерська дільниця в адміністративному підпорядкуванні є експлуатаційним підрозділом служби руху метрополітену [5], в оперативному – складовою частиною оперативної служби метрополітену [6].

Основним завданням диспетчерської дільниці є [7]:

а) організація безперебійного та безпечного руху поїздів із встановленими швидкостями та необхідними розмірами для забезпечення наявного обсягу пасажирських перевезень, безпечного перевезення пасажирів і виконання графіків руху поїздів на лініях метрополітену з ефективним використанням рухомого складу та інших технічних засобів;

б) складання планів експлуатаційної діяльності метрополітену та складання звітності щодо його виконання на основі аналізу виконання графіка руху поїздів.

До штату диспетчерської дільниці входять працівники таких посад:

а) головний диспетчер руху;

б) інженер I категорії – 3 фахівців;

в) старший диспетчер поїзний – 6 фахівців;

г) диспетчер поїзний – 15 фахівців.

Головний диспетчер руху є безпосереднім керівником диспетчерської дільниці.

На інженерський склад диспетчерської дільниці покладені функції:

а) розробка графіків руху поїздів та вставок до них з урахуванням проведення масових і культурних заходів в місці, організація їх погодження, затвердження та розмноження необхідної кількості копій і забезпечення ними підрозділів відповідно до вимог Правил технічної експлуатації метрополітенів України;

б) формування, друк, перевірка та видача розкладів руху поїздів, відповідно до розроблених графіків руху, та їх поновлення за необхідності;

в) аналіз виконання графіків руху поїздів;

г) складання планів та звітності по експлуатаційним показникам графіків руху поїздів;

д) облік показників, що характеризують роботу станцій та ліній метрополітену для визначення класності (групи);

е) надання інформації для офіційного сайту метрополітену щодо планової організації руху поїздів на лініях метрополітену.

Обов'язки між інженерами розподілені в обслуговуванні відповідної лінії метрополітену, а узагальнені по метрополітену плани і звітність виконуються почергово кожним інженером.

Робочі місця інженерів обладнані автоматизованим робочим місцем інженера-графіста [8], що забезпечує:

а) розробку графіків руху поїздів, вставок до них, відповідно вихідних даних, коригування розроблених системою графіків руху поїздів, формування розкладів руху поїздів та виписок з графіків руху поїздів;

б) розрахунок основних статистичних параметрів планових та фактичних показників графіка руху поїздів та формування звітів.

Старші диспетчери поїзні та диспетчери поїзні несуть чотирьох зміне чергування згідно з графіком чергувань. Диспетчерська зміна сформована таким чином:

а) старший диспетчер поїзний – керівник чергової зміни диспетчерів поїзних (ДЦХС);

б) диспетчер поїзний, який обслуговує Святошинсько-Броварську лінію (ДЦХ СБЛ);

в) диспетчер поїзний, який обслуговує Оболонсько-Теремківську лінію (ДЦХ ОТЛ);

г) диспетчер поїзний, який обслуговує Сирецько-Печерську лінію (ДЦХ СПЛ).

Старший поїзний диспетчер під час чергування може виконувати обов'язки диспетчера поїзного, а також чергувати в якості диспетчера поїзного на одній із ліній метрополітену.

Основним завданням старшого диспетчера поїзного, як керівника зміни, є організація і координація оперативної роботи щодо забезпечення безпеки руху

поїздів, перевезень пасажирів на лініях метрополітену, виконання господарської роботи в період нічного технологічного вікна.

Основні функції старшого диспетчера поїзного під час чергування полягають:

а) здійсненні контролю за роботою поїзних диспетчерів щодо виконання посадових обов'язків, наданні їм технологічних перерв для відпочинку та проведенні з ними тренувальних занять щодо виходу з позаштатної ситуації;

б) у разі виникнення на лінії метрополітену позаштатної ситуації, інформуванні чергового по метрополітену, керівництва служби руху, організації інформування пасажирів про тимчасову зміну порядку організації руху поїздів та режим роботи станцій на лінії, де сталася позаштатна ситуація, наданні допомоги диспетчеру поїзному в забезпеченні вжиття оперативних заходів відновлення руху поїздів в найкоротший термін;

в) складанні планів і графіків руху господарських поїздів відповідно до наданих заявок, та довідок про виконання запланованої роботи.

Робоче місце старшого диспетчера поїзного поїзного включає в себе такі системи [9]:

а) відображення в реальному часі стану об'єктів пристроїв СЦБ окремо для кожної лінії метрополітену;

б) логічного відстеження номерів маршрутів поїздів, визначення відхилень від графіка руху поїздів, інтервалів між поїздами та відображення їх величин біля кожної станції відповідної лінії метрополітену;

в) відображення на моніторі діючого та виконаного графіків руху поїздів окремо по кожній лінії та одночасно на всіх лініях метрополітену;

г) контролю часових параметрів зупинення поїздів на станціях та перегонах на кожній лінії метрополітену;

д) перегляду та друкування каталогу подій для ретроспективного перегляду дій диспетчера поїзного з керування пристроями диспетчерської централізації за визначений період часу окремо по кожній лінії та станції метрополітену;

е) ретроспективного перегляду стану об'єктів пристроїв СЦБ, руху поїздів та послідовності дій з керування пристроями диспетчерської централізації за вибраний період часу на кожній лінії та станції метрополітену;

є) ретроспективного перегляду та друкування діючого та виконаного графіків руху поїздів по кожній лінії метрополітену;

ж) планування роботи та складання графіка руху господарських поїздів на кожен ліній метрополітену;

з) прослуховування записів переговорів по поїзному диспетчерському та тунельному зв'язку, поїзному та маневровому радіозв'язку та іншим видам зв'язку, пов'язаними з організацією та забезпечення безпеки руху поїздів і безпечного перевезення пасажирів, що підлягають звукозапису (архівації) .

Адміністративно-господарський зв'язок на робочому місці старшого диспетчера поїзного обладнаний пристроями звукозапису переговорів.

На кожній лінії метрополітену оперативне керівництво здійснює одноосібно окремий диспетчер поїзний. Диспетчер поїзний здійснює:

а) керування рухом поїздів та оперативне керівництво змінами чергового персоналу ліній, локомотивними бригадами щодо забезпечення виконання графіка руху поїздів та безпеки руху поїздів, перевезень пасажирів, в тому числі маломобільної групи населення, на лінії метрополітену, що ним обслуговується;

б) під час виникнення позаштатної ситуації на лінії – організацію перевезень пасажирів на ділянках лінії, де відсутні перешкоди для безпечного руху поїздів, виклик працівників аварійно-відновлювальних формувань підрозділів метрополітену та вжиття інших оперативних заходів щодо якнайшвидшого відновлення нормального руху поїздів.

В якості диспетчерської централізації в Київському метрополітені застосовані пристрої диспетчерської централізації з комп'ютерною системою керування, що забезпечує централізований контроль за пристроями СЦБ і керування пристроями електричної централізації на лінії метрополітену з одного центрального поста відповідно до вимог ПТЕ метрополітенів України.

Для підвищення рівня безпеки руху і контролю за виконанням графіка руху поїздів пристрої комп'ютерної диспетчерської централізації доповнені (обладнані) [10]:

а) системою контролю швидкості руху поїздів, що призначена для контролю середньої фактичної швидкості руху електропоїздів на ділянках колії з фіксацією перевищення встановленої допустимої швидкості з фіксацією у каталозі подій і звукового сповіщення про це диспетчера поїзного

б) системою логічного відстеження номерів маршрутів електропоїздів відповідно до встановленого (вибраного) графіка руху поїздів, в якій номери маршрутів присвоюються автоматично за умови відправлення поїздів зі станцій з відхиленням від графіка руху до однієї хвилини або диспетчером поїзним, з забезпеченням подальшого контролю за рухом маршруту і відображенням візуальної інформації про інтервал відправлення, відхилення від графіку руху поїздів по прибуттю та відправленню 30с і більше по кожній станції;

в) системою графічного контролю виконання графіка руху поїздів, що відображає встановлений графік руху поїздів і фактичний (виконаний) їх рух;

г) системою контролю часових параметрів зупинок та стоянок поїздів, яка забезпечує контроль:

1) часу стоянки електропоїздів на проміжних станціях лінії та їх оборот кінцевих станціях лінії з переданням диспетчеру поїзному звукової та візуальної інформації про перевищення нормативного часу, що передбачений встановленим графіком руху поїздів;

2) зупинення електропоїзда на станційних коліях перед світлофором напівавтоматичної дії з заборонним показанням і на перегонах з переданням диспетчеру поїзному звукової та візуальної інформації;

д) системою автоматичної перевірки роботи стрілок і маршрутів на станціях колійним розвитком лінії;

е) інформаційною системою з зображенням плану і профілю колій, секціонування та живлення контактної рейки, розташування інженерно-технічних об'єктів.

Робоче місце диспетчера поїзного кожної лінії обладнане:

а) пристроями комп'ютерної диспетчерської централізації – два комп'ютерні пульти-табло керування та одне комп'ютерне табло на яке виводиться тільки індикація стану об'єктів СЦБ і система графічного контролю виконання графіка руху поїздів.

б) диспетчерськими пристроями автоматичної системи діагностичного контролю технічного стану буксових вузлів вагонів електропоїздів метрополітену (АСДК-БМ).

в) пристроями поїзного диспетчерського зв'язку, до мережі якого підключені проміжні пункти (телефони) чергових станційних постів централізації, чергових по станціях метрополітену, чергових станційних постів телекерування, чергових по електродепо, операторів лінійних пунктів, пунктів технічного обслуговування, аварійно-відновлювальних формувань служб рухомого складу та колії, тунельних споруд і будівель, майстрів мотодепо, лінії тунельного зв'язку, лінії диспетчерського зв'язку диспетчерів служб електропостачання, ескалаторної та електромеханічної .

г) пристроями поїзного радіозв'язку.

д) двома лініями адміністративно-господарського зв'язку, що забезпечують оперативне з'єднання з черговим по метрополітену, диспетчером служби сигналізації, черговим по службі інформаційних технологій і зв'язку та служби

воєнізованої охорони, пунктом швидкої технічної допомоги служби колії, тунельних споруд і будівель.

В оперативному відношенні старші диспетчери поїзні та диспетчери поїзні підпорядковані черговому по метрополітену.

Диспетчерська дільниця в процесі покладених на неї завдань взаємодіє з іншими структурними підрозділами метрополітену в частині вжиття своєчасних заходів щодо усунення виявлених недоліків і порушень, що загрожують безпеці руху поїздів та безпечному перевезенню пасажирів, забезпечення виконання графіка руху поїздів, його корегування під час організації масових перевезень і порушення графіка руху поїздів. Приведено схему диспетчерської дільниці яка наведена в Додатку А.

3 ГРАФІК РУХУ ПОЇЗДІВ. ЕТАПИ ДІЙ ДИСПЕТЧЕРА ПОЇЗНОГО

В даному розділі розкрито поняття «порушення графіку руху поїздів», проаналізовано етапи дій диспетчера поїзного а також ризики виникнення відмов в колійних пристроях

3.1. Значення та сутність графіку руху поїздів у метрополітені

Основою організації руху електропоїздів (пасажирських поїздів) є графік руху, який об'єднує діяльність усіх підрозділів метрополітену та відображає план його експлуатаційної роботи [11].

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

Розміри руху поїздів за годинами доби та графік руху поїздів затверджуються керівником метрополітену за погодженням із замовником транспортних послуг.

Дотримання графіка руху поїздів і запобігати його порушенню має бути головним завданням для всіх працівників, робота яких пов'язана з організацією та забезпеченням безперебійного руху поїздів.

Рух поїздів за графіком забезпечується дотриманням чинних нормативів з організації та безпеки руху поїздів, правильною та чіткою організацією й виконанням технологічних процесів роботи станцій, електродепо, пунктів технічного обслуговування рухомого складу, тягових і тяговознижувальних підстанцій, диспетчерських дільниць та інших підрозділів метрополітену, пов'язаних з рухом поїздів.

Графік руху електропоїздів має забезпечувати:

- а) виконання необхідних обсягів перевезень пасажирів;
- б) безпеку руху поїздів;
- в) найбільш ефективне використання пропускної та провізної спроможності ліній (перегонів та станцій);
- г) раціональне використання рухомого складу та ощадливі витрати електроенергії на тягу поїздів;
- д) дотримання встановленої тривалості безперервної роботи машиністів електропоїздів (локомотивних бригад) з урахуванням графіка обороту рухомого складу.

Зміна розмірів руху поїздів, що передбачені графіком (скасування поїздів і призначення додаткових поїздів), здійснюється за розпорядчими документами керівника метрополітену, а у виняткових випадках - за розпорядженням диспетчера поїзного з повідомленням про це чергового по метрополітену, про що останній доповідає керівнику метрополітену.

В графік руху поїздів закладаються потрібні погодинні розміри руху відповідно до планових обсягів пасажирських потоків в ці години, які визначаються оперативними дослідженнями на найбільш завантажених перегонах ліній. Інтервали руху електропоїздів, в залежності від потрібних розмірів руху, коливаються від 1,5 до 10 хвилин та у межах однієї години встановлюються, як правило, рівномірні.

В метрополітені при інтенсивному русі електропоїздів з різних причин виникають відмови в роботі рухомого складу чи технічних засобів, несправності пристроїв або споруд та інші події, внаслідок яких відбувається порушення графіку руху поїздів – рух поїздів з відхиленням від планового графіка або його тимчасове припинення. У цих випадках, диспетчер поїзний, чергові станційних постів централізації, чергові по станціях метрополітену, машиністи електропоїздів, машиністи-інструктори локомотивних бригад зобов'язані вживати оперативних заходів щодо дотримання рівномірних інтервалів між поїздами та

подальшого введення поїздів відповідно до графіка за диспетчерським регулюванням, забезпечувати в таких випадках безпечне прямування поїздів та безпечне перевезення пасажирів.

Відповідно до [12] порушення графіка руху поїздів відноситься до:

а) Порушень безпеки руху у поїзній і маневрові роботі:

1) якщо допущено повне припинення руху поїздів хоча б на одній колії перегону протягом п'яти годин і більше (аварія, брак);

2) якщо допущено перерву в русі поїздів або затримано відкриття руху поїздів після нічного «вікна» хоча б на одній колії перегону понад 30 хвилин.

б) Порушення нормальної роботи метрополітену, якщо допущено відміну чи запізнення поїздів.

Таким чином, поняття «порушення графіка руху поїздів» – це не забезпечення виконання планового графіка руху поїздів з урахуванням таких факторів:

а) не забезпечення планових розмірів руху в межах однієї години;

б) неправильні та неоперативні дії працівників метрополітену щодо відновлення нормального руху поїздів в найкоротший термін у разі виникнення позаштатної ситуації;

в) несвоєчасне виконання регламентних робіт з технічного обслуговування рухомого складу, колії, контактної рейки, пристроїв електропостачання, СЦБ, зв'язку, тунельних споруд, електромеханічних та інших пристроїв, що задіяні в забезпеченні руху поїздів.

Основним показником виконання графіка руху поїздів є відсоток його виконання, який залежить від часу затримки в русі поїздів, кількості відмінених поїздів та поїздів, що запізнились.

В Київському метрополітені встановлено такий порядок обліку виконання графіка руху поїздів [13]:

Поїздом, що фактично пройшов по лінії, рахується кожний поїзд, який прямував з пасажирями по лінії, в тому числі по окремій її ділянці.

а) Поїздом, що пройшов за розкладом руху, рахується кожний поїзд, який прямував по лінії від станції відправлення до станції призначення, при цьому не було допущено відхилення від графіка руху поїздів з урахуванням забезпечення встановлених розмірів руху.

б) Поїздом, що запізнився, рахується кожний поїзд, який прибув на станцію призначення з відхиленням від графіка руху більше одного інтервалу.

До обліку, як запізнений, не береться поїзд, який прибув на станцію призначення з відхиленням від графіка руху більше одного інтервалу, в наступних випадках:

1) якщо перевищення часу зупинки поїзда на станції (станціях) було за розпорядженням диспетчера поїзного під час диспетчерського регулювання руху поїздів на лінії, за винятком першого поїзда, що прямував за поїздом, який був знятий з лінії;

2) якщо поїзд (поїзди), який прямував за поїздом, що запізнився першим, прибув на станцію призначення, не перевищуючи інтервал, передбачений графіком руху;

3) якщо відхилення від графіка руху поїздів, спричинене затримкою відправлення поїзда (поїздів) зі станції (станцій), було усунено на протязі однієї години.

в) Час запізнення поїзда визначається для:

1) поїзда, що запізнився першим, як різниця між фактичним часом його прибуття на станцію призначення та часом, передбаченим графіком руху для цього поїзда;

2) поїзда (поїздів), який прямував за поїздом, що запізнився першим, як різниця між фактичним інтервалом його прибуття на станцію призначення та інтервалом, передбаченим графіком руху.

г) Відмінені поїзди підрозділяються на поїзди, що відмінені повністю на лінії, та поїзди, що відмінені на ділянці лінії.

Поїзд, який відмінений повністю на лінії, рахується поїзд, який не пройшов за розкладом руху від станції відправлення до станції призначення відповідно до діючого графіка руху поїздів.

До обліку, як відмінений повністю на лінії, не береться поїзд:

а) який відправився зі станції відправлення з відхиленням від графіка руху за відсутності або не перевищення регламентованого часу затримки в русі поїздів на лінії та за умови забезпечення встановлених розмірів руху на лінії;

б) який прямував, не перевищуючи інтервал, передбачений графіком руху, за поїздом, що відправився першим зі станції відправлення з відхиленням від графіка руху більше одного інтервалу.

Поїздом, що відмінений на ділянці лінії, рахується поїзд, який не пройшов за розкладом руху:

від станції відправлення до проміжної станції:

а) якщо поїзд не прямував зі станції відправлення за графіком руху, при цьому на проміжній станції під цей поїзд був виданий інший состав з електродепо тощо;

б) якщо поїзд відправився зі станції відправлення без пасажирів, при цьому на іншій проміжній станції в цей поїзд було проведено посадку пасажирів і він прибув на станцію призначення з відхиленням від графіка руху не більше одного інтервалу.

від проміжної станції до станції призначення – якщо з поїзда на проміжній станції висаджені пасажирів та далі він був знятий з лінії або поданий під оборот на цій проміжній станції;

від проміжної станції до проміжної станції:

а) якщо на проміжній станції з поїзда висаджені пасажирів та далі він був знятий з лінії, при цьому на іншій проміжній станції проведено посадку пасажирів в інший состав, що був виданий під цей поїзд з електродепо тощо;

б) якщо на проміжній станції з поїзда висаджені пасажирів, при цьому на іншій проміжній станції в цей поїзд було проведено посадку пасажирів і він прибув на станцію призначення з відхиленням від графіка руху не більше одного інтервалу.

Облік відмінених поїздів на ділянці в разі організації по проміжній станції їх обороту, не передбаченого діючим графіком руху, здійснюється таким чином:

а) якщо з поїзда висаджені пасажирів і поїзд взято під оборот на одній із проміжних станцій, до обліку береться кожний відмінений поїзд від проміжної станції до станції призначення та від станції відправлення до проміжної станції, за виключенням кількості поїздів двостороннього руху;

б) якщо в один і той же період часу організовано рух поїздів по колу на двох ділянках лінії з оборотом по проміжних станціях, то на ділянці між станціями тимчасового обороту до обліку береться кожний відмінений поїзд від проміжної станції до проміжної станції, за виключенням кількості поїздів двостороннього руху.

До обліку, як відмінений на ділянці, не береться поїзд:

а) якщо з поїзда на проміжній станції висаджені пасажирів та далі він був знятий з лінії, при цьому на цій станції проведено посадку пасажирів у додатковий состав і цей поїзд прибув на станцію призначення з відхиленням від графіка руху не більше одного інтервалу;

б) у разі забезпечення встановлених розмірів руху на цій ділянці, за умови відсутності або не перевищення регламентованого часу затримки в русі поїздів на лінії.

Час затримки в русі поїздів визначається, як абсолютна різниця часу між наданням диспетчером поїзним розпоряджень машиністам електропоїздів про

тимчасове припинення руху поїздів на всій лінії метрополітену та його відновлення. До обліку береться затримка в русі поїздів на лінії 7 хвилин та більше.

До обліку та аналізу виконання графіка руху поїздів беруться всі поїзди, що передбачені та задіяні для перевезення пасажирів.

Аналіз щодо виконання графіка руху поїздів проводиться щодобово працівниками диспетчерської дільниці служби руху на основі діючого та виконаного графіків руху поїздів, записів у журналі диспетчерських наказів форми ДУ-58, книзі обліку роботи рухомого складу та журналі щодобового обліку порушень нормальної роботи метрополітену (відмов та інших), безпечного перевезення пасажирів.

При проведенні розслідування випадків порушення графіка руху поїздів в ревізорському апараті визначаються конкретні причини, що спричинили затримку в русі поїздів на лінії, запізнення або відміну поїздів, структурні підрозділи з вини яких відбулося порушення графіка руху поїздів, а також порушення графіка руху поїздів з інших причин – явищ стихійного лиха, загрози терористичного акту, вилучення людини з колії тощо.

Затримка в русі поїздів на лінії, запізнення або відміна поїздів з вини сторонніх організацій, які виконували роботи на об'єктах діючої лінії метрополітену, відносяться за структурними підрозділами, що забезпечували організацію виконання цих робіт та технічний нагляд за їх проведенням.

3.2. Ризик виникнення несправностей в пристроях колійного господарства та їх причини

Розглянемо метрополітен як складну транспортну систему, в якій взаємодіють елементи (служби). Згідно з теорією надійності чим складніша система система, тим більша ймовірність виникнення відмови. Несправність або відмова – подія, яка полягає у втраті об'єктом здатності виконувати потрібну

функцію, тобто у порушенні працездатного стану об'єкта. Деталі машин в основному руйнуються під дією силових навантажень, тепла та світла, електричних і магнітних полів, хімічного середовища, тертя та ін. Під дією цих чинників відбувається зміна стану машини. На рис 3.1 розглянуто класифікацію відмов.

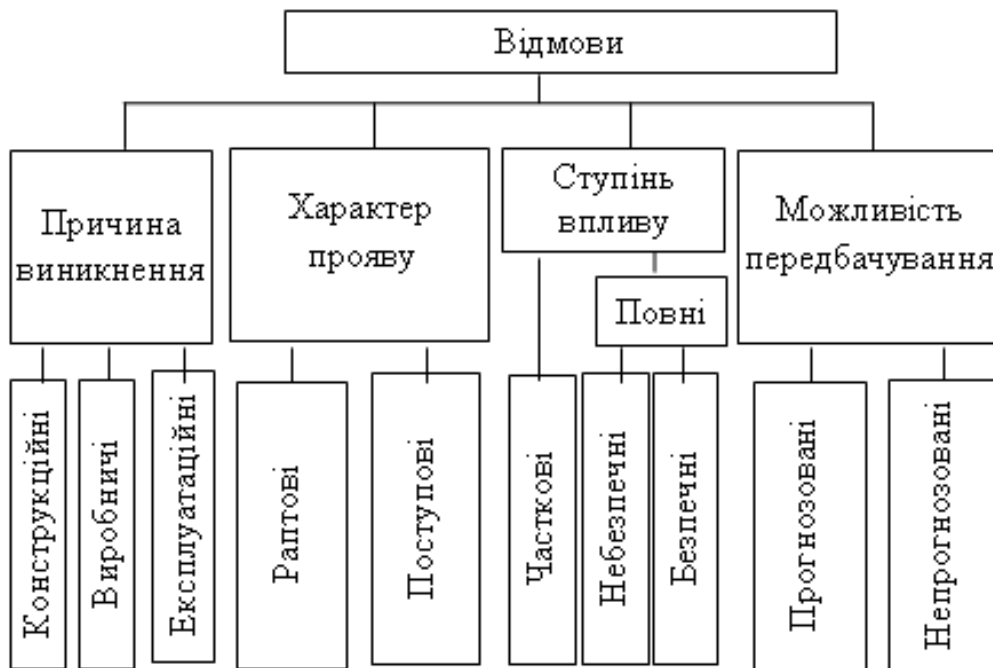


Рисунок 3.1 – Класифікація відмов.

У деталях машини відбуваються такі перетворення:

- а) пластична деформація, що призводить до збільшення напруги в матеріалі деталей;
- б) утомлюваність у випадку, коли деталі зазнають статичних і циклічних навантажень (рама, вали, пружини та ін.);
- в) теплове руйнування, що відбувається під дією нагріву деталей, при яких змінюється структура матеріалу і вони втрачають свої початкові властивості (циліндри, поршні, вкладиші підшипників та ін.);
- г) хімічне (корозійне) руйнування – це руйнування матеріалів внаслідок хімічної або електрохімічної взаємодії.

Слід зазначити, що відмови можуть виникнути в будь якій підсистемі. Розглянути всі відмови в кожній підсистемі не є можливим, через велику кількість елементів в системі, а також це потребує ресурсів (людських, матеріальних)

Розглянемо відмови, які можуть виникнути з колією та колійними пристроями на метрополітені:

- а) несправність контактної рейки під час руху поїздів.
- б) несправність рухомого складу, коли він не може самостійно рухатися.
- в) злам рейки (Фотографії зламу ходової рейки приведені в Додатку Б)

Так ось при зламі рейки як правило виникає наступне - має несправню зайнятість одна рейкове коло, світлофор перед зломом має заборонне показання, на рейкового кола до зламу є показання ОЧ, відразу після зламу частота роздільна.

Незважаючи на це відмова може виникнути також у пристроях колійного господарства(стрілочних переводах). Під час експлуатації стрілочних переводів можуть виникати наступні несправності:

- а) роз'єднання стрілочних гостряків;
- б) відставання притиснутого гостряка від рамної рейки на 4 мм і більше;
- в) викришування гостряка від вістря до першої з'єднувальної тяги глибиною більше 3 мм, що створює небезпеку набігання гребеня колеса, і в усіх випадках викришування довжиною:

- 1) на головних коліях - 200 мм і більше;
- 2) на коліях для обороту й відстою рухомого складу, на коліях з'єднувальних віток - 300 мм і більше;
- 3) на паркових та інших коліях - 400 мм і більше;
- г) зниження гостряка проти рамної рейки на 2 мм і більше;
- д) відстань між робочою гранню осердя хрестовини й робочою гранню головки контррейки менша ніж 1472 мм;
- е) злам гостряка або рамної рейки;

є) злам хрестовини (осердя, вусовика або контррейки);

3.3 Аналіз випадків несправності колійних пристроїв на лініях Київського метрополітену

Дослідженням стану безпеки руху в Київському метрополітені за перше півріччя поточного року [14] визначено випадки, що спричинили найбільш значні порушення графіка руху поїздів:

зі 100 поїздів, відмінених в I кварталі, 82 поїзди (82%) відмінені у випадку зламу ходової рейки внаслідок прихованого її дефекту;

з 137 поїздів, відмінених в II кварталі, 85 поїздів (62%) відмінено у випадках надходження інформації про замінювання мосту «Метро» та трьох станцій метрополітену, ще 37 поїздів (27%) – через знаходження неадекватного пасажера на колії.

Детальний розгляд випадку зламу ходової рейки, який стався в I кварталі 2020 року показав:

20.01.2010 о 04год 17хв на рейковому колі 84 II головної колії перегону ст. «Житомирська» - ст. «Академмістечко», за відсутності руху поїздів та планових виконання робіт на зазначеній ділянці перегону, з'явилася несправжня зайнятість. На місце події були направлені працівники дистанції колії та дистанції сигналізації, які чергували на лінії у ніч вихідного дня. Під час огляду о 05год 23хв виявлено злам лівої ходової рейки на ПК 059+65. На рейку було встановлено тимчасовий рейковий закріплювач, на поїзди видавались письмові попередження про рух зі швидкістю не більше ніж 5 км/год. О 09год 15хв на місці зламу рейки встановлено накладки та аварійні струбцини і встановлена швидкість руху не більше 25 км/год з наданням письмових попереджень. *Гостродефектну рейку було замінено в «нічне» вікно після закінчення руху електропоїздів. В*

результаті випадку відмінено 82 поїзди на лінії, 64 поїзди на ділянках лінії, 14 поїздів запізнилися на 49 хвилин. Для входу пасажирів закривались станція «Академмістечко» на 10 хвилин та станція «Житомирська» на 12 хвилин.

Розслідуванням цього випадку встановлено [15], що причиною випадку зламу рейки на ПК 059+65 став прихований дефект (код 99.2 гостродефектна) в кривій радіусом 530 м, що розвивався від краю пера підшви, виявити його наявними засобами дефектоскопії та візуально було не можливо. Випадок класифіковано як брак в роботі та віднесено з інших причин, незалежних від працівників метрополітену.

Крім цього, визначено основні причини, що призвели до відміни та запізнення значної кількості поїздів під час усунення наслідків зламу рейки працівниками служби колії, тунельних споруд і будівель, а саме:

а) неправильне прийняття рішення майстром шляховим щодо встановлення стикових накладок на болти замість встановлення накладок та закріплення її аварійними струбцинами, внаслідок чого було втрачено багато часу в порушення вимог до поточного утримання колії та контактної рейки;

б) неоперативні та некваліфіковані дії працівників дистанції колії під час ліквідації наслідків зламу рейки;

в) незнання майстром шляховим, яка повинна встановлюватись швидкість руху поїздів у разі використання аварійних струбцин з накладками;

г) низький рівень знань працівників дистанції колії технологічного процесу влаштування тимчасового стика при зламі рейки;

д) неузгодженість дій між майстром шляховим та працівниками швидкої технічної допомоги служби колії, тунельних споруд і будівель;

е) неякісне проведення теоретичних і практичних занять зі складом аварійно-відновлювальних формувань служби колії, тунельних споруд і будівель;

є) недбале виконання посадових обов'язків працівниками та керівництвом дистанції служби колії, недостатній рівень проведення з ними профілактичної роботи з безпеки руху керівництвом служби колії тунельних споруд і будівель.

Також в цій ситуації визначені порушення вимог нормативних актів з питань безпеки руху та посадових обов'язків працівниками диспетчерської дільниці служби руху:

Диспетчер поїзний Святошинсько-Броварської лінії:

а) здійснював виклики електромеханіка СЦБ, майстра шляхового та в подальшому, до початку руху електропоїздів, приймав від них інформацію щодо результатів огляду колійної секції, де була несправжня зайнятість, телефоном адміністративно-господарського зв'язку:

б) після отримання інформації про виявлений злам рейки не оформив про це запис в журналі диспетчерських наказів, не вжив заходів щодо організації огороження місця перешкоди для руху поїздів сигналами зупинення та не надав наказ на закриття II головної колії перегону ст. «Житомирська» – ст. «Академмістечко»;

в) не використовував право, визначено посадовою інструкцією, щодо вимоги від спеціалістів інформації, необхідної для виконання своїх посадових обов'язків в частині отримання достовірної інформації про випадок.

Старший диспетчер поїзний не якісно здійснювала керівництво черговою зміною диспетчерів поїзних стосовно дотримання диспетчером поїзним Святошинсько-Броварської лінії вимог нормативних актів з питань безпеки руху та не надавала йому належної допомоги під час виникнення позаштатної ситуації, та неякісно проводила роботу серед підлеглих працівників стосовно підвищення їх професійного рівня.

Аналогічний випадок, але з меншими наслідками порушення графіка руху поїздів, мав місце в I кварталі 2019 року на Оболонсько-Теремківській лінії, а саме:

13.01.2019 о 06 год 22 хв під час прямування електропоїзда І головною колією перегону ст. «Почайна» - ст. «Оболонь» рейковими колами №221/223а на локомотивному показчику допустимої швидкості з'явилося показання «О» по АРШ та залишилася зайнятість цих колійних секцій після їх звільнення електропоїздом. Рух поїздів зазначеними рейковими колами здійснювався з особливою пильністю з наданням усних попереджень диспетчером поїзним машиністам електропоїздів. Після огляду колійних секцій працівниками технічної допомоги служби колії, тунельних споруд і будівель та виявлення зламу правої ходової рейки на ПК 175+25, підclinенням рейки в місці зламу дерев'яними клинами зі встановлення постійного контролю за ним, рух поїздів здійснювався зі швидкістю не більше ніж 5км/год з наданням письмових попереджень машиністам електропоїздів. Після встановлення на місці зламу рейки накладок та закріплення їх аварійними струбцинами, швидкість руху електропоїздів було встановлено не більше ніж 20км/год, про що надавались письмові попередження до закінчення руху електропоїздів. *Дефектна рейка була замінена в нічне технологічне «вікно».* По випадку допущено відміну одного на лінії та шість поїздів запізнилися на 20 хвилин.

Розслідуванням цього випадку встановлено [16]:

Остання перевірка рейок засобами неруйнівного контролю проводилася 04.01.2019 (регламентована періодичність – не менше одного разу в три тижні) операторами дефектоскопного візка колісвимірювально-дефектоскопної станції. Під час перевірки зауважень виявлено не було.

Місце дефекту підшви рейки під час щоденних візуальних оглядів обхідниками колії виявити було не можливо, так як дефект був прихований за ребордою рейкової підкладки.

Злам рейки стався внаслідок корозії підшви рейки та втомлювальної тріщини через неї, впливу підвищеної вологості в минулому та «блукаючих» струмів.

Випадок класифіковано, як брак в роботі та віднесено з інших причин, не залежних від працівників метрополітену причин.

Дії працівників швидкої технічної допомоги, які були залучені до пошуку та усунення несправності визнані не правильними, а під час відновлення цілісності рейки в місці її зламу, встановлення накладок та закріплення їх струбцинами – не оперативними. Крім цього, ними не було надано інформацію диспетчеру поїзному про те, що рейка в місці зламу закріплена клинами.

Дії працівників диспетчерської дільниці служби руху визнані в цілому правильними та такими, що відповідають вимогам нормативних актів з безпеки руху.

Після випадку браку в роботі, що стався в I кварталі 2019 року на Оболонсько-Теремківській лінії, були впроваджені такі заходи:

а) розроблено та введено в дію порядок дій працівників швидкої технічної допомоги служби колії, тунельних споруд і будівель під час зламу рейки з урахуванням цього випадку;

б) а автомобілях аварійно-відновлювальних формувань служб рухомого складу та електропостачання, які використовуються службою тунельних споруд і будівель в аварійних ситуаціях, розміщені накладки, аварійні струбцини та інший необхідний інструмент для закріплення рейок під час можливого їх зламу;

в) розроблено проект та виготовлено тимчасові рейкові закріплювачі на рейки типу Р50 та Р65 і їх розміщення в приміщеннях чергових по станціях на всіх лініях метрополітену.

Не дивлячись на покращення оцінки утримання колії, станом на 01.07.2020 в колії знаходяться 267 дефектні рейки, за якими встановлено посилений нагляд засобами дефектоскопії, при цьому відбувається збільшення виявлення таких дефектів:

а)зім'яття та вертикальний знос через недостатню міцність металу – 24 шт;

б) зім'яття головки через неоднорідність механічних властивостей металу в місцях зварного стику -14шт;

в) корозія підгоряння підшви рейки і втомлювальні тріщини через них - 29шт;

г) наявність забрудненої рейкової сталі у вигляді великих скупчень неметалевих включень -20 шт; відлущування і викришування металу по поверхні кочення в загартованому шарі – 23 шт.

В таблиці 3.1 приведено технічний стан колії за оцінкою їх утримання за перше півріччя 2020 року в порівнянні з аналогічним періодом 2019 року

Таблиця 3.1

Порівняльний аналіз технічного стану колії за оцінкою утримання станом на 01.07.2020/2019, км

Оцінка	Метрополітен		Лінія					
			Святошинсько-Броварська		Оболонсько-Теремківська		Сирецько-Печерська	
	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019
відмінно	105,9	103,9	30,7	28,7	34,2	33,2	41,0	42,0
добре	28,9	29,9	14,9	15,9	7,0	9,0	7,0	5,0
задовільно	1,0	2,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	1,0

Рейки в експлуатації зазнають високих навантажень під дією рухомого складу. Беручи до уваги, що розглянуті в цьому розділі випадки зламу рейки сталося внаслідок прихованих дефектів рейок для забезпечення безпеки руху, необхідно за допомогою відповідних методів контролю своєчасно виявляти та оцінювати дефекти, що виникають, з використанням сучасних методів ультразвукової та вихрострумової дефектоскопії.

У статті [17] наведено сучасні методи її застосування, що дозволяють реєструвати й оцінювати дефекти як на поверхні, так і всередині рейки.

З метою забезпечення безпеки руху поїздів в частині виявлення та оцінки факторів, які впливають на рівень безпеки необхідно поліпшити діяльність управління та підрозділів метрополітену за принципами:

а) *випередження*, який передбачає, що ця діяльність повинна носити випереджувальний характер, спрямований на своєчасне виявлення та усунення негативних факторів і причин, що можуть призвести до аварійних ситуацій;

б) *інформованості*, який передбачає максимальну поінформованість кожного працівника про небезпечні фактори, що впливають на рівень безпеки руху поїздів;

в) *відповідальності*, який передбачає усвідомленість кожного працівника про його відповідальність на своєму робочому місці за конкретні питання, що визначають безпеку руху поїздів;

г) *виявлення та усунення передумов* виникнення несправностей колії, який передбачає проведення профілактичної роботи, спрямованої не стільки на покарання винних, скільки на усунення виявлених недоліків;

д) впровадження запобіжних заходів, спрямований на усунення причин потенційної невідповідності або іншої потенційно небажаної ситуації.

3.4 Формалізація етапів дій поїзного диспетчера (ДЦХ)

Під час порушення графіка руху поїздів ДЦХ [18] зобов'язаний:

а) забезпечувати правильне регулювання руху поїздів на лінії;

б) вживати оперативних заходів щодо забезпечення пасажирських перевезень і відновлення нормального руху поїздів у найстисліші терміни;

в) організовувати через працівників, які перебувають у його оперативному підпорядкуванні, усунення порушень нормальної роботи пристроїв, що впливають на рух поїздів.

У разі виникнення під час руху електропоїздів несправності колії, споруд чи пристроїв, що загрожує безпеці руху та безперешкодному руху електропоїздів, ДЦХ повинен негайно вжити заходів щодо припинення руху поїздів на зазначеній колії та своїм наказом закрити колію, на якій виникла несправність. Підставою для закриття колії в цьому випадку є повідомлення, отримане від машиніста електропоїзда або іншого працівника метрополітену.

Основними ознаками зламу ходової рейки на рейковому колі є:

а) поява на показчику АЛС у кабіні керування електропоїздом:

сигнального показання «ОЧ» після сигнального показання «0» на попередньому за напрямком руху рейковому колі – зламу ходової рейки на рейковому колі з показанням «ОЧ» або перебування на ньому рухомого складу;

короткочасно сигнального показання «ОЧ» під час проїзду межі двох суміжних рейкових кіл – зламу ходової рейки поблизу ізолюючого стику;

сигнального показання АЛС «ОЧ» під час руху в межах станції за готовим маршрутом та наявним контролем всіх стрілок, що входять до маршруту прямування.

б) поява на пультах-табло диспетчерської централізації, а межах станції з колійним розвитком й електричної централізації несправжньої зайнятості рейкового кола.

Узагальнюючи вимоги чинних в метрополітені нормативних актів та документів [19], визначено порядок дій диспетчера поїзного у разі отримання інформації, що має ознаки зламу рейки, який наведено нижче.

Порядок дій диспетчера поїзного

а) в залежності від розмірів (інтервалів) руху електропоїздів на час випадку виконати диспетчерське регулювання [20] щодо:

1) недопущення відправлення електропоїздів з пасажирями на перегін, де виникла загроза безпеці руху;

- 2) надати розпорядження черговим по станціях, що обмежують колію перегону, де є ймовірність зламу ходової рейки, про увімкнення всіх груп освітлення на відповідних перегонах тунельної ділянки та в темний час доби на перегонах наземної ділянки;
 - 3) надати усне попередження щодо прямування з підвищеною пильністю зі здійсненням контролю за станом рейок на рейковому колі, що має несправжню зайнятість:
 - машиністу електропоїзда, який знаходиться з пасажирями на перегоні, де виникла загроза безпеці руху;
 - машиністу електропоїзда, який буде відправлятися зі станції на цей перегін, після організації висадки пасажирів з вагонів його состава;
 - 4) затримати електропоїзди на попередніх станціях або тимчасово зупинити рух поїздів на лінії з максимальним виведенням електропоїздів із тунелів на станції.
- б) викликати аварійно-відновлювальні формування:
- 1) служби колії, тунельних споруд і будівель – своїм диспетчерським наказом;
 - 2) служби сигналізації – через диспетчера цієї служби.
- Надати вказівку черговому відповідної станції на зустріч аварійно-відновлювальних формувань.
- в) у разі зупинення електропоїздів з пасажирями на перегонах у тунелях:
- 1) надати вказівку диспетчеру електромеханічної служби на включення посиленої вентиляції на цих перегонах;
 - 2) надати розпорядження черговим по станціях, що обмежують зазначені перегони, на включення всіх груп освітлення тунелів для виведення пасажирів [21];
 - 3) вжити заходів щодо виведення поїздів з пасажирями, які знаходяться на перегонах у тунелях.

г) після отримання від машиніста електропоїзда підтверджуючої інформації про виявлення зламу ходової рейки:

1) організувати закриття колії перегону (станції, ділянки), де виникла перешкода для руху поїздів:

— якщо на перегоні знаходиться електропоїзд з пасажирами, за можливості, організувати його повернення на станцію в неправильному напрямку з закриттям колії;

— надати черговим по станціях, що обмежують колію перегону, яка закривається, розпорядження про встановлення сигналів зупинення;

— після отримання доповідей про встановлення сигналів зупинення, надати наказ про закриття колії для руху електропоїздів для виконання аварійно-відновлювальних робіт та, за необхідності й можливості, повернення електропоїзда з пасажирами на станцію в неправильному напрямку.

2) організувати тимчасовий рух електропоїздів на лінії для перевезення пасажирів на ділянках лінії, де не має перешкод для їх безпечного руху [22]:

— спільно зі старшим поїзним диспетчером зміни визначити оптимальний порядок організації руху поїздів на ділянках лінії:

- з оборотом на проміжних станціях лінії з колійним розвитком, враховуючи стан поїзного положення на момент випадку (година «пік», масові перевезення тощо), величину пасажиропотоку на платформах станцій на яких планується тимчасовий оборот, час обороту составів та можливість оперативного направлення маневрових машиністів на станції тимчасового обороту;
- двосторонній рух поїздів на одній з колій ділянки між станціями тимчасового обороту поїздів або між кінцевою станцією та станцією тимчасового обороту – за умови доцільності та за наявності можливості;

- з відправленням електропоїздів між проміжними станціями, де тимчасово здійснюється оборот, лише в правильному напрямку, якщо неможливо або недоцільно організувати двосторонній рух і перерва в русі поїздів на ділянці, де виникла позаштатна ситуація, може скласти більше 30 хвилин.
 - отримати від старшого диспетчера поїзного вказівку щодо змін режиму роботи станцій на лінії (обмеження чи закриття для входу пасажирів);
 - проінформувати чергових по станціях, машиністів електропоїздів лінії, ДЦХ суміжних ліній про виникнення позаштатної ситуації, передбачений тимчасовий порядок організації руху електропоїздів на лінії з зазначенням орієнтованого часу, та надати розпорядження про ведення інформації для пасажирів, регулювання пасажиропотоків і режиму роботи станцій;
 - в залежності від зміни обставин, виконувати зміни в тимчасовому порядку організації руху поїздів на лінії та режимах роботи станцій та інформувати машиністів електропоїздів, чергових по станціях та ДЦХ суміжних ліній про ці зміни.
- д) після прибуття працівників аварійно-відновлювальних формувань служби колії тунельних споруд і будівель та служби сигналізації :
- 1) з'ясувати у керівників аварійно-відновлювальних формувань обставини випадку та орієнтований час усунення перешкоди для руху поїздів, в залежності від виявленого дефекту рейки та віддалення місця події від місця розташування аварійного запасу служби колії [23]:
- з'єднанням кінців зламаної рейки накладками зі встановленням тимчасового закріплювача рейки, комплект яких зберігається в приміщенні чергового по станції на кожній станції;

- з'єднанням кінців зламаної рейки накладками зі встановленням аварійних струбцин типу «Метро», комплект яких зберігається в аварійних шафах біля станцій з колійним розвитком та аварійних машинах;
 - заміна гостродефектної рейки з покілометрового запасу, якщо забороняється встановлення струбцини при виявленому дефекті рейки.
- 2) у разі необхідності, якщо дефектна рейка знаходиться біля контактної рейки або буде виконуватися заміна дефектної рейки, забезпечити зняття напруги з контактної рейки [24]:
- за вимогою керівника аварійно-відновлювального формування надати наказ енергодиспетчеру на зняття напруги з контактної рейки;
 - отримати наказ енергодиспетчера про зняття напруги з контактної рейки з дозволом на виконання робіт після перевірки відсутності напруги і встановлення закоротки;
 - на підставі наказу енергодиспетчера надати черговим по станціях, що обмежують аварійний перегін, та керівникам аварійно-відновлювальних формувань наказ про зняття напруги з контактної рейки з дозволом на виконання відновлювальних робіт після перевірки відсутності напруги і встановлення закоротки;

Під час усунення несправності колії підтримувати постійний зв'язок з керівниками аварійно-відновлювальних формувань щодо ходу виконання робіт та часу їх закінчення.

е) після локалізації (усунення) перешкоди для руху поїздів на лінії:

- 1) якщо роботи виконувалися зі зняттям напруги з контактної рейки, отримати від керівників аварійно-відновлювальних формувань готовності про закінчення робіт та можливість подачі напруги на контактну рейку;
- 2) на підставі телефонограми, отриманої від керівника аварійно-відновлювального формування служби колії, тунельних споруд і будівель:
 - організувати відкриття колії для руху поїздів:

- надати черговим по станціях, що обмежують колію перегону, яка закривалась, розпорядження про зняття сигналів зупинення;
- 3) надати наказ на видачу письмових попереджень на поїзди про прямування місця, де:
- на рейці встановлено тимчасовий закріплювач – всім поїздам зі швидкістю не більше ніж 5 км/год;
 - на рейці встановлено аварійна струбцина типу «Метро» – всім поїздам зі швидкістю не більше ніж 20 км/год;
 - виконувалася заміна дефектної рейки – першим п'яти поїздам зі швидкістю не більше ніж 25 км/год.
- є) відновити нормальний рух поїздів на лінії, проінформувати про це машиністів електропоїздів, черговим станцій та ДЦХ суміжних ліній.

Розроблено блок – схему (Додаток В), яка описує етапи дій поїзного диспетчера.

3.5 Аналіз реальних подій зламу ходової рейки

Розроблено графічну модель організації руху електропоїздів на Сирецько-Печерській лінії, яка приведена в додатку Г цієї роботи, за таких умов:

а) Під час прямування електропоїзда маршруту №40 II головною колією перегону «Палац спорту – Золоті ворота» на двох суміжних рейкових колах №716 та №770 на локомотивному покажчику послідовно показання «0» та «ОЧ» і після проходження зазначеного маршруту цими рейковими колами на пульт-табло диспетчерської централізації залишається зайнятість рейкового кола №770 [25].

б) тимчасове зупинення руху поїздів на II головній колії лінії з максимальним виведення поїздів з тунелів на станції.

в) виклик аварійно-відновлювальні формування служби колії, тунельних споруд і будівель та служби сигналізації.

Час прибуття на місце події аварійно-відновлювальних формувань з місць дислокації:

1) зі станції «Майдан Незалежності» служби колії, тунельних споруд і будівель – 15 хв.;

2) зі станції «Золоті ворота» служби сигналізації – 8 хв.

г) відправлення маршруту №35, що прямує услід маршруту №40, зі станції «Палац спорту» без пасажирів з підвищеною пильністю для з'ясування стану рейок на рейковому колі №770.

За результатами огляду машиністом електропоїзда виявлено злам правої ходової рейки (віддаленої від контактної рейки) на ПК 119 [26].

д) закриття II головної колії перегону «Палац спорту - Золоті ворота» для руху поїздів.

е) виконання диспетчерського регулювання щодо виведення на станції поїздів, які зупинилися з пасажирами на перегонах у тунелях.

є) Організація тимчасового руху поїздів на лінії [27]:

1) на ділянці від станції «Сирець» до станції «Золоті ворота» з оборотом на проміжній станції з колійним розвитком «Золоті ворота» та від станції «Червоний хутір» до станції «Кловська» з оборотом – на станції «Кловська» з направлення маневрової бригади з лінійного пункту на станції «Дружби народів» на станцію «Кловська»;

2) з відправленням окремих електропоїздів зі станції тимчасового обороту «Золоті ворота» на станцію «Кловська» в правильному напрямку.

ж) зміна режиму роботи станцій на лінії:

1) станція «Палац спорту» зачиняється для входу пасажирів і пересадки зі станції «Площа Льва Толстого»;

2) станції тимчасового обороту поїздів «Золоті ворота» та «Кловська» обмежуються для входу пасажирів.

з) виконання відновлювальних робіт зі встановленням комплекту тимчасового закріплювача рейки (з аварійного запасу з приміщення чергового по станції «Палац спорту»), встановлення постійного контролю за станом рейки та відновлення руху електропоїздів II головною колією перегону «Палац спорту - Золоті ворота» з прямуванням електропоїздів ПК 119 зі швидкістю не більше ніж 5 км/год.

Нормативний час встановлення тимчасового закріплювача рейки без зняття напруги з контактної рейки в дві особи становить 3 хв. та відкриття колії зі зняттям сигналів огороження – 4 хв.

и) з метою уникнення повторної зупинки руху поїздів на лінії в ранкову годину «пік», після її закінчення і збільшення інтервалів руху о 09год 30хв та прибуття на місце події додаткового штату аварійно-відновлювальних формувань служби колії, тунельних споруд і будівель, виконання відновлювальних робіт зі встановленням комплекту аварійних струбцин типу «Метро» (з аварійного запасу з аварійної шафи станції «Кловська» чи «Золоті ворота) без закриття колії з диспетчерським регулюванням руху поїздів на II головній колії перегону «Палац спорту - Золоті ворота», продовження постійного контролю за станом рейки та подальший рух електропоїздів ПК 119 зі швидкістю не більше ніж 20 км/год.

Нормативний час зняття тимчасового закріплювача та встановлення комплекту аварійних струбцин без зняття напруги з контактної рейки в чотири особи становить 4 хв.

і) заміна дефектної рейки з покілометрового запасу після закінчення руху електропоїздів в нічне технологічне «вікно».

4 ТЕХНІКО – ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ РОЗРАХУНКИ

В цьому розділі описано техніко – експлуатаційні показники які пов'язані з організацією руху поїздів у випадку зламу рейки на КП «Київський метрополітен»

4.1 Оцінка порушення графіка руху поїздів через несправність пристроїв колійного господарства

Основними показниками графіка руху поїздів є [28]:

- а) пробіг поїздів з пасажирями;
- б) пробіг вагонів з пасажирями;
- в) нульовий пробіг вагонів;
- г) загальний пробіг вагонів;
- д) середньодобовий пробіг одного вагону;
- е) час знаходження поїздів на лінії;
- є) час знаходження поїздів в русі;
- ж) час знаходження вагонів в русі;
- з) експлуатаційна (дільнична) швидкість;
- и) загальна кількість пропущених поїздів з пасажирями;
- і) технічна швидкість.

Основні показники планового графіка руху поїздів приведені в таблиці 4.2

Показниками виконання графіка руху поїздів є:

- а) кількість поїздів, що фактично пройшли лінією;
- б) кількість поїздів, що пройшли за розкладом руху;
- в) кількість відмінених поїздів на лінії;
- г) кількість поїздів відмінених на ділянках лінії;
- д) кількість поїздів, що запізнились;

е) сума часу запізнення поїздів у хвилинах;

є) відсоток виконання графіка руху поїздів.

Графічна модель організації руху поїздів на лінії, що приведена в додатку Г цієї роботи, відображає фактичне виконання планового графіка [29] за даний відрізок часу за умови виникнення позаштатної ситуації, яка розглядалася в розділі 3.4.

Виконано аналіз виконання графіка руху поїздів [30] в період виникнення позаштатної ситуації відповідно до вимог порядку обліку виконання графіка руху поїздів, який приведений в розділі 3.1 цієї роботи, результати якого приведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Аналіз виконання графіка руху поїздів

Показник	I колія	II колія	Всього
Кількість відмінених поїздів на лінії, з них: «зонних»	2 1	0	2
Кількість відмінених поїздів на ділянках:	10	12	22
«Палац спорту-Золоті ворота»	0	1	
«Кловська-Палац спорту»	0	1	
«Кловська-Золоті ворота»	4	4	
«Кловська-Лук'янівська»	6	5	
«Кловська-Сирець»	0	1	
Кількість поїздів, що запізнились	3	54	57
Сума часу запізнення у хвилинах	3	58	61
Затримка в русі поїздів у хвилинах	X	X	23

Кількість пасажирських поїздів за плановим графіком визначається за формулою:

$$N_{nac} = \sum_{n=1}^n N_{n(n)} + \sum_{\kappa=1}^{\kappa} N_{nn(\kappa)}, \quad (4.1)$$

де N_n і N_{nn} – кількість поїздів у парному і непарному напрямках за плановим графіком руху поїздів.

Кількість поїздів, що фактично пройшли лінією визначається за формулою:

$$N_{fnac} = \left[\sum_{n=1}^n N_{n(n)} - \sum_{n=1}^n N_{влн(n)} \right] + \left[\sum_{\kappa=1}^{\kappa} N_{nn(\kappa)} - \sum_{\kappa=1}^{\kappa} N_{влнн(\kappa)} \right], \quad (4.2)$$

де N_n і N_{nn} – кількість поїздів у парному і непарному напрямках за плановим графіком руху поїздів;

$N_{влн}$ і $N_{влнн}$ – кількість поїздів у парному і непарному напрямках, що відмінені на лінії.

Кількість поїздів, що пройшли за розкладом руху визначається за формулою:

$$N_{pnac} = \left[\sum_{n=1}^n N_{n(n)} - \sum_{n=1}^n N_{влн(n)} - \sum_{n=1}^n N_{вдн(n)} - \sum_{n=1}^n N_{зн(n)} \right] + \left[\sum_{\kappa=1}^{\kappa} N_{nn(\kappa)} - \sum_{\kappa=1}^{\kappa} N_{влнн(\kappa)} - \sum_{\kappa=1}^{\kappa} N_{вднн(\kappa)} - \sum_{\kappa=1}^{\kappa} N_{знн(\kappa)} \right], \quad (4.3)$$

де N_n і N_{nn} – кількість поїздів у парному і непарному напрямках за плановим графіком руху поїздів;

$N_{влн}$ і $N_{влнн}$ – кількість поїздів у парному і непарному напрямках, що відмінені на лінії;

$N_{\text{вдп}}$ і $N_{\text{вднп}}$ – кількість поїздів у парному і непарному напрямках, що відмінені на ділянках;

$N_{\text{зн}}$ і $N_{\text{знп}}$ – кількість поїздів у парному і непарному напрямках, що запізнились.

Відсоток виконання графіка руху поїздів визначається за формулою:

$$z_{\text{вгр}} = \frac{N_{\text{пнас}}}{N_{\text{нас}}} \cdot 100, \quad (4.4)$$

де $N_{\text{нас}}$ – кількість поїздів з пасажирями за плановим графіком;

де $N_{\text{пнас}}$ – кількість поїздів що пройшли за розкладом руху.

Пробіг поїздів з пасажирями визначається за формулою:

$$W_{\text{n.nac}} = \sum_{n=1}^n (N \cdot l)_{n(n)} + \sum_{\kappa=1}^{\kappa} (N \cdot l)_{\text{нп}(\kappa)}, \quad (4.5)$$

де N_n і $N_{\text{нп}}$ – кількість поїздів у парному і непарному напрямках за плановим графіком руху поїздів;

l_n і $l_{\text{нп}}$ – відстань, що проходить поїзд, км.

Пробіг вагонів з пасажирями визначається за формулою:

$$W_{\text{в.nac.}} = W_{\text{n.nac.}} \cdot n, \quad (4.6)$$

де $W_{\text{n.nac.}}$ – пробіг поїздів з пасажирями, поїздо-км;

n – кількість вагонів у поїзді, $n = 5$ вагонів.

Нульовий пробіг вагонів визначається за формулою:

$$W_0 = W_0^{об} + W_0^p, \quad (4.7)$$

де $W_0^{об}$ – нульовий пробіг вагонів поїздів, вагоно-км, під час обороту на кінцевих та «зонних» станціях,;

W_0^p – нульовий пробіг вагонів поїздів, вагоно-км, без пасажирів.

Нульовий пробіг вагонів під час обороту на кінцевих та «зонних» станціях, в тому числі тимчасового обороту, визначається за формулою:

$$W_0^{об} = \sum_{n=1}^n N_n^{об} \cdot n \cdot l_{об} + \sum_{\kappa=1}^{\kappa} N_{nn(\kappa)}^{об} \cdot n \cdot l_{об}, \quad (4.8)$$

де $N_n^{об}$ і $N_{nn}^{об}$ – кількість поїздів у парному і непарному напрямках, що здійснюють оборот на станціях з колійним розвитком;

n – кількість вагонів у поїзді, $n = 5$ вагонів;

$l_{об}$ – відстань, яку проходить состав станційними коліями під час обороту,

км.

$$W_0^p = \sum_{n=1}^n N_n^p \cdot n \cdot l_p, \quad (4.9)$$

де N_n^p – кількість поїздів (составів), що рухаються без пасажирів під час видачі на лінію з місць нічного чи денного відстію (електродепо, ПТО тощо) та під час їх зняття з лінії, перегонкою на лінії;

n – кількість вагонів у поїзді, $n = 5$ вагонів;

l_p – відстань, яку проходить состав, км

Загальний пробіг вагонів визначається за формулою:

$$W_{\epsilon} = W_{\epsilon.nac.} + W_0, \quad (4.10)$$

де $W_{\epsilon.nac.}$ – пробіг вагонів з пасажирями, ваг.-км;

W_0 – нульовий пробіг вагонів, ваг.-км.

Час знаходження поїздів на лінії визначається за формулою:

$$T_3 = \sum N_n \cdot t_x'' + \sum N_{nn} \cdot t_x', \quad (4.11)$$

де N_n і N_{nn} – кількість поїздів у парному і непарному напрямках;

t_x' і t_x'' – час ходу поїзда по ділянках лінії відповідно у непарному та парному з урахуванням зупинок на проміжних станціях, год.

Простій пасажирських поїздів на проміжних станціях під час зупинок визначається за формулою:

$$T_{cm} = \sum (N \cdot t_{cm}'')_n + \sum (N \cdot t_{cm}')_{nn}, \quad (4.12)$$

де N_n і N_{nn} – кількість поїздів у парному і непарному напрямках;

t_{cm}' і t_{cm}'' – час зупинок на проміжних станціях лінії відповідно у непарному та парному напрямках, год.

Час знаходження поїздів у русі визначається:

$$T_p = T_3 - T_{cm}, \quad (4.13)$$

де T_3 - час знаходження поїздів на лінії, год;

T_{ct} - простій пасажирських поїздів на проміжних станціях під час зупинок, год.

Експлуатаційна (дільнична) швидкість руху поїздів визначається за формулою:

$$V_{\partial} = \frac{W_{n.nac.}}{T_3}, \quad (4.14)$$

де $W_{n.nac.}$ – пробіг поїздів з пасажирями, поїздо-км;

T_3 - час знаходження поїздів на лінії, год.

Технічна швидкість руху поїздів визначається за формулою:

$$V_{tex} = \frac{W_{n.nac.}}{T_p}, \quad (4.15)$$

де $W_{n.nac.}$ – пробіг поїздів з пасажирями, поїздо-км;

T_p - час знаходження поїздів в русі, год.

Проаналізувавши показники графіків руху поїздів [31] планового та виконаного видно, що за умови виникнення аварійної ситуації, а саме несправності колійного господарства – зламу ходової рейки на ділянці перегону «Палац спорту – Золоті ворота» в ранкову годину «пік» простій поїздів на проміжних станціях збільшується на 2,9 %, а графік руху поїздів за добу робочого дня виконано на 87,4 %.

Таблиця 4.2

Показники графіка руху поїздів на робочі дні по лінії

Показники графіка	Графік руху поїздів	
	плановий	виконаний
Виконання графіка руху поїздів, %	100	87, 4
Пробіг поїздів з пасажирями, поїздо-км	14612,7	14490,8
Час знаходження поїздів на лінії, поїздо-год	409,3	409,4
Кількість пасажирських поїздів, поїзд: за плановим графіком що фактично пройшли лінією що пройшли за розкладом руху	646	644 565
Пробіг вагонів з пасажирями, вагоно-км	73063,9	72454,4
Нульовий пробіг вагонів, вагоно-км	3430,2	3437,2
Загальний пробіг вагонів, вагоно-км	76494,2	75891,6
Простій поїздів на проміжних станціях, поїздо-год.	53,2	54,8
Час знаходження поїздів в русі, поїздо-год	356,0	354,6
Експлуатаційна (дільнична) швидкість, км/год	35,7	35,3
Технічна швидкість, км/год	41	40,8

4.2 Економічні показники

Економічна оцінка ефективності роботи пасажирського транспортного комплексу – метрополітен здійснюється на підставі натуральних і вартісних показників, які с свою чергу поділяються на кількісні (об’ємні) і якісні [32].

а) Натуральні показники.

1) об’ємні:

— експлуатаційна довжина лінії – відстань, що обмежується осями кінцевих станцій.

— перевезення пасажирів – це кількість пасажирів, які оплатили проїзд та які скористалися пільгами і відправлені зі станції метрополітену за обліковий період часу (добу, місяць тощо).

— пасажирооборот – це показник, який враховує перевізну роботу на переміщення пасажирів, вимірюється в пасажиро-кілометрах.

— відправлення поїздів – кількість поїздів, які задіяні для перевезення пасажирів за обліковий період.

— пробіг пасажирських вагонів – це сукупна відстань, яку проходять пасажирські вагони за обліковий період.

2) якісні:

— пасажиронапруженість – це інтенсивність перевізної роботи. Визначається співвідношенням пасажирообороту до експлуатаційної довжини ліній метрополітену.

— середня дальність перевезення – це середня відстань поїздки пасажира. Визначається співвідношенням пасажирообороту до кількості перевезених пасажирів.

— наповнення (населеність) вагону – середня кількість пасажирів у вагоні на всьому шляху проходження. Визначається співвідношенням пасажирообороту до пробігу пасажирських вагонів.

б) вартісні або фінансово економічні показники.

1) об'ємні, що відображають фінансові результати пасажирських перевезень:

— доходи – грошові надходження від реалізації послуг з пасажирських перевезень.

— експлуатаційні витрати – це вартісне вираження витрат, пов'язаних з перевезенням пасажирів.

— фінансовий результат – це різниця між доходами та експлуатаційними витратами. В сучасних умовах переважно виражається у вигляді збитків.

2) якісні, що відображають ефективність пасажирських перевезень метрополітемом:

— відсоток покриття витрат доходами – це показник, еквівалентний рентабельності. Визначається співвідношенням доходів до експлуатаційних витрат.

— доходна ставка – це доход, який припадає на одиницю переміщення пасажирів (на 10 пасажиро-кілометрів). Визначається співвідношенням доходів від пасажирообороту.

— собівартість – це величина витрат, яка припадає на одиницю переміщення пасажирів (на 10 пасажиро-кілометрів). Визначається співвідношенням витрат до пасажирообороту.

В цій роботі виконується економічна оцінка ефективності роботи метрополітену за обліковий період – липень місяць 2020 року.

В таблицях 4.3., 4.4. приведені планові та фактичні натуральні об'ємні показники роботи ліній метрополітену та метрополітену в цілому за обліковий період [33].

Таблиця 4.3

Фактичні натуральні об'ємні показники роботи ліній метрополітену за липень 2020 року

Показники	Лінія			Метрополітен
	СБЛ	ОТЛ	СПЛ	
Експлуатаційна довжина, км.	22,74	20,92	23,85	67,51
Перевезення пасажирів, тис.пас., з них:	10 772	8 823	6 315	25 910
платні перевезення	8 274	6 773	4 898	19 945
Відправлення поїздів, поїзд	21 627	17 767	17 158	56 552

Продовження Таблиці 4.3

1	2	3	4	5
Пасажиरोоборот, тис. пас. км., з них:	89 410	73 233	52 417	215 060
платний пасажирооборот	68 676	56 218	40 655	165 549
Пробіг пасажирських вагонів, тис. вагоно-км.	2 441,08	1 794,89	1959,26	6195,23

Таблиця 4.4

Планові натуральні об'ємні показники роботи ліній метрополітену за
липень 2020 року

Показники	Лінія			Метрополітен
	СБЛ	ОТЛ	СПЛ	
1	2	3	4	5
Експлуатаційна довжина, км.	22,74	20,92	23,85	67,51
Перевезення пасажирів, тис.пас., з них:	16 050	13 450	9 600	39 100
платні перевезення	12 200	10 050	7 850	30 100
Пасажирооборот, тис. пас.км.,з них:	133 215	111 635	79 680	324 530
платний пасажирооборот	101 260	83 415	65 155	249 830
Відправлення поїздів, поїзд	21 627	17 768	17 160	56 555
Пробіг пасажирських вагонів, тис. вагоно-км.	2 441,08	1 795,00	1959,49	6195,57

Пасажиронапруженість визначається за формулою

$$H = \frac{Al}{2L_{\text{екс}}}, \quad (4.16)$$

де Al – пасажирооборот, тис. пас. км;

$2L_{\text{екс}}$ - експлуатаційна довжина у двоколіїному обчисленні, км.

Визначаємо планову та фактичну пасажиронапруженість метрополітену:

$$H_{\text{план}} = \frac{324530}{2 \cdot 67,51} = 2403,57 \text{ тис. пас.},$$

$$H_{\text{факт}} = \frac{215060}{2 \cdot 67,51} = 1592,80 \text{ тис. пас.}$$

Аналогічним чином визначається пасажиронапруженість ліній метрополітену. Результати розрахунків зведені в таблицю 4.3.

Середня дальність перевезення визначається за формулою

$$l_{\text{пас}}^{\text{сер}} = \frac{Al}{A}, \quad (4.17)$$

де Al – пасажирооборот, тис. пас. км;

A - кількість перевезених пасажирів, тис.пас.

Визначаємо планову та фактичну середню дальність перевезення по метрополітену:

$$l_{\text{пас, план}}^{\text{сер}} = \frac{324530}{39100} = 8,3 \text{ км.},$$

$$l_{\text{пас.факт}}^{\text{сер}} = \frac{215060}{25910} = 8,3 \text{ км.}$$

Аналогічним чином визначається середня дальність перевезення по лініях метрополітену. Результати розрахунків зведені в таблицю 4.3.

Наповнення вагону визначається за формулою

$$m = \frac{Al}{W_{\text{ваг.пас.}}}, \quad (4.18)$$

де Al – пасажирооборот, тис. пас. км;

$W_{\text{ваг.пас.}}$ – пробіг поїздів з пасажирями, вагоно-км.

Визначаємо планове та фактичне наповнення вагону метрополітену:

$$m_{\text{план}} = \frac{324530}{6195,57} = 52,38 \text{ пас / ваг.},$$

$$m_{\text{факт}} = \frac{215060}{6195,23} = 34,71 \text{ пас / ваг.}$$

Аналогічним чином визначається наповнення вагону на лініях метрополітену.

Розглядаючи натуральні якісні показники встановлено, що в обліковому періоді внаслідок падіння перевезень зменшилась пасажиронапруженість ліній метрополітену та при незмінній середній дальності перевезення на лініях метрополітену, на 34% зменшилось наповнення вагонів, чим в певній мірі забезпечена можливість дотримання соціальної дистанції під час встановленого карантину на території міста Києва з метою запобігання поширення гострої респіраторної хвороби COVID-19, спричиненої коронавірусом SARS-CoV-2У.

Результати розрахунків зведені в таблицю 4.5

Таблиця 4.5

Натуральні якісні показники роботи ліній метрополітену за липень 2020 року

Показники	Лінія	План	Факт
Пасажиронапруженість	СБЛ	2929	1965,91
	ОТЛ	2668,1	1750,31
	СПЛ	1670,4	1098,89
	Метрополітен	2403,5	1592,80
Середня дальність перевезення	СБЛ	8,3	8,3
	ОТЛ	8,3	8,3
	СПЛ	8,3	8,3
	Метрополітен	8,3	8,3
Наповнення (населеність) вагону	СБЛ	54	36
	ОТЛ	62	40
	СПЛ	40	26
	Метрополітен	52	34

Дохід від основної діяльності Підприємства за облікові періоди формується за рахунок діяльності, пов'язаної з перевезенням пасажирів лініями Київського метрополітену.

Тарифи на перевезення пасажирів лініями Київського метрополітену регулюються (встановлюються) Київською міською державною адміністрацією. Згідно з Розпорядженням виконавчого органу Київської міської ради (Київської міської державної адміністрації) від 05.07.2018 № 1147 «Про встановлення тарифів на перевезення пасажирів і вартості проїзних квитків у міському пасажирському транспорті, який працює у звичайному режимі руху» проїзд у столичному метро коштує від 6,50 грн до 8,00 грн, в залежності від кількості

поїздок, що купуються одночасно. Доходи від перевезення пасажирів, згідно Податкового кодексу України, звільнені від сплати (нарахування) податку на додану вартість.

Чистий дохід від реалізації продукції – послуг з пасажирських перевезень визначається за формулою

(4.19)

$$D = A_{пл} \cdot T \cdot k + d_{пільг}$$

де $A_{пл}$ - платні перевезення пасажирів (таблиця 4.4 цього розділу), тис. пас.;

T - повний тариф перевезення, складає 8 грн;

k - коефіцієнт, що враховує зниження повного тарифу від кількості поїздок, що купуються одночасно, $k = 0,87$;

$d_{пільг}$ - компенсація вартості проїзду пільгових категорій пасажирів, тис. грн.

Визначаємо дохід метрополітену від перевезень пасажирів за обліковий період:

$$D = 19945 \cdot 8 \cdot 0,87 + 23860 = 162677 \text{ тис. грн.}$$

Експлуатаційні витрати визначаються за формулою

$$E = E_{зарпл} + E_{мат} + E_{соц} + E_{амор} + E_{інші}, \quad (4.20)$$

де $E_{зарпл}$ - витрати на оплату праці експлуатаційному персоналу, тис. грн.;

$E_{мат}$ - матеріальні витрати, тис. грн.;

$E_{соц}$ - відрахування на соціальне страхування, тис. грн.;

$E_{амор}$ - амортизаційні відрахування, тис. грн.;

$E_{інші}$ - інші операційні витрати, тис. грн.

Сумарні експлуатаційні витрати по метрополітену за обліковий період [34] приведені в таблиці 4.4.

Таблиця 4.6 Експлуатаційні витрати метрополітену за липень 2020 року

Найменування витрат	Витрати, тис. грн.
Оплата праці	132 354
Матеріальні витрати	52 084
Соціальне страхування	29 173
Амортизація	147 002
Інші операційні витрати	9 298
Всього	369 911

Фінансовий результат визначається за формулою

$$\Phi = D - E, \quad (4.21)$$

де D – дохід від реалізації послуг з пасажирських перевезень, тис. грн.,
 E – експлуатаційні витрати на перевезення, тис. грн.

Фінансовий результат за обліковий період становить:

$$\Phi = 162677 - 369911 = -207234 \text{ тис. грн.}$$

Відсоток покриття затрат доходами визначається за формулою

$$f_s = \frac{D}{E} 100, \quad (4.22)$$

де D – дохід від реалізації послуг з пасажирських перевезень, тис. грн.,

E – експлуатаційні витрати на перевезення, тис. грн.

Відсоток покриття затрат доходами за обліковий період становить:

$$f_z = \frac{162677}{369911} 100 = 44\%$$

Доходна ставка визначається за формулою

$$d_{cm} = \frac{10D}{Al}, \quad (4.23)$$

де D – дохід від реалізації послуг з пасажирських перевезень, тис. грн.,

Al – пасажирооборот (табл. 4.2 цього розділу), тис. пас. км.

Доходна ставка за виконання 10 пасажиро-кілометрів у обліковому періоді становить:

$$d_{cm} = \frac{10 \cdot 162677}{215060} = 7,56 \text{ грн.}$$

Собівартість визначається за формулою

$$c_{пас.км} = \frac{10E}{Al}, \quad (4.24)$$

де E – експлуатаційні витрати на перевезення, тис. грн.;

Al – пасажирооборот (табл. 4.2 цього розділу), тис. пас. км.

Собівартість виконання 10 пасажиро-кілометрів у обліковому періоді становить:

$$C_{\text{пас.км}} = \frac{10 \cdot 369911}{215060} = 17,2 \text{ грн.} \quad (4.25)$$

Собівартість перевезення одного пасажирів визначається за формулою

$$C_{\text{пас}} = \frac{E}{A},$$

де E – експлуатаційні витрати на перевезення, тис. грн.;

A – перевезення пасажирів (табл. 4.2 цього розділу), тис. пас. км.

Собівартість перевезення одного пасажирів в обліковому періоді становить:

$$C_{\text{пас}} = \frac{369911}{25910} = 14,27 \text{ грн.}$$

Розраховані вартісні показники зведені в таблицю 4.7.

Таблиця 4.7

Вартісні показники експлуатаційної роботи метрополітену за липень 2020 року

Показники	Значення показника
Дохід від реалізації послуг, тис. грн.	162 677
Експлуатаційні витрати, тис. грн.	369 911
Фінансовий результат, тис. грн.	-207 234
Відсоток покриття затрат доходами, %	44
Собівартість виконання 10 пас. км., грн.	17,20
Собівартість перевезення одного пасажирів, грн.	14,27

За липень 2020 року результатом фінансово економічної діяльності експлуатаційної роботи метрополітену є збиток в розмірі 207 234 грн., доходом від реалізації послуг з перевезення пасажирів покрито 44% експлуатаційних витрат [35].

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

В розділі дано характеристику охорони праці на підприємстві, проаналізовано форми контролю за охороною праці, показано негативні фактори виробництва.

5.1 Система управління охороною праці на метрополітені

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- організацію навчання та пропаганди у галузі охорони праці.

Управління охороною праці здійснюють:

- адміністрації та на підприємстві в цілому – начальник метрополітену;

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

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

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

На службу охорони праці покладаються такі функції СУОП:

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

До нормативної бази СУОП належать:

- нормативно – правові акти з охорони праці, затвердженні наказами або розпорядженнями органів державного нагляду за охороною праці України та нормативно – правові акти з охорони праці, що увійшли до Державного реєстру нормативно - правових актів з охорони праці України;
- стандарти з охорони праці, що увійшли до Реєстру міждержавних і державних стандартів безпеки праці Держспоживстандарту України;
- санітарні норми, правила та інші нормативні акти Міністерства охорони здоров'я України, що увійшли до збірника важливих офіційних матеріалів із санітарних і протиепідемічних питань;
- нормативні акти з питань пожежної безпеки, включенні до Державного реєстру нормативних актів з питань пожежної безпеки Міністерства з надзвичайних ситуацій України;

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

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

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

Основні завдання та права працівників служби охорони праці.

Основними завданнями і функціями Служби є:

- опрацювання ефективної системи СУОП, забезпечення фахової підтримки рішень начальника метрополітену в галузі охорони праці;

- організація проведення роботи зі створення на робочих місцях умов праці відповідно до вимог законодавства та нормативно – правових актів;

- організація проведення профілактичних заходів, спрямованих на усунення небезпечних і шкідливих виробничих факторів, запобігання випадкам травмування на виробництві та іншим випадкам загрози життю або здоров'ю працюючих;

- фахова підтримка та координація діяльності структурних підрозділів та кожної посадової особи метрополітену з питань охорони, умов і безпеки праці;

- контроль за дотриманням вимог законодавства, нормативно – правових актів з охорони праці та актів з охорони праці, що діють у межах метрополітену;

- проведення вступного та повторного інструктажів з охорони праці для керівників, посадових осіб та спеціалістів адміністрації метрополітену;

- організація проведення розслідування нещасних випадків на виробництві;

- складання звітності з охорони праці за встановленими формами.

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

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

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

Основними завданнями комісії є:

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

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

5.2 Шкідливі та небезпечні фактори в метрополітені

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

Одним із найбільш розповсюджених негативних факторів, являється шум. Він завдає великої шкоди здоров'ю та виробничій діяльності людини. В результаті втоми, що виникає під дією шуму, збільшується кількість помилок при роботі, підвищується загроза виникнення травм, знижується продуктивність праці. Все це є однією із причин збільшення економічних втрат. В господарствах метрополітену рівні шуму на робочих місцях не повинні перевищувати норми, які вказані в “Шум, загальні вимоги безпеки”.

Збільшення потужностей та швидкостей переміщення на метрополітені призводить до небажаних явищ, таких як вібрація. Вібрації не тільки погіршують самопочуття працюючих і знижують продуктивність праці, а й можуть призвести до серйозних патологічних змін організму людини. Параметри локальної вібрації у робітників колії та тунельних споруд повинні відповідати вимогам «Вібрація, загальні вимоги безпеки».

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

Нормами встановлюються мінімально допустимі величини освітлення виробничих та допоміжних приміщень, територій виробничих підприємств, відкритих просторів та залізничних шляхів. Мінімальна освітленість

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

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

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

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

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

Охоронне освітлення передбачають вздовж території у нічний час, або чергове в приміщенні.

6 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Охорона навколишнього середовища є проблемою, яка стоїть перед людиною. Раціональне використання ресурсів – невід’ємна частина стійкого економічного і соціального розвитку країни.

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

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

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

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

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

При розробці проектної документації нової лінії метрополітену обов’язково повинен бути розділ, де описується траса лінії метрополітену, місце розташування вестибюлів і станцій, а також інших допоміжних об’єктів. Дається коротка

характеристика інженерно-геологічних і гідрогеологічних умов будівництва, наводяться дані про кількість і глибину пробурених скважин, яким способом здійснюється їхній тампонаж. Стосовно до даного району міста вказуються кліматичні умови, середньомісячна температура, можливі глибини промерзання різних ґрунтів, наявність підземних вод й їхня агресивність.

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

- а) по найбільшому числу працюючих людей у тунелі;
- б) по вибухонебезпечних газах;
- в) по шкідливих й отруйних газах;
- г) по запиленості;
- д) по зварювальних аерозолях.

Загальна кількість повітря приймається найбільшим з отриманих значень.

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

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

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

Скидання виробничих стічних вод у міську каналізацію виробляється після попереднього їхнього очищення. При проектуванні нових і реконструкції існуючих підземних споруджень варто передбачати можливість використання для технічних цілей ґрунтової води за умови економічної доцільності.

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

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

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

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

У випадку будівництва похилих ескалаторних тунелів і стовбурів шахт, а також при відкритому способі робіт передбачається використання спеціальних методів (заморожування, метод «стіна в ґрунті», цементация й ін.), що дозволяють зменшити негативний вплив на навколишнє природне середовище.

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

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

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

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

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

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

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

Джерелами шуму на будівельних майданчиках є:

- а) гірські комплекси;
- б) компресорні станції;
- в) вентиляційні установки;
- г) автотранспорт на будівельних майданчиках

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

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

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

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

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

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

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

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

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

На станціях метрополітену існують приямки з решітками для прийому води й очищення бруду із взуття пасажирів. Приямки мають відстійники, очищення яких здійснюється пересувними агрегатами з наступним вивозом пульпи в

спеціальний резервуар-відстійник. У спорудженнях метрополітену передбачається система побутової каналізації для прийому й відводу стічних вод від сантехнічних приладів санвузлів, душових, медпунктів і буфетів.

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

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

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

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

6.2 Еколого-виробничі вимоги до утримання об'єктів метрополітену

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

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

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

- а) проведена реконструкція очисних споруд мийки автотранспорту;
- б) проведена реконструкція очисних споруд мийки деталей ескалаторів;
- в) впроваджена технологія регенерації нікелю з розчинів;
- г) впроваджена технологія для механічного збирання нафтопродуктів з миючих розчинів;
- д) встановлено прес-фільтр для очищення мийних розчинів і обезвоження шламів;
- е) проведена реконструкція очисних споруд в електродепо;
- э) крім цього на метрополітені проводяться роботи по дотриманню і виконанню вимог Водного Кодексу України.

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

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

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

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

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

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

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

Вантажно-розвантажувальні роботи при ремонті рухомого складу повинні виконуватись з максимальним використанням засобів механізації та

автоматизації. Робочі місця виробничих приміщень, де проводяться процеси пайки, фарбування, зварювання, промивання деталей в керосині, продувки та інше, в залежності від технологічних процесів та шкідливості яка виділяється, повинні бути обладнанні примусовою загально-обмінною вентиляцією.

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

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1 Офіційний сайт КП «Київський метрополітен». URL: <http://www.metro.kiev.ua>
- 2 Хворост М. В., Филипович В. П., Макєєв М. П. Автоматизація обліку та прогнозування технічного стану колійних пристроїв метрополітену *[Залізн. трансп. України](#)*. 2004. № 2, 35 – 38с.
- 3 Самсонкін В. М., Юрчак А. В., Кузьменко Д. М. Дорожная карта цифровой трансформации железнодорожной отрасли Украины. 2016 С. 6 – 10.
- 4 Історія створення КП «Київський метрополітен» URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki>
- 5 Положення про службу руху комунального підприємства «Київський метрополітен». Київ: КП «Київський метрополітен», 2018. 8с.
- 6 Положення про оперативну службу метрополітену, Київ: КП «Київський метрополітен», 2018. 4с.
- 7 Положення про диспетчерську дільницю служби руху комунального підприємства «Київський метрополітен», Київ: КП «Київський метрополітен», 2018. 6с.
- 8 Інструкція про порядок користування автоматизованим робочим місцем інженера-графіста диспетчерської дільниці служби руху. Київ: КП «Київський метрополітен», 2014. 35с.
- 9 Інструкція про порядок користування пристроями автоматизованого робочого місця головного та старшого диспетчерів служби руху КП «Київський метрополітен». Київ: КП «Київський метрополітен», 2011. 36с.
- 10 Інструкція про порядок користування пристроями диспетчерської централізації із застосуванням комп'ютерної системи керування. Київ: КП «Київський метрополітен», 2009. 34с.

11 Правила технічної експлуатації метрополітенів України. Київ: Видавництво «Преса України». 2015. 192 с.

12 Наказ від 25.03.2008 №129-Н «Про введення в дію класифікації порушень безпеки руху та нормальної роботи на метрополітені». Класифікація порушень безпеки руху у поїзній та маневровій роботі на КП «Київський метрополітен» (додаток 1). Класифікація порушень нормальної роботи на КП «Київський метрополітен» (додаток 2).

13 Інструкція про порядок обліку та аналізу виконання графіка руху поїздів. Київ: КП «Київський метрополітен», 2014. 6 с.

14 Аналіз стану безпеки руху поїздів, ескалаторів, автотранспорту та безпечного перевезення пасажирів на КП «Київський метрополітен» та II квартал та 6 місяців 2020 року від 19.08.2010 №3-НЗР.

15 Протокол оперативної наради при першому заступнику начальника метрополітену від 28.01.2020 №4-НЗ-1 «Про випадок зламу ходової рейки на ПК 059+65 II головної колії Святошинсько-Броварської лінії 20.01.2020»

16 Протокол оперативної наради при першому заступнику начальника метрополітену від 23.01.2019 №2-НЗ-1 «Про випадок зламу ходової рейки на II головній колії Оболонсько-Теремківської лінії 13.01.2019».

17 Ситник. І. Неруйнівний контроль рейок: стан та перспективи. *Українські залізниці*. 2014. №8. С. 56-59. URL: <https://studfile.net/preview/8164660/>

18 Інструкція з руху поїздів і маневрової роботи на метрополітенах України. – Київ: ТОВ «МОНОПОЛІТ-ДРУК», 2018. 192 с.

19 Положення про аварійно-відновлювальні формування КП «Київський метрополітен» від 20.03.2006 №315-П.

20 Посадова інструкція диспетчера поїзного, затверджена наказом від 15.11.2018 №201-Д

21 Інструкція про порядок виведення пасажирів із тунелю чи наземної ділянки лінії метрополітену у випадку зупинки електропоїзда на перегоні та неможливого його подальшого руху. 2009. 10 с

22 Методичні рекомендації для диспетчерів поїзних щодо організації руху поїздів в позаштатних ситуаціях на лініях метрополітену. Київ: КП «Київський метрополітен», 2014. 41с.

23 Інструкція з забезпечення безпеки руху поїздів при виконання колійних робіт на метрополітенах. Київ: КП «Київський метрополітен», 2020. 18с.

24 Інструкція про порядок зняття та подачі напруги на контактну рейку метрополітену, порядок користування роз'єднувачами 825В. 2013. 7 с.

25 Пристрої АТРП Сирецько-Печерської лінії. План схематичний колій та розподілення частот АРС. Креслення № СП-16-197и-АТД. 2013.

26 Схема Сирецько-Печерської лінії. План і профіль колії «Сирець – Червоний Хутір». Київ: КП «Київський метрополітен». 2019.

27 Критерії, пов'язані з порушенням графіка руху поїздів, згідно яких необхідне закриття станції для входу пасажирів або обмеження пропуску пасажирів на станцію від 05.07.2011 №125-НЗ.

28 Основні показники графіків руху поїздів. Сирецько-Печерська лінія. 2019. 8 с

29 Порядок розрахунку основних показників експлуатаційної роботи КП «Київський метрополітен». 2019. 12 с.

30 Вихідні дані для розробки графіків руху поїздів з розмірами руху 34-15-30 пп/год (зонний рух), 34-15-27 пп/год (зонний рух), 32-12-28 пп/год (зонний рух) на Сирецько-Печерську лінію метрополітену від 19.02.2019 №24-НЗ-1.

31 Окремі технічні характеристики з питань експлуатації КП «Київський метрополітен». 2020. 58с.

32 Колосок В. М. Економіка транспортних підприємств : навч. посіб. Маріуполь : ПДТУ, 2017. 187 с.

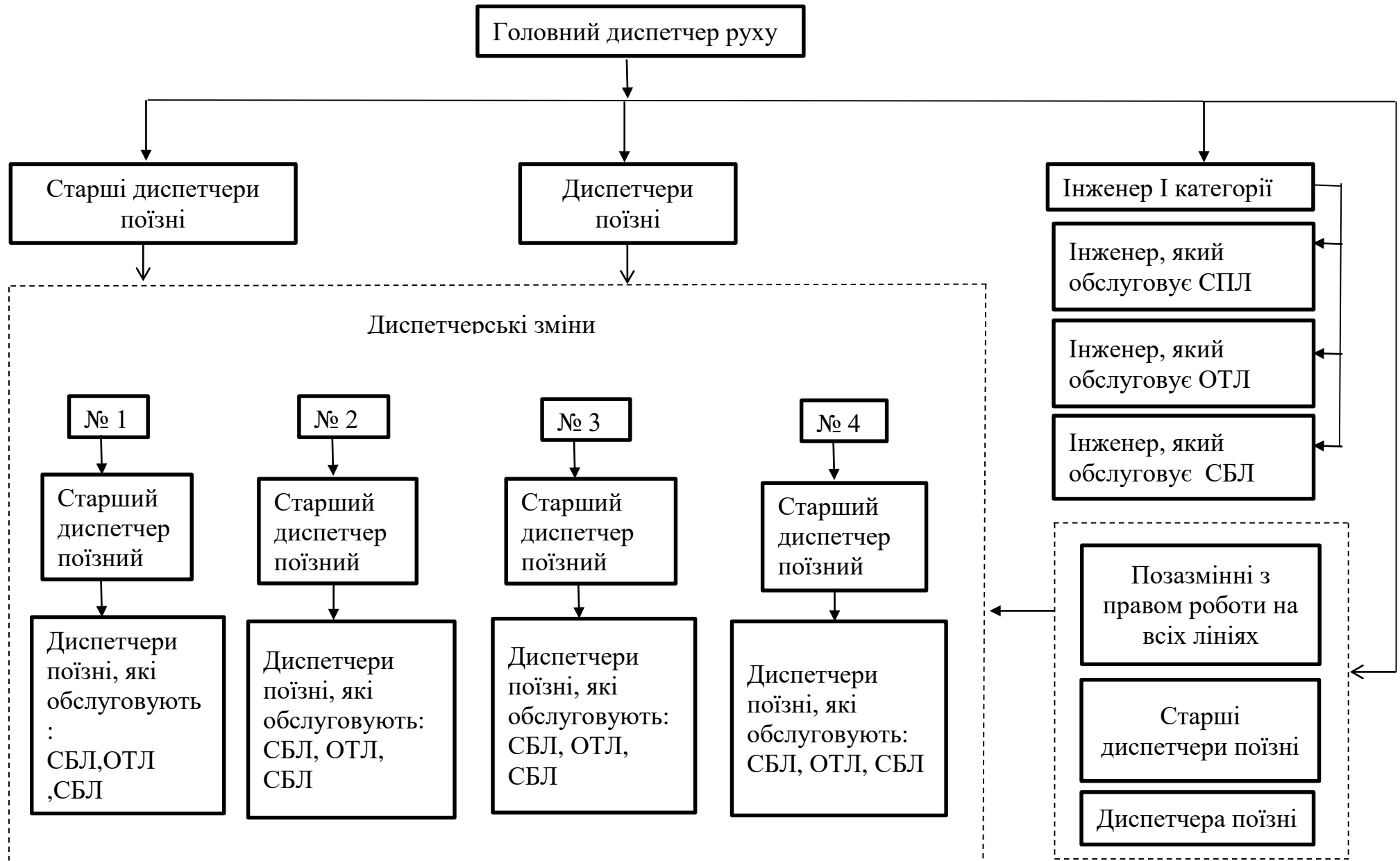
33 Звіт про виконання плану перевезень пасажирів по станціях метрополітену за липень 2020 року.

34 Офіційний сайт КП «Київський метрополітен». Фінансова звітність за 2020 рік. URL: <http://www.metro.kiev.ua/node/4495>

35 Основні показники експлуатаційної роботи КП «Київський метрополітен» з 01.07.2020 до 31.07.2020 рік URL: <http://www.metro.kiev.operational.work./3485>

36 Інструкція з охорони праці № ІОП-Д-02-20 для поїзного диспетчера. 2020. 12 с.

ДОДАТОК А
Схема диспетчерської дільниці служби руху

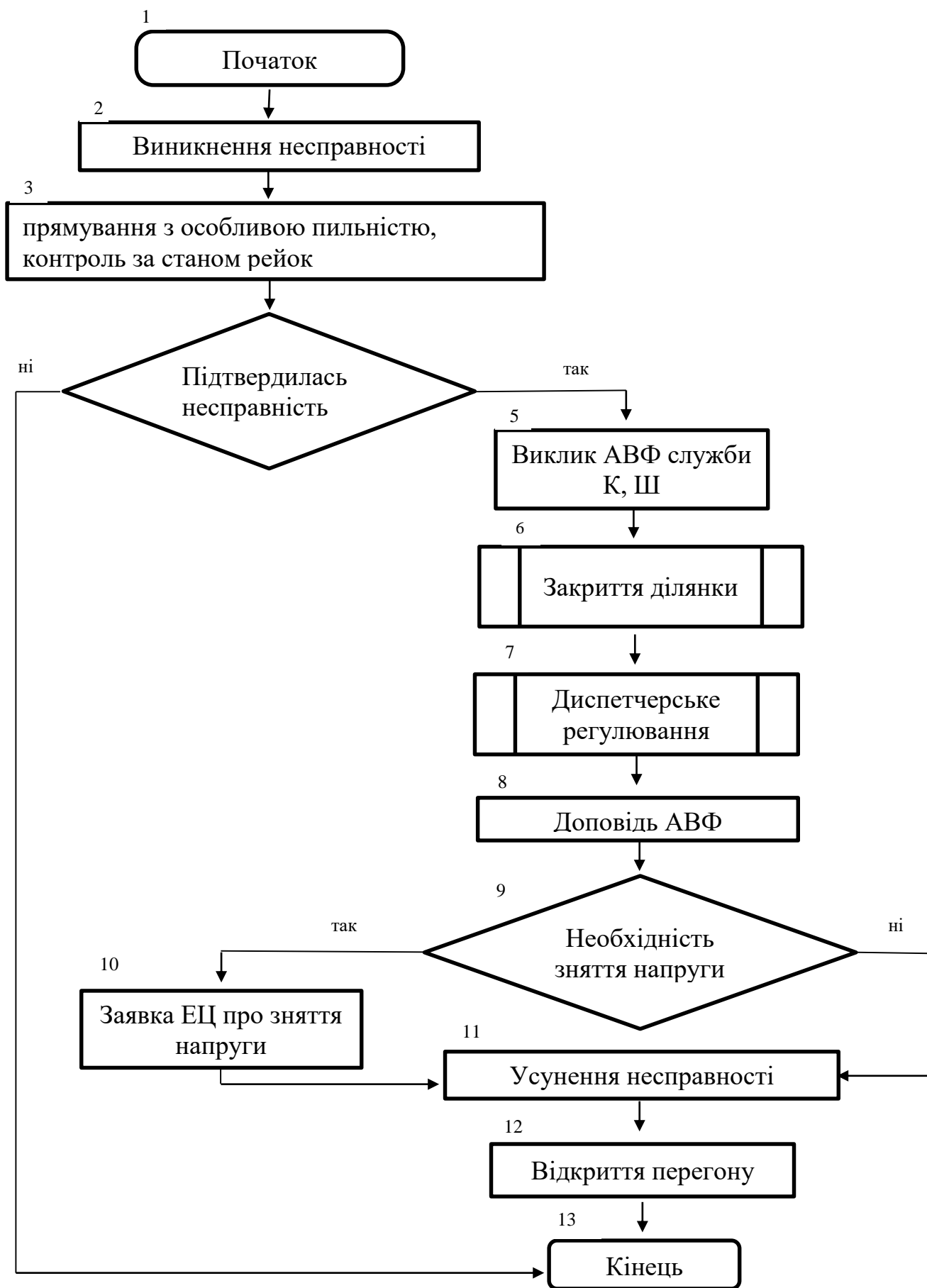


ДОДАТОК Б
Злам ходової рейки



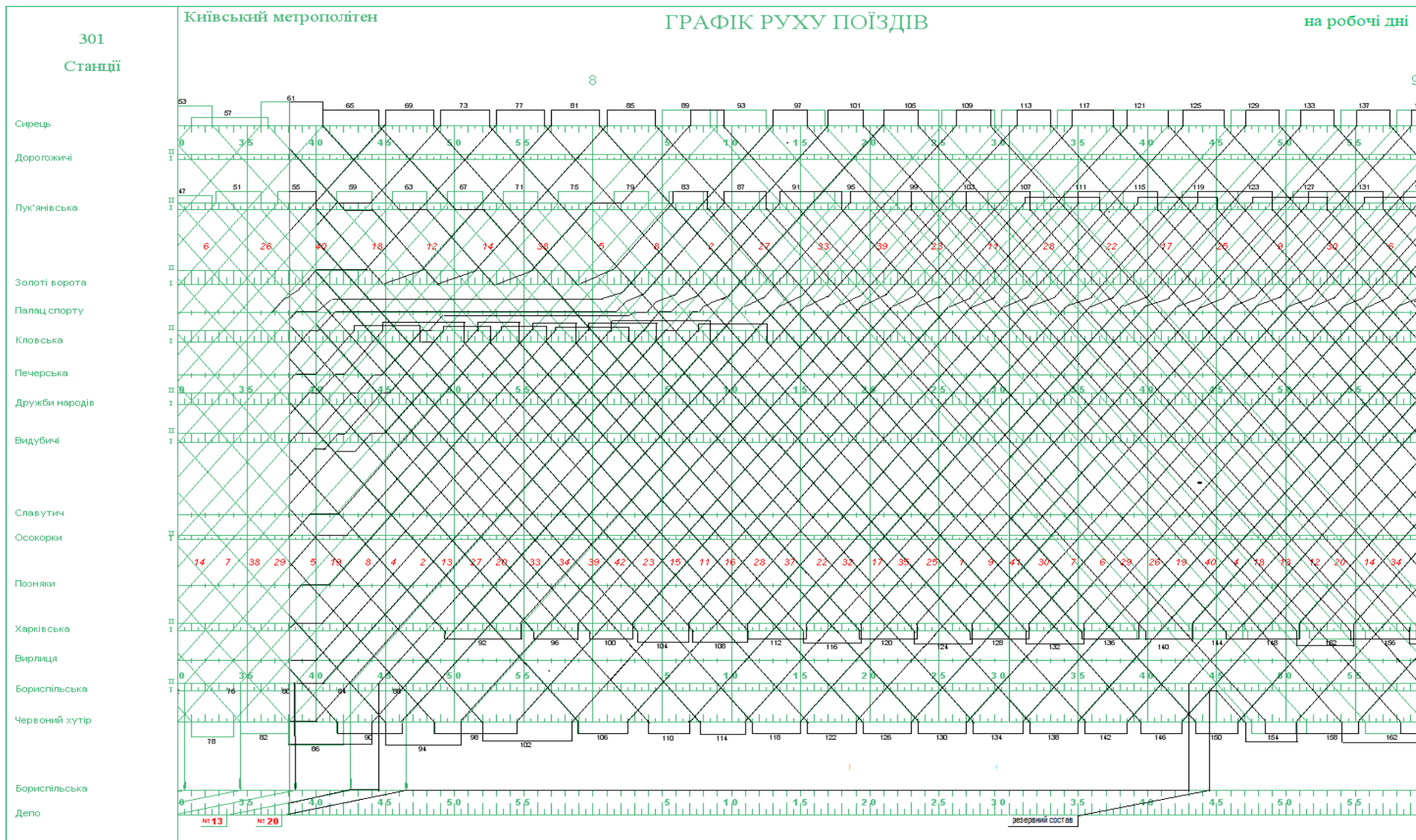
КвР – 275.02 – ДУІТ – КІЗТ – УЗТ – ТТУІІІ - ПЗ

ДОДАТОК В
Блок – схема алгоритму дій поїзного диспетчера



ДОДАТОК Г

Графічна модель руху електропоїздів



Квр — 275.02 — ДУІТ — КІЗТ — УЗТ — ТТУІІІ — ПЗ