

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Транспортний
(повне найменування факультету)

«Транспортні технології»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

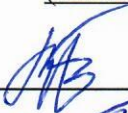
магістра
(ступінь вищої освіти)

на тему ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ
ЛОКОМОТИВНОГО ПАРКУ ЗАПОРІЗЬКОЇ ДИРЕКЦІЇ ЗАЛІЗНИЧНИХ
ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Виконав: студент II курсу, групи T-812м

Спеціальності 275 «Транспортні технології
(за видами)»
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)
275.02 «Транспортні технології
(на залізничному транспорті)»

		Валерій РЕДЬКО (Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)
Керівник		Роман СУЩЕНКО (Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)
Рецензент		Андрій ЩЕРБИНА (Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

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

Факультет _____ Транспортний _____
Кафедра _____ «Транспортні технології» _____
Ступінь вищої освіти _____ магістр _____
Спеціальність _____ 275 Транспортні технології (за видами) _____
(код і найменування)
Освітня програма (спеціалізація) _____ 275.02 «Транспортні технології _____
(на залізничному транспорті)» _____
(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Транспортні технології»

Сергій ТУРПАК

«01» листопада 2023 року

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

РЕДЬКА Валерія Вікторівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Підвищення ефективності використання локомотивного парку Запорізької дирекції залізничних перевезень керівник проєкту (роботи) д.пед.наук, проф. СУЩЕНКО Роман Віталійович
(науковий ступінь, вчене звання, ПРІЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «21» листопада 2023 р. №451

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 15 грудня 2023 р.

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) схема Запорізької дирекції залізничних перевезень; графік руху поїздів на дільниці Запоріжжя 1-Лозова; нормативи часу на приймання та здачу локомотива; технічна характеристика електровозів ВЛ8, ВЛ11 та ВЛ11М6; норми часу на виконання технічного обслуговування; заробітна плата працівників.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1 Аналітична частина. 2 Основна частина. 2.1 Показники графіка руху поїздів; 2.2 Розрахунок показників використання локомотивів; 2.3 Підвищення ефективності використання локомотивного парку на дільниці Запоріжжя 1 – Запоріжжя Ліве – Синельникове 1 – Лозова; 2.4 Удосконалення оперативного аналізу використання локомотивного парку. 3 Економічна частина. 4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

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

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1	СУЩЕНКО Р.В., професор		
2	СУЩЕНКО Р.В., професор		
3	ХАРЧЕНКО Т.В., ст. викл.		
4	ЛАЗУТКІН М.І., доцент		

7. Дата видачі завдання «01» листопада 2023 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Аналітична частина	30.10.2023-06.11.2023	
2	Основна частина	07.11.2023-20.11.2023	
3	Економічна частина	21.11.2023-27.11.2023	
4	Охорона праці	28.11.2023-01.12.2023	
5	Оформлення МР, перевірка МР на плагіат, отримання зовнішніх рецензій, захист магістерських робіт	01.12.2023-25.01.2024	

Студент(ка)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)


(підпис)

Валерій РЕДЬКО
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Роман СУЩЕНКО
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 79 с., 1 рис., 3 табл., 25 джерел.

ВАНТАЖНИЙ ПОЇЗД, ПРОДУКТИВНІСТЬ ЛОКОМОТИВА, СЕРЕДНЬОДОБОВИЙ ПРОБІГ, ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ, ОБОРОТ ЛОКОМОТИВА, КІЛЬКІСНІ ПОКАЗНИКИ, ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ, ЕЛЕКТРОВОЗ, КАПІТАЛЬНІ ВИТРАТИ, ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВИТРАТИ, ЕФЕКТИВНІСТЬ ІНВЕСТИЦІЙ.

Об'єкт дослідження: Запорізька дирекція залізничних перевезень, організація роботи локомотивів та локомотивних бригад вантажного руху.

Мета магістерської роботи – підвищення ефективності використання локомотивного парку Запорізької дирекції залізничних перевезень.

Задача магістерської роботи – визначення ефективності інвестицій у проєкт та терміну окупності.

Методи дослідження – аналітичний, розрахунково-графічний.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	4
ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	7
1.1 Техніко-експлуатаційна характеристика Запорізької дирекції залізничних перевезень	7
1.2 Керівництво експлуатацією локомотивів	8
1.3 Диспетчерське регулювання локомотивних парків	9
1.4 Способи обслуговування поїздів локомотивами	11
1.5 Методика оперативного аналізу середньодобового пробігу локомотива....	13
1.6 Експлуатація локомотивів на закордонних залізницях	18
1.7 Постановка задач магістерської роботи	19
2 ОСНОВНА ЧАСТИНА	23
2.1 Показники графіка руху поїздів	23
2.2 Розрахунок показників використання локомотивів	26
2.3 Підвищення ефективності використання локомотивного парку на дільниці Запоріжжя 1 – Запоріжжя Ліве – Синельникове 1 – Лозова	45
2.4 Удосконалення оперативного аналізу використання локомотивного парку	50
3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	54
3.1 Розрахунки капітальних витрат	54
3.2 Розрахунок економії експлуатаційних витрат	55
3.3 Розрахунки показників економічної ефективності проєктних рішень	62
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	65
4.1 Організація цивільного захисту на промисловому об'єкті	65
ВИСНОВКИ	67
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	68
ДОДАТКИ	71

ВСТУП

Прогрес залізниць нерозривно пов'язаний зі станом локомотивного парку, удосконалюванням експлуатації й технічного обслуговування локомотивів. Проблеми розвитку локомотивної тяги й експлуатації локомотивів мають загальнотранспортне комплексне значення. Теорія й практика експлуатації локомотивів за останнє десятиріччя зазнали певних змін, пов'язаних зі збільшеним навантаженням на локомотивне господарство, ростом обсягу перевезень, підвищенням маси й швидкості руху поїздів, введення в експлуатацію нових потужних електровозів і тепловозів, широкого залучення до рішення експлуатаційних завдань електронно-обчислювальної техніки.

Сучасний етап розвитку й удосконалювання експлуатації локомотивів характеризується новим рівнем управлінських завдань, розвитком автоматизованих систем керування, у тому числі автоматизованих робочих місць чергових по депо й диспетчерів. До залізниць пред'являються нові, усе більш високі вимоги по задоволенню зростаючих потреб народного господарства й населення в перевезеннях, успішне виконання яких багато в чому залежить від раціональної організації експлуатації локомотивів. Зросли вимоги до вирішування завдань з забезпечення безпеки руху поїздів, у яких питання експлуатації локомотивів займають провідне місце.

Ефективність роботи залізничного транспорту пов'язана з підвищенням ваги й швидкостей руху поїздів і в значній мірі визначається потужністю, рівнем використання й технічним станом локомотивного парку.

У роботі систематизовані й узагальнені матеріали, щодо експлуатації локомотивів, проаналізовані недоліки й надано науково обґрунтовані, перевірені на практиці рекомендації з подальшого вдосконалення експлуатації локомотивів.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Техніко-експлуатаційна характеристика Запорізької дирекції залізничних перевезень

Запорізька дирекція залізничних перевезень Придніпровської залізниці (слайд 1) ставиться до найбільш вантажонапружених магістралей України. Економіко-географічне положення надзвичайно зручне для транспортування основних вантажопотоків до Азовського й Чорного морів.

Основною особливістю розподілу обсягів вантажної роботи є концентрація її на станціях Запорізького промислового вузла (Запоріжжя Ліве, Запоріжжя-1, Дніпробуд-1, Дніпробуд-2, Запорізька Січ, Порт Велике Запоріжжя, Передатна, Ростуща), на яких виконується 72,0% всієї вантажної роботи від загальної кількості операцій, які здійснюються на під'їзних коліях.

До станції Запоріжжя Ліве примикають під'їзні колії великих промислових підприємств Запорізького промислового вузла з великим обсягом вантажної роботи: металургійного комбінату "Запоріжсталь", коксохімічного заводу, вогнеупорного заводу, алюмінієвого заводу. Крім того, до цих під'їзних колій мають вихід ще 34 промислові виробництва.

Головними факторами, що впливають на конфігурацію залізничної мережі і її пропускну здатність є напрямки й потужність транспортно-економічних зв'язків, які здійснюються на дирекції залізниці.

Досить велика інтенсивність на напрямках Запоріжжя - Синельникове й Запоріжжя - Канцерівка. Цьому сприяє те, що в Запоріжжі функціонують найбільші промислові підприємства України, які відправляють свою матеріальну продукцію у великій кількості, а одержують паливо, пально-мастильні матеріали, напівфабрикати та інше.

Таким чином, вантажонапруженість і інтенсивність окремих напрямків залізничної мережі регіону залежить від господарського освоєння території,

рівня розвитку матеріального виробництва, а також від територіальної концентрації промислових підприємств і об'єктів.

Аналіз вантажонапруженості й інтенсивності вантажопотоків залізничної мережі свідчить про те, що на сучасному етапі розвитку досліджуваного регіону, показник інтенсивності досяг максимальної величини й подальший його зріст буде сприяти збільшенню транспортних витрат. У зв'язку із цим для подальшого вдосконалення й розвитку даного інфраструктурного елементу в регіоні необхідно вирішити цілий ряд завдань. Одним з таких завдань є підвищення ефективності використання локомотивного парку.

1.2 Керівництво експлуатацією локомотивів

Керівництво експлуатацією локомотивів є елементом оперативного планування й керування всією поїзною роботою, спрямовано на вибір оптимального рішення завдань з забезпечення виконання планів перевезень, передачі поїздів і вагонів, технічних норм використання рухомого складу, ритмічності, безперебійності й безпеки руху поїздів.

Раціональне використання локомотивів визначається планом поїзної роботи. План поїзної роботи містить наступні завдання: відправлення поїздів з технічних станцій із вказівкою їхніх номерів і номерів локомотивів; приймання поїздів на сортувальні, дільничні й великі вантажні станції; приймання й здачу поїздів по стикових пунктах; регулювальні завдання на здачу порожніх вагонів; час видачі локомотивів до поїздів.

Відповідно до плану поїзної роботи визначається потреба в локомотивах і локомотивних бригадах. У добових і змінних планах передбачається: рівнозначний обмін локомотивами по стикових пунктах між дирекціями й дорогами; забезпечення повернення локомотивів у депо приписки для виконання технічного обслуговування й поточних ремонтів у строгій відповідності із пробігом; відставлення локомотивів з роботи в резерв

дороги або введення локомотивів з резерву в експлуатацію при зростанні розміру руху поїздів.

Добові й змінні плани для дирекції складають у службі руху (оперативно-розпорядницьким відділом) і повідомляють дирекціям дороги не пізніше 14 години, тобто за три години до початку звітної доби.

Норми експлуатованого парку локомотивів для депо, що обслуговує дільниці дирекції, встановлює начальник дирекції залізниці. Для депо, локомотиви яких обертаються на декількох дирекціях, ці норми задаються начальником служби руху.

1.3 Диспетчерське регулювання локомотивних парків

Оперативне керівництво перевізним процесом здійснює диспетчерський апарат. Диспетчерське керівництво роботою дороги зосереджено в оперативно-розпорядницькому відділі служби руху. Змінний заступник начальника відділу очолює дорожню диспетчерську зміну, а змінні помічники - дорожні диспетчери - керують поїзною роботою в границях дорожніх диспетчерських кіл, звичайно обумовлених межами дирекції залізниці. У дирекції залізниці рухом поїздів, а виходить, експлуатацією локомотивів керують поїзні диспетчери. Вони командують дільницями в межах сортувальних або дільничних станцій, які теж називаються диспетчерськими колами (відділковими). У залізничних вузлах рухом поїздів і експлуатацією локомотивів керують вузлові диспетчери.

Для організації раціонального використання локомотивів, аналізу показників їхньої роботи в службах і відділах руху введені локомотивні диспетчери: старші й змінні, які включаються в єдині диспетчерські зміни руху й в оперативному відношенні підпорядковуються черговому по дирекції залізниці. На деяких залізницях у порядку експерименту відділи експлуатації локомотивів і відповідно локомотивних диспетчерів підпорядковували службам і відділам локомотивного господарства.

Основними завданнями локомотивного диспетчера є: регулювання експлуатованого парку (разом із черговим по дирекції) за рахунок відставлення локомотивів у резерв дороги або введення їх в експлуатацію із цього резерву; контроль за своєчасним поверненням локомотивів у депо або на ПТОЛ для проведення ТО-2, ТО-3 і поточних ремонтів; забезпечення дотримання діючих положень про час роботи й відпочинку локомотивних бригад. Диспетчер веде графік фактичної роботи локомотивів (графік виконаного оберту) і облік виконаних вимірників, для чого заповнює спеціальну довідку про локомотиви: про їхню наявність по вирішальних пунктах оберту, зміни бригад і депо приписки, про простой локомотивів на станціях, про напрямки локомотивів на незакріплені ділянки, на технічні обслуговування; про виконання середньодобового пробігу, продуктивності; про непланові ремонти й т.д. Відповідна довідка заповнюється про локомотивні бригади; про знаходження бригад на відпочинку, чекаючи роботи, про наявність бригад у пунктах їхнього оберту й т.д. Такі довідки видаються на 17 і 5 годин кожної доби.

Старший локомотивний диспетчер аналізує роботу й використання локомотивів, виконання встановленої тривалості безперервної роботи локомотивних бригад, організацію й тривалість відпочинку, розробляє на основі узагальнення передового досвіду заходи щодо усунення недоліків в експлуатації локомотивів. Локомотивні диспетчери надають технічну допомогу локомотивним бригадам під час їхніх поїздок радами, консультаціями, використовуючи для цього поїзний радіозв'язок, тому вони повинні бути висококваліфікованими наставниками, знати конструкцію локомотивів і керування ними.

Диспетчери повинні забезпечувати своєчасну інформацію локомотивних бригад про умови пропуску поїздів по ділянках, не допускати затримок поїздів у світлофорів, перед важкими підйомами. Від дій диспетчерів залежить ощадлива витрата електроенергії або палива на тягу поїздів, дотримання графікової швидкості руху.

У раціональному використанні локомотивного парку також велику роль відіграє черговий по депо (ТЧД). Він здійснює керівництво роботою всіх осіб, що входять у єдину зміну, що забезпечують підготовку й випуск у справному стані локомотивів для поїзного й іншого видів робіт.

У своїй роботі черговий по депо керується добово-змінним планом поїзної роботи дирекції залізниці, добовим планом видачі локомотивів на поїзну й господарчу роботи, а також планом-завданням на постановку в ремонт і випуск локомотивів з ремонту й технічних обслуговувань. Він особисто вручає маршрут машиністові локомотива, переконавшись у працездатності бригади, наявності в машиніста посвідчення на право керування локомотивом, талонів попередження, книжки розкладу руху поїздів, відмітки про передрейсовий медичний огляд і поінформованість про останні розпорядження й накази з руху поїздів і експлуатації локомотивів.

Черговий по депо веде настільний журнал, що є основним документом обліку наявності й стану локомотивного парку, роботи й показників використання локомотивів.

Відповідно до добового плану й оперативних вказівок локомотивного диспетчера черговий по депо організує видачу локомотивів з депо, забезпечує повноцінний відпочинок і своєчасну явку бригад, керує екіпіруванням локомотивів, постановкою в ремонт і контролює випуск їх з ремонту.

1.4 Способи обслуговування поїздів локомотивами

Обслуговування поїздів, тобто їхнє пересування по залізницях, відбувається за певною системою, виробленою практикою й теорією організації експлуатації локомотивів (слайд 3). Залежно від розміщення на лінії основних і оборотних депо, транзитності вантажопотоку, типу графіка руху застосовують різні способи роботи локомотивів з поїздами й вибирають відповідні ділянки обігу локомотивів.

Якщо до основного депо примикає лише одна дільниця обігу (або одне тягове плече), то локомотиви обслуговують поїзда за способом *плечової їзди* (рисунок 1.1 а). З подовженням дільниць обігу плечова їзда стала застосовуватися досить часто. При розміщенні основного депо на сортувальній станції, відчеплення локомотивів від поїздів для заходу в депо для екіпірування, виконання технічного обслуговування й поточних ремонтів збігаються з розформуванням поїзда, що інтенсифікує використання локомотивів. Якщо до основного депо примикають мінімум дві дільниці обігу й високий коефіцієнт транзитності поїздопотоку по станції основного депо, то досить ефективний кільцевий спосіб обслуговування поїздів локомотивами.

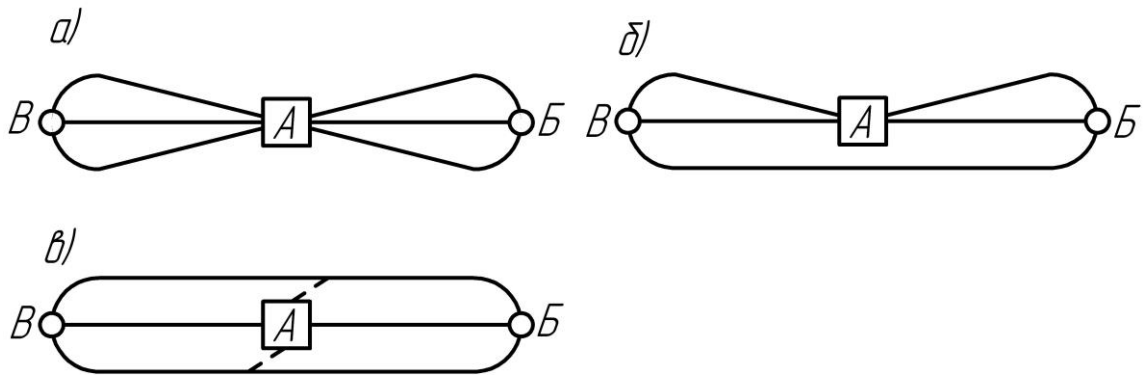


Рисунок 1.1 - Способи обслуговування поїздів локомотивами:

а – плечовий; б – петлевий; в – кільцевий;

А – основне депо; В, В – оборотне депо

При *кільцевому способі* обслуговування (рисунок 1.1 в) локомотив слідує з поїздом від пункту В до станції основного депо А і далі без відчеплення від поїзда - на іншу дільницю до пункту обороту В. Тут відбувається перечеплення локомотива до поїзда зустрічного напрямку, і цикл роботи повторюється. Таким порядком локомотив працює до чергового технічного обслуговування ТО-3, що виконується в основному депо.

Кількість рейсів, здійснених локомотивом між заходами на територію основного депо, залежить від тривалості роботи його між ТО-3, довжини дільниці обігу й технічного стану локомотива. Екіпірування локомотива, залежно від потреби, може виконуватися в пунктах обороту - одному або обох, на станції основного депо й навіть на проміжних станціях (при

необхідності). Екіпірування локомотива на станції основного депо при кільцевій їзді звичайно здійснюються без відчеплення від поїзда, для чого на станційних коліях споруджуються екіпірувальні пристрої для постачання піску, а при тепловозній тязі, крім того, для постачання дизельного палива, масла і води. У ряді випадків комплекс екіпірувальних пристроїв розміщується на спеціальних коліях станції, поблизу від парків приймання й відправлення поїздів, і для екіпірування локомотив відчіплюється від поїзда, а потім знову причіпляється до цього ж або іншого поїзда.

При кільцевому способі роботи локомотивів знижується завантаження горловин прийомовідправних парків станцій основних депо, збільшується пропускна здатність станцій і скорочується простій поїздів.

Різновидом кільцевого способу обслуговування поїздів локомотивами є *петлевий спосіб* (рисунк 1.1 б). При цьому способі локомотив, який вийшов з основного депо А, обслуговує поїзд на ділянці А-Б й з зустрічним поїздом рухається в пункт обороту В (без заходу в основне депо). При зворотному проходженні (з пункту В) локомотив відчеплюється від поїзда в пункті А і заходить в основне депо для екіпірування або технічного обслуговування.

Петлевий спосіб доцільний при необхідності переформування поїздів, нераціональному розташуванні парків відправлення на сортувальній станції основного депо, відсутності екіпірувальних пристроїв у станційному парку, виконанні технічного обслуговування локомотива тільки в основному депо.

На ділянках великої довжини й у зонах обігу складної конфігурації між двома заходами в основне депо на технічне обслуговування ТО-3 локомотиви можуть зробити декілька плечових, кільцевих і петлевих поїздок.

1.5 Методика оперативного аналізу середньодобового пробігу локомотива

Якість використання локомотивного парку у вантажному русі визначається наступними основними показниками: середньою вагою

вантажного поїзда - основним показником, на основі якого плануються розміри руху й розраховується потреба в локомотивах для заданих вантажопотоків, середньодобовим пробігом, що характеризує пропускну здатність, технічну оснащеність і технічний стан залізниць і рухомого складу і середньодобовою продуктивністю локомотива, що визначає, в остаточному підсумку, ефективність використання локомотивного парку й роботи залізниці або її підрозділів.

На величину цих показників впливає цілий ряд об'єктивних і суб'єктивних факторів: співвідношення між транзитним і місцевим вантажопотоками, тобто між поїзною й вивізною роботою локомотивів, дальність перевезення в обох видах роботи локомотивів вантажного руху, нерівномірність поїздопотоків по напрямках і періодам доби, що викликає резервний пробіг локомотивів, невідповідність потужності експлуатуємих локомотивів прийнятим ваговим нормам вантажних поїздів, внаслідок чого застосовується подвійна тяга й підштовхування поїздів, технічний стан локомотивного парку й прийняті схеми технічного обслуговування локомотивів, від яких залежить частота заходу й тривалість простою локомотивів у депо й пробіг між випадками заходу, якість оперативного планування поїзної роботи й рівень диспетчерського керівництва й інших.

Для аналізу показників роботи локомотивів використовується Методика оперативного аналізу. Використання цієї методики дає задовільні результати при аналізі середньодобової продуктивності локомотива, середньої ваги вантажного поїзда, але допускає великі погрішності при аналізі середньодобового пробігу.

Метою аналізу середньодобового пробігу є виявлення причин, що впливають на його зниження, і розробка заходів, що сприяють підвищенню продуктивності локомотива за рахунок збільшення середньодобового пробігу.

Середньодобовий пробіг локомотивів підраховується розподілом локомотиво-кілометрів лінійного пробігу в голові поїздів, других при подвійній тязі й роботі за системою багатьох одиниць, одиночному слідуванні

локомотивів, зайнятих у поїзному, вивізному й передатному русі на локомотиво-добу у всіх видах роботи, крім підштовхування.

$$S = \frac{\sum MS}{\sum MT}. \quad (1.1)$$

За рекомендованою методикою можливий аналіз середньодобового пробігу тільки локомотивів у голові поїздів, зайнятих у поїзному русі. Робота локомотивів у вивізному й передатному русі, других у подвійній тязі й в одиночному слідуванні не аналізується.

Питома вага цих видів роботи локомотивів в експлуатованому парку дороги становить:

- у вивізному й передатному - в електротязі близько 31%, у теплотязі більше 71%;
- у подвійній тязі - в електротязі 4,1%, у теплотязі - 0,5%;
- в одиночному слідуванні - в електротязі 15,0%, у теплотязі - 21%.

Таким чином, можливий аналіз середньодобового пробігу 50% експлуатованого парку електровозів і менш 10% тепловозів.

Вихідні дані для розрахунку параметрів, що використовуються для аналізу - середньому простою локомотива на один випадок заходу на станції приписки, обороту й зміни локомотивних бригад і середньому пробігу локомотива між заходом на ці станції визначаються не по всіх поїздках, а по обмеженій кількості маршрутів машиніста, тобто значною мірою є суб'єктивними, а ступінь впливу на останній з них в оперативній роботі обмежена.

Таким чином, аналіз середньодобового пробігу за цією методикою є недостатньо повним і точним, а за обмежений проміжок часу (наприклад, за добу) виконати його не представляється можливим через відсутність вихідних даних в оперативній звітності.

Службою перевезень залізниці запропонована Методика аналізу середньодобового пробігу локомотивів вантажного руху, що дозволяє по

наявним у статистичній і оперативній звітності або легко підраховуваним вихідним даним робити аналіз пробігу з урахуванням всіх видів роботи локомотивів.

Для повного аналізу середньодобового пробігу локомотивів за місяць, квартал, рік використовуються статистичні звіти: у межах дороги - форми ЦО-1, у межах діляниць роботи локомотивних бригад - форми ЦО-2 по дорозі або по депо.

Поточний аналіз за будь-який проміжок часу з початку місяця робиться за вихідними даними, які є в наявності у щодобових звітах форм ТО2А, ТО2М, ТО2-3, ТО2-4 і інших оперативних звітах по роботі локомотивів, які видає інформаційно-обчислювальний центр дороги. Такий аналіз середньодобового пробігу в межах діляниць роботи локомотивних бригад дороги й локомотивних депо можливий у повному обсязі, а в межах дороги - локомотивів в голові поїздів, впливу резервного пробігу, подвійної тяги й вивізного руху.

Середньодобовий пробіг S_d , технічна швидкість V_T , час перебування локомотива в чистому русі $t_{\text{ов}}$ і у всіх видах простою $t_{\text{пр}}$ зв'язані залежностями

$$S = V_T \cdot t_{\text{ов}} = V_T (24 - t_{\text{пр}}). \quad (1.2)$$

Зміна середньодобового пробігу дорівнює $\Delta S = S - S'$, у тому числі:

- від збільшення або зменшення технічної швидкості ΔV_T в порівнянні з базовим (порівнюваним) періодом
-

$$\Delta S_v = \Delta V_T \cdot t'_{\text{ов}}, \quad (1.3)$$

- від збільшення або зменшення простою на станціях $\Delta t_{\text{пр}}$

$$\Delta S_T = \Delta t_{\text{пр}} \cdot V_T, \quad (1.4)$$

де позначення без знаку (') - у базовому періоді, зі знаком (') - в аналізованому періоді.

Середньодобовий пробіг локомотива являє собою суму середньодобового пробігу в кожному виді роботи - у голові поїздів, у подвійній тязі й одиночному слідуванні

$$S = S_{\text{гол}} + S_{\text{вт}} + S_{\text{од}} . \quad (1.5)$$

Питома вага кожного роду роботи пропорційна технічній швидкості й часу в русі в цих видах роботи

$$S_i = V_{T_i} \cdot t_{\text{рух}_i} . \quad (1.6)$$

Використовуючи наведені вище залежності, визначається вплив на середньодобовий пробіг всіх елементів бюджету часу локомотива - технічної швидкості, дільничної (через аналіз простою на проміжних станціях), часу простою на станційних коліях і коліях локомотивного депо, часу перебування локомотива в русі.

Встановлюється також зміна середньодобового пробігу від співвідношення видів роботи: транзитного й місцевої (поїзного й вивізного рухів), роботи в голові поїздів, других локомотивів у подвійній тязі й по системі багатьох одиниць, пробігу локомотивів в одиночному слідуванні. Питома вага в середньодобовому пробігу визначається через коефіцієнти допоміжної й вивізної роботи, рівні частці локомотивного парку, що обслуговує кожний вид роботи, і їхня зміна в розглянутих періодах:

- для одиночного слідування й подвійної тяги

$$\Delta S_{od} = \frac{S'}{\beta_{od} - \beta'_{od}} \text{ і } \Delta S_{дв} = \frac{S'}{\beta_{дв} - \beta'_{дв}}, \quad (1.7)$$

- для вивізної роботи

$$\Delta S_{\epsilon} = \frac{S'}{K_a - K'_{\epsilon}}. \quad (1.8)$$

Для використання надалі, у поточному аналізі визначається зміна середньодобового пробігу, що доводиться на один відсоток зміни роду роботи.

1.6 Експлуатація локомотивів на закордонних залізницях

Практично на всіх залізницях закордонних країн локомотиви експлуатуються на ділянках обігу значної довжини - до 2000 км і їхнє обслуговування здійснюється змінними бригадами.

Майже всі локомотиви (90%) обслуговуються машиністами без помічників, 10% помічників з числа машиністів — учні машиністів. Варто врахувати, що поїзд на залізницях США обслуговують кондуктор і два гальмових кондуктори, один із яких, названий головним, їде на локомотиві. Довжина ділянок обслуговування (роботи) бригад у середньому становить приблизно 225 км, але в окремих випадках досягає 450-480 км. Максимальна тривалість роботи бригад становить 12 годин. Відпочинок бригади перед виходом на роботу повинен бути не менш 8 годин.

Технічне обслуговування здійснюється в майстернях на кінцевих станціях протягом 7-9 годин. Для водіння поїздів застосовують три, чотири, іноді навіть шість тепловозних секцій (електрифікованих залізниць у США мало), керованих по системі багатьох одиниць.

При складанні графіка експлуатації локомотива за критерій оптимальності приймають мінімум резервних пробігів. Місячний пробіг поїзного локомотива становить 8000-12000 км, час у русі, - близько 60% від часу перебування в експлуатованому парку. Для підтримки локомотивів у справному стані у веденні доріг (Південної, Міссурі Пасифік і ін.) перебувають ремонтні майстерні й ремонтні заводи (до двох-трьох заводів на дорозі).

На залізницях США функціонують інформаційні системи для керування технічним обслуговуванням і експлуатацією локомотивів на базі ЕОМ дорожніх обчислювальних центрів (ДОЦ). Щодня ДОЦ видає список локомотивів - кандидатів у ремонт із вказівкою порядку й місця надходження локомотива в ремонт, у діалоговому режимі повідомляється місце знаходження й стан кожного локомотива.

На залізницях США й Канади, а також Німеччини, Англії, Швеції й інших західноєвропейських країн широко практикують відправлення поряд з великоваговими поїздами неповновагих составів, що рухаються при необхідності по кружних залізничних напрямках, обслуговування одними локомотивами і вантажних і пасажирських поїздів, створюються значні резервні парки локомотивів (до 25% середньодобової потреби).

Велике значення приділяється питанню ущільнення норм на обслуговування, приймання й здачу локомотивів при зміні бригад. На деяких дорогах Англії на зміну бригад втрачається 2 хвилини, Японії - 2-5 хвилин.

На дорогах Німеччини, Польщі, Угорщини практикуються розробки добових і змінних планів роботи локомотивів і відповідні методи розрахунку парків, які приблизно мають таку ж форму й значення, як на дорогах України.

1.7 Постановка задач магістерської роботи

Основою безперебійної доставки вантажів є чітка робота всіх учасників перевізного процесу; при чому одним з головних факторів ефективного

виконання цього процесу є своєчасне забезпечення вантажовідправників вагонами для навантаження, а також локомотивами і локомотивними бригадами готових до відправлення поїздів. Як зазначалось в [10], рухомий склад українських залізниць характеризується значною фізичною та моральною зношеністю як вагонів, так і тягового рухомого складу. Це значною мірою впливає на своєчасність доставки, схоронність вантажу і в кінцевому результаті – на конкурентоспроможність залізниць на ринку транспортних послуг.

Враховуючи низькі темпи оновлення локомотивного парку України [11], проблема ефективного використання наявного парку локомотивів наразі є досить актуальною та потребує нових сучасних підходів до свого вирішення.

Проблемі ефективної організації та планування роботи локомотивів та локомотивних бригад присвячено досить багато наукових праць та досліджень, серед яких особливої уваги заслуговують роботи вчених Нестеренка С. І., Мухи Ю. О., Крючкової С. В., Некрашевича В. І., Кудряшева С. А., Ковалева В. Н. та ін. В часи глобальної та регульованої державою економіки, планування в основному зводилось до розробки графіків роботи локомотивних бригад на рік або на місяць з урахуванням тенденцій зміни обсягів перевезення [14]. Також були розроблені методики планування на 1...3 доби [15, 18], які розраховувались на основі звітних даних за попередній період і не враховували оперативний поїзний стан на мережі залізниць. Так, робота [19] присвячена оптимізації закріплення локомотивів та локомотивних бригад до поїздів за критерієм мінімальної тривалості знаходження локомотивів та бригад в пунктах обороту без урахування економічної складової. В роботі [21] наведена методика техніко-економічного порівняння варіантів ділянок та способів організації роботи локомотивних бригад (по приведених витратах). Відмічено, що організація роботи накладним способом з відпочинком в пункті обороту та повним використанням можливої безперервної тривалості роботи краще за все відповідає вимогам безпеки руху, дозволяє зменшити число поїздок та збільшити тривалість домашнього відпочинку бригад.

Розробки прогнозу на 3-6 годин стали можливими лише з появою сучасних обчислювальних машин з великим обсягом оперативної пам'яті. Проте необхідно зазначити, що навіть на даному етапі розвитку інформаційних технологій, достовірність оперативного прогнозу досить низька і не може бути використана для прийняття управлінських рішень диспетчерським персоналом. Окрім того, в сучасних автоматизованих системах, які використовуються на залізницях України, відсутні адекватні алгоритми технолого-економічного планування та управління роботою локомотивів і локомотивних бригад.

На даний час розрахунок необхідного числа локомотивних бригад та планування їх роботи виконується відповідальним працівником дирекції на добу вручну на основі даних про кількість поїздів, що будуть передані та прийняті по стиках дирекцій та залізниць, а також з урахуванням обсягів місцевої роботи. Ці дані передаються нарядчикам локомотивних депо, які співставляють необхідну кількість бригад із запланованим в депо числом явок на добу. Якщо ці величини не співпадають, нарядчик або викликає додаткові бригади або відмінює зайву кількість бригад. Моменти явок бригад визначаються згідно графіку руху поїздів з урахуванням виконання необхідних технологічних операцій з моменту виходу бригади на роботу до відправлення поїзда. Якщо кількість необхідних бригад менше максимального числа явок, то виклик бригад не планується на нитки графіка, які використовуються менше всього.

Обґрунтування вибору ниток графіку для планування явки бригади базується на аналізі частоти використання тієї чи іншої нитки. Проте, як показує практика, не є рідкістю випадки очікування поїздами локомотивних бригад і навпаки, що призводить до зростання експлуатаційних витрат, пов'язаних з простоем вагонів, збільшенням штату локомотивних бригад і, відповідно, до збільшення витрат на оплату праці бригад.

Виконаний аналіз показує, що більшість вантажних поїздів на мережі залізниць України відправляються не за нитками графіку, а по готовності составів, що визначає складність планування (в першу чергу - оперативного)

роботи як локомотивів, так і локомотивних бригад. Також необхідно звернути увагу на те, що наразі на залізницях України відсутня ефективна автоматизована система планування роботи локомотивів і бригад. Обслуговування составів в приймально-відправних парках та планування забезпечення їх локомотивами в основному відбувається за принципом «перший прийшов – перший відправився» з урахуванням норм пробігу між технічними оглядами ТО-2 та іншими видами обслуговування та ремонту локомотивів. Така система організації роботи тягового рухомого складу не сприяє зменшенню тривалості простою готових до відправлення составів поїздів в очікуванні подачі локомотива. Зношений рухомий склад потребує більшої кількості технічних оглядів та незапланованих ремонтів, що також негативно впливає на показник простою і, відповідно, збільшує строк доставки вантажів.

З метою підвищення ефективності використання локомотивного парку вантажного руху у дипломній магістерській роботі пропонується застосувати кільцевий спосіб обслуговування поїздів локомотивами. Для досягнення цієї мети необхідно забезпечити виконання технічного обслуговування локомотивам ВЛ11М/6 на пункті технічного обслуговування (слайд 8) ст.Запоріжжя 1.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Показники графіка руху поїздів

Експлуатаційна діяльність залізничного транспорту регламентується *графіком руху поїздів*, який поєднує роботу всіх підрозділів залізниць: станцій, локомотивних і вагонних депо, пунктів технічного огляду локомотивів і вагонів, енергодільниць, дистанцій сигналізації та зв'язку, колії та ін.

У Правилах технічної експлуатації залізниць України зазначено, що графік руху поїздів повинен забезпечувати: виконання плану перевезень пасажирів і вантажів; безпеку руху поїздів; найбільш ефективне використання пропускну й провізної спроможності дільниць і перероблювальної спроможності станцій; високопродуктивне використання рухомого складу; дотримання встановленої тривалості безперервної роботи локомотивних бригад; можливість виконання робіт по поточному утриманню колії, споруджень пристроїв СЦБ, зв'язку й електропостачання [16].

Графік - разова (однозначна) модель руху поїздів на дільниці, розроблена для строго певних параметрів і умов. Організація експлуатації локомотивів будується з урахуванням конкретного графіка руху, а сам графік руху повинен відбивати особливість експлуатації локомотивів: перегінні часи ходу, технологічні норми часу перебування локомотивів на сортувальних і дільничних станціях, а також на станціях оберту, екіпірування й технічного обслуговування, розрахункову масу й довжину поїзда.

Для підвищення директивної ролі графіка руху можна вводити на тривалий час поїзди постійного обігу, які будуть становити “ядро” графіка. Це дозволило б налагодити чіткий оборот локомотивів і роботу локомотивних бригад за строгим розкладом. Однак ряд учених і практиків, що займаються організацією експлуатаційної роботи залізниць, - А.К.Угрюмов, Г.И.Грошев, В.А.Кудрявцев, А.Д.Чернюгов і інші вважають, що в нинішніх умовах роботи залізниць перехід на твердий графік недоцільний і нездійсненний, тому

основним засобом керування перевезеннями на залізницях України повинна бути система оперативного планування, а графік руху повинен являти собою технологічну основу для планування перевізного процесу. Ряд вказівок його носить безумовно директивний характер, наприклад, розклад руху пасажирських поїздів, час відправлення збірних поїздів, оборот технологічних маршрутів. Розклад же руху вантажних поїздів здобуває директивний характер при призначенні останніх у обіг до даної доби (або на більш тривалий період) за оперативним планом.

З урахуванням цих основних положень організується експлуатація локомотивів, визначається потреба в рухомому складі. Рух поїздів строго за параметрами графіка забезпечує правильна організація й точне виконання технологічних процесів роботи станцій, тягових підстанцій, вагонних і локомотивних депо, пунктів технічного обслуговування рухомого складу й інших підрозділів.

Залежно від експлуатаційних умов, графіки руху поїздів діляться на одноколійні, двоколійні й багатокілійні; за співвідношенням розмірів руху в парному й непарному напрямках - на парні й непарні; за співвідношенням швидкостей руху поїздів різних категорій - на паралельні й непаралельні; за розташуванням поїздів попутного проходження - на звичайні, пачкові й пакетні. Тип графіка і його показники впливають на організацію експлуатації локомотивів, визначаючи, наприклад, простої локомотива в пунктах обороту чекаючи поїздів попутного й зворотного напрямків, простої по схрещенню, подачу локомотивів на технічне обслуговування й екіпірування, пропускну здатність перегонів і ін.

При складанні графіка руху поїздів передбачається відповідність інтервалів прибуття й відправлення поїздів зустрічного й попутного напрямків встановленим технологічним нормам стоянок локомотивів у пунктах обороту й на станціях зміни бригад. Так, наприклад, для виключення простоїв локомотивів чекаючи составів, інтервал між прибуттям у пункт

обороту поїздів зустрічного напрямку I_{np} повинен дорівнювати різниці між технологічними нормами стоянок локомотивів t_l і составів t_c :

$$I_{np} = t_l - t_c. \quad (2.1)$$

При різних технологічних нормах стоянок составів і локомотивів зустрічних напрямків необхідно прагнути до дотримання наступної залежності:

$$AI_1 = t_l^H + t_l^N + (t_c^H + t_c^N), \quad (2.2)$$

де A - ціле число;

I_1 - інтервал прибуття попутних поїздів, хв.;

t_l^H, t_l^N - технологічні норми стоянок відправляємих відповідно з непарними й парними поїздами локомотивів, хв.;

t_c^H, t_c^N - те ж саме составів, хв.

За графіком руху визначається максимальне число вантажних поїздів, що за умовами використання пропускної здатності можливо прокласти на графіку:

$$N_{\max} = \frac{(1440 - \sum T_c)}{T_p}, \quad (2.3)$$

де 1440 - число хвилин у добі (24·60);

$\sum T_c$ - частина доби (у хвилинах), зайнята пропуском пасажирських і збірних поїздів (залежить від числа пасажирських, збірних поїздів і коефіцієнта знімання - показника заняття перегону одним таким поїздом);

T_p - розрахунковий період графіка руху поїздів, тобто можливого інтервалу (у хвилинах) між попутним відправленням поїздів (залежить від довжини дільниці, що лімітує, середньої швидкості руху поїздів по цій дільниці й системи засобів зв'язку, тобто часу на зв'язок між роздільними пунктами дільниці).

Періодом графіка на одноколійних дільницях називають час заняття перегону повторюваною групою поїздів, на двоколійні при пакетному русі - інтервал між поїздами в пакеті, при непакетному - час заняття перегону одним поїздом.

Графік руху поїздів є основою програми для розрахунків на ЕОМ кількості локомотивів, локомотивних бригад і раціонального планування їхньої роботи. Експлуатація локомотивів повинна бути організована так, щоб безперебійно виконувалися всі “заявки” графіка руху з перевезення поїздів, забезпечувалися ефективне використання локомотивів і висока продуктивність праці локомотивних бригад.

2.2 Розрахунок показників використання локомотивів

Робота локомотивів дирекції здійснюється на основі плану економічного та соціального розвитку й фінансового плану, які розробляються з урахуванням встановлених довгострокових економічних нормативів і лімітів, норм використання локомотивів, витрат локомотивів, витрат палива, електроенергії, матеріалів і запасних частин, нормативів трудомісткості ремонту локомотивів і т.п.

У планах затверджуються наступні показники й нормативи.

Об'ємні (кількісні) показники:

- тонно-кілометри бруто загальні, у тому числі по видах руху (вантажне, пасажирське) у межах дільниць обслуговування локомотивними бригадами;

- сумарний пробіг всіх локомотивів депо;
- локомотиво-години маневрової роботи;
- локомотиво-години господарського руху;
- програма поточного ремонту й технічного обслуговування локомотивів і секцій МВРС по видах ремонту й серіям локомотивів, у тому числі для депо інших доріг і інших міністерств і відомств;
- експлуатований парк рухомого складу, у тому числі за видами руху й роботи (вантажна, пасажирська, маневрова й господарська робота), у межах обігу локомотивів.

Кількісні показники роботи локомотивів залежать від обсягу й виду перевезень, організації експлуатаційної роботи й технічного оснащення залізниці. Величини цих показників виступають основою для визначення парку локомотивів, програми ремонту, потреби в паливно-енергетичних ресурсах, чисельності працівників і експлуатаційних витрат.

Якісні показники:

- розрахункова, уніфікована, середня й критична маса поїзда;
- технічна, дільнична, ходова й маршрутна швидкості;
- середньодобовий пробіг локомотива;
- повний і експлуатаційний оборот локомотива;
- коефіцієнт потреби локомотивів;
- бюджет часу.

Поліпшення якості використання локомотивів дуже впливає на підвищення ефективності роботи локомотивного депо й у цілому залізниці, приводить до зниження собівартості перевезень і підвищенню продуктивності праці, скорочення потреби в розвитку пропускну й провізної спроможності дільниць залізниці, скорочення потреби в рухомому складі й коштах на його придбання й розвиток постійних пристроїв локомотивного господарства, зменшення чисельності контингенту працівників і т.д.

У зв'язку з переходом локомотивних депо на господарський розрахунок, самофінансування й самооплатність для них установлюється

державне замовлення, у яке входять наступні показники: виробництво непродовольчих товарів народного споживання в тисячах гривень; обсяг реалізованих платних послуг населенню в тисячах гривень; побутові послуги в тисячах гривень.

Будучи госпрозрахунковим підприємством, депо відповідає за невиконання своїх обов'язків і допущений брак у роботі.

Класифікацію показників використання локомотивів наведено на слайді 4.

2.2.1 Кількісні показники роботи локомотивів

Основними кількісними показниками плану залізничного транспорту, які визначають роботу локомотивів є пробіг локомотивів, робота локомотивів у локомотиво-годинах і тонно-кілометрах.

Пробіг локомотивів у локомотиво-кілометрах

Загальний пробіг локомотивів експлуатованого парку дирекції показує пробіг локомотивів у кілометрах за певний період часу, визначається по формулі:

$$\sum MS_{\text{л}}^{\text{заг}} = \sum MS_{\text{л}}^{\text{лін}} + \sum MS_{\text{л}}^{\text{ман}} + \sum MS_{\text{л}}^{\text{ум}}, \quad (2.4)$$

де $\sum MS_{\text{л}}^{\text{лін}}$ - лінійний пробіг локомотивів;

$\sum MS_{\text{л}}^{\text{ман}}$ - умовний пробіг маневрових локомотивів;

$\sum MS_{\text{л}}^{\text{ум}}$ - умовний пробіг за винятком маневрових локомотивів.

Лінійний пробіг локомотивів містить у собі:

$$\sum MS_{\text{л}}^{\text{лін}} = \sum MS_{\text{л}}^{\text{гол}} + \sum MS_{\text{л}}^{\text{дв}} + \sum MS_{\text{л}}^{\text{дон}}, \quad (2.5)$$

де $\sum MS_{\text{л}}^{\text{гол}}$ - пробіг локомотивів у голові поїздів;

$\sum MS_{\text{л}}^{\text{дв}}$ - пробіг інших локомотивів, які працюють по системі багатьох одиниць;

$\sum MS_{\text{л}}^{\text{доп}}$ - допоміжний лінійний пробіг локомотивів.

Пробіг локомотивів в голові поїздів визначається за звітними даними з маршрутів машиністів по формулі:

$$\sum MS_{\text{л}}^{\text{гол}} = \sum MS_{\text{л}}^{\text{поїзд}} + \sum MS_{\text{л}}^{\text{прим}} + \sum MS_{\text{л}}^{\text{зм}} + \sum MS_{\text{л}}^{\text{вив}} + \sum MS_{\text{л}}^{\text{пер}}, \quad (2.6)$$

де $\sum MS_{\text{л}}^{\text{поїзд}}$ - поїзні види перевезень (вантажні й пасажирські);

$\sum MS_{\text{л}}^{\text{прим}}$ - приміські перевезення;

$\sum MS_{\text{л}}^{\text{зм}}$ - змішані перевезення;

$\sum MS_{\text{л}}^{\text{вив}}$ - вивізні перевезення;

$\sum MS_{\text{л}}^{\text{пер}}$ - передатні перевезення.

Допоміжний лінійний пробіг локомотивів обчислюється як:

$$\sum MS_{\text{л}}^{\text{доп}} = \sum MS_{\text{л}}^{\text{дв}} + \sum MS_{\text{л}}^{\text{підш}} + \sum MS_{\text{л}}^{\text{один}}, \quad (2.7)$$

де $\sum MS_{\text{л}}^{\text{дв}}$ - пробіг локомотивів у подвійній тязі;

$\sum MS_{\text{л}}^{\text{підш}}$ - пробіг локомотивів у підштовхуванні;

$\sum MS_{\text{л}}^{\text{один}}$ - пробіг локомотивів в одиночному слідуванні.

Робота локомотивів у тонно-кілометрах

Розрізняють тонно-кілометри бруто вантажного й пасажирського руху й тонно-кілометри нетто експлуатаційні.

Тонно-кілометри брутто A_T – один з найважливіших показників, що характеризує перевізну роботу дирекції, визначається по даним маршрутів машиністів по формулі:

$$A_T = \sum 2 \cdot L_{об} \cdot N \cdot Q_{бр}^{cp}, \quad (2.8)$$

де $L_{об}$ - довжина дільниці обігу;

N - кількість пар поїздів;

$Q_{бр}^{cp}$ - середня маса состава брутто на дільниці обслуговування (роботи) локомотивних бригад на дільниці (або зоні) обігу, т.

Маса вантажу, що перебуває у вагонах вантажного поїзда, визначається по натурних листах, а при їхній відсутності - по вантажопідйомності вагонів.

З формули (2.8) видно, що при заданій роботі A_T збільшення середньої маси состава $Q_{бр}^{cp}$ приводить до скорочення кількості пар поїздів N і зниженню всіх експлуатаційних витрат на перевезення, пропорційно кількості пар поїздів, які обертаються на дільниці.

Тонно-кілометрову роботу розраховують за маршрутами машиністів в обчислювальних центрах дирекції залізниці і пересилають разом з іншими показниками в стандартній формі ЦО-2, за видами руху.

Робота локомотивів у локомотиво-годинах

Цей показник визначає обсяг роботи локомотивів дирекції за видами руху в годинах. Розраховується щомісяця в обчислювальному центрі дирекції за даними маршрутів машиністів. Робота в локомотиво-годинах показує скільки годин за певний проміжок часу локомотив перебував у роботі (за винятком ТО-2 і екіпірування).

2.2.2 Якісні показники роботи локомотивів

Швидкості руху

Ходова швидкість v_x - середня швидкість руху локомотива (поїзда) по перегону або ділянці L без урахування часу стоянок t_{cm} на проміжних станціях, на розгін та уповільнення t_{py} при зупинках, проходженні проміжних станцій і місць з обмеженням швидкості:

$$v_x = \frac{L}{t_\partial - \sum (t_{cm} + t_{py})}. \quad (2.9)$$

Технічна швидкість v_m - середня швидкість руху без урахування часу стоянок на станціях t_{cm} , але з урахуванням часу на розгін й уповільнення при зупинках, при обмеженні швидкості й на зупинки, не передбачені графіком руху:

$$v_m = \frac{L}{t_\partial - \sum t_{cm}}. \quad (2.10)$$

Дільнична швидкість v_∂ - середня швидкість руху між дільничними станціями:

$$v_\partial = \frac{L}{t_\partial}, \quad (2.11)$$

де L - довжина розглянутої ділянки, км;

t_∂ - загальний час перебування поїзда (локомотива) на ділянці (у русі й на всіх стоянках), год.

Підвищення дільничної швидкості приводить до росту продуктивності праці локомотивних бригад, збільшенню пропускної здатності залізничних ліній, скороченню капіталовкладень за рахунок вивільнення частини локомотивів.

При плануванні показників і оцінці використання поїзних локомотивів, швидкості руху можна визначити за даними звітності, складаємої на підставі записів у маршрутах машиніста.

Коефіцієнт дільничної швидкості $\gamma_y = \frac{v_y}{v_m}$ залежить від технічної оснащеності залізничної лінії й організації руху поїздів. Збільшення γ_y досягається подовженням дільниць безупинного пробігу поїздів, скороченням числа й тривалості зупинок на проміжних станціях.

Технічна швидкість залежить від тягових властивостей локомотива й можливостей їхнього використання (зняття обмежень швидкості руху по дільниці й при проходженні станцій, вибір оптимальних режимів керування локомотивом, використання кінетичної енергії поїзда, що рухається, і т.д.). Для забезпечення високої швидкості руху поїздів велике значення має зниження основного опору руху, що досягається утриманням вагонів і локомотивів у технічно справному стані й правильній підготовці состава до поїздки (закриття дверей і люків вагонів, регулювання гальм та ін.).

Таким чином, технічна й дільнична швидкості - це комплексні показники, що залежать від діяльності всіх служб: локомотивної, перевезень, вагонної, колії, зв'язку й ін. Технічна швидкість руху, що закладена в графік руху поїздів, визначається тяговими розрахунками для заданої маси поїзда, серії локомотива, типом вагонів і їхнім завантаженням.

Технічна швидкість, а виходить, і дільнична швидкість роблять досить істотний вплив на рівень маршрутної швидкості руху. Резервом її підвищення є збільшення довжини дільниць обігу локомотивів і дільниць обслуговування локомотивними бригадами, скорочення витрат часу на технічне обслуговування, екіпірування, приймання й здачу локомотивів.

Зростання швидкості руху приводить до скорочення необхідного експлуатованого парку локомотивів на

$$\Delta M_e = \frac{\sum MS_l^{piq}}{365 \cdot 24} \left(\frac{1}{v_m^3} - \frac{1}{v_m^\phi} \right), \quad (2.12)$$

де v_m^3 й v_m^ϕ - технічна швидкість відповідно задана й фактична, км/год.

Середньодобовий пробіг локомотивів

Середньодобовий пробіг - це лінійний пробіг, виконаний за добу локомотивами на дирекції в голові поїздів, при подвійній тязі й в одиночному слідуванні, віднесений до одного локомотива експлуатованого парку, без урахування локомотивів, задіяних на непоїзній роботі й підштовхуванні. Цей розрахунковий показник визначають розподілом лінійного пробігу всіх локомотивів без урахування локомотивів, задіяних на непоїзній роботі й підштовхуванні поїздів за добу (декаду, місяць) $\sum MS_l^{лін'}$, вимірюваного в локомотиво-кілометрах, на загальну витрату локомотиво-годин за той же період $\sum MT$:

$$S_l = \frac{24 \sum MS_l^{лін'}}{\sum MT}. \quad (2.13)$$

Оскільки вираз $\frac{\sum MT}{24}$ являє собою експлуатований парк локомотивів

без штовхачів і локомотивів, задіяних на непоїзній роботі, M'_e , то

$$S_l = \frac{\sum MS_l^{лін'}}{M'_e}. \quad (2.14)$$

Загальна витрата локомотиво-годин за певний період часу $\sum MT$ включає локомотиво-години в русі по дільницях і локомотиво-години простоїв на всіх станціях.

Середньодобовий пробіг можна визначити, знаючи час повного обороту Θ й довжину дільниці L , на якій обертаються локомотиви:

$$S_{\text{л}} = \frac{2L \cdot 24}{\Theta}. \quad (2.15)$$

Після деяких перетворень одержуємо формулу, що відбиває вплив елементів обороту локомотива на середньодобовий пробіг (слайд 7):

$$S_{\text{л}} = \frac{24}{\frac{1}{v_y} + \frac{t_{oc} + t_{ob} + t_{zm}}{L}} = \frac{24}{\tau_v + \tau_t}, \quad (2.16)$$

де $\tau_v = \frac{1}{v_y}$ - питома витрата часу для пересування локомотива на 1 км,

год/км;

$\tau_t = \frac{t_{oc} + t_{ob} + t_{zm}}{L}$ - питома витрата часу на простої локомотива в

основному депо t_{oc} , оборотних депо t_{ob} і у пунктах зміни бригад t_{zm} на 1 км виконаного пробігу, год/км.

Формула (2.16) може бути використана для аналізу роботи як окремих локомотивів, так і всього парку, що перебуває на дільницях роботи бригад у межах дирекцій залізниць, а також парку локомотивів, приписаних до депо. Підвищення $S_{\text{л}}$ можна досягти шляхом зниження τ_v і τ_t . Більший загальнотранспортний ефект досягається при зниженні τ_t . Це пов'язано з тим, що для зниження τ_v необхідне збільшення швидкості руху, а це можливо тільки при зростанні витрати енергії на тягу поїздів, зміні конструкції рухомого складу й пристроїв, що забезпечують безпеку руху.

Зниження τ_t досягається скороченням простоїв локомотивів і поїздів на проміжних станціях, у пунктах зміни бригад і в пунктах обороту локомотивів, що може бути забезпечено проведенням в основному організаційно-технічних заходів і вимагає, як правило, менших матеріальних витрат.

Показник “середньодобовий пробіг” враховує пробіг локомотивів при подвійній тязі та одиночному слідуванні (резервом). Це в певній мері знижує його об’єктивність з точки зору оцінки ефективності використання локомотивів, оскільки резервний пробіг локомотива - пробіг непродуктивний, хоча й неминучий для перевізного процесу.

Підвищення середньодобового пробігу локомотивів з S'_l до S''_l за рахунок скорочення простоїв зменшує витрати, пов’язані із простоями локомотивів, а також зменшує необхідний експлуатований парк локомотивів на величину

$$\Delta M_e = \frac{\sum MS_{л}^{лін'}}{S'_l} - \frac{\sum MS_{л}^{лін}}{S''_l}, \quad (2.17)$$

у відсотковому відношенні

$$\Delta M_e = 1 - \frac{S'_l}{S''_l} \cdot 100 \quad (2.18)$$

Якщо вивільнені локомотиви відставляють у запас, то відповідно їхній вартості скорочуються відрахування на капітальні та поточні ремонти. Ці скорочення представляють реальну річну економію

$$\Delta E = \Delta M_e C_{л} \alpha_{рен}^л, \quad (2.19)$$

де $C_{л}$ - ціна локомотива;

$\alpha_{рен}^л$ - реноваційні відрахування, %.

Збільшення середньодобового пробігу вивільняє частину локомотивів, забезпечує зріст продуктивності праці локомотивних бригад, дозволяє краще використовувати основні засоби, зменшує експлуатаційні витрати, пов'язані з перевезеннями вантажів, і, в остаточному підсумку, підвищує рентабельність локомотивного господарства й ефективність перевізного процесу.

Найважливішими організаційно-технічними заходами щодо збільшення середньодобового пробігу локомотивів є: подовження діляниць обігу локомотивів (безвідчипного пробігу з поїздами), подовження діляниць роботи локомотивних бригад, поліпшення планування поїзної роботи й оперативного керівництва рухом поїздів, удосконалювання плану формування й графіка руху поїздів, технологічних процесів обробки вагонів і підготовки їх до рейсу, тобто скорочення часу стоянок для технічних потреб.

Середня маса поїзда

Середня маса вантажного поїзда встановлюється для кожної ділянки обігу окремо в парному й непарному напрямках. Розрізняють середню масу поїзда брутто (маса вантажу й тари вагонів) і нетто (маса вантажу). Середня маса поїзда брутто:

$$Q_{cp} = \frac{\sum PL_{\pi}}{\sum MS_{\pi}^{2\pi}}, \quad (2.20)$$

де $\sum PL_{\pi}$ - вантажопотік, т·км брутто;

$\sum MS_{\pi}^{2\pi}$ - пробіг локомотивів в голові поїздів.

Відношення фактичної середньої маси поїзда брутто Q_{cp}^{ϕ} до розрахункової маси поїзда на даній ділянці Q_{bp} , встановленої тяговими розрахунками з урахуванням наявних обмежень по нагріванню електричних

машин електровоза (тепловоза), по довжині прийомовідправних колій станції й ін., називається *коефіцієнтом використання сили тяги локомотива*.

Якщо $\sum PL_n$ задається в т.км.нетто, то маса поїзда виразиться в т.нетто.

Розрахункову масу состава брутто вантажного поїзда $Q_{\text{бр}}$ як норму в графіку руху поїздів встановлюють залежно від характеру профілю колії заданої ділянки:

- за розрахунковим підйомом i_p при русі поїзда з рівномірною швидкістю

$$Q_{\text{бр}} = \frac{F_{\text{кр}} - P(\omega'_0 + \omega_i)}{\omega''_0 + \omega_i}; \quad (2.21)$$

- за найскладнішим підйомом при русі з невстановившоюся швидкістю з урахуванням використання кінетичної енергії поїзда

$$Q_{\text{кін}} = \frac{F_{\text{кр.ср}} - P[(\omega'_{0\text{ср}} + \omega_{iT}) - 4,17(v_n^2 - v_k^2)/S_T]}{\omega''_{0\text{ср}} + \omega_{iT} - 4,17(v_n^2 - v_k^2)/S_T}, \quad (2.22)$$

де $F_{\text{кр}}$, $F_{\text{кр.ср}}$ - сили тяги локомотива відповідно розрахункова при встановленій розрахунковій швидкості v_p на розрахунковому підйомі й середня в інтервалі швидкостей v_n і v_k (значення v_p й $F_{\text{кр}}$ регламентуються правилами тягових розрахунків);

P - розрахункова маса локомотива;

ω'_0 , ω''_0 , $\omega'_{0\text{ср}}$, $\omega''_{0\text{ср}}$ - питомі опори локомотива й состава (вагонів) відповідно при розрахунковій швидкості v_p й середньої $(v_n + v_k)/2$;

ω_i , ω_{iT} - опори від підйому відповідно розрахункового й найскладнішого;

v_n, v_k - швидкості руху відповідно при підході до підйому й наприкінці його;

S_T - довжина найскладнішого підйому.

Маса поїзда, розрахована по наведених формулах, називається *критичною*, тому що вона обмежується тяговими можливостями локомотива або надійністю зчеплення коліс локомотива з рейками. Критичну масу перевіряють у дослідних поїздах.

Якщо характер профілю колії не дозволяє визначити розрахунковий підйом i_p або найскладніший i_t , то масу состава вантажного поїзда знаходять методом підбора. Для цього вибирають підйом i , менший, чим i_t , і розраховують по ньому масу по наведеній вище формулі. Потім аналітичним або графічним методом перевіряють можливість проведення состава масою Q_{op} по елементу профілю колії i_t з урахуванням використання кінетичної енергії состава. Перевірка може полягати в побудові або розрахунку довжини ділянки S з підйомом i_t , наприкінці якого состав буде мати швидкість v_k , рівну розрахункової v_p для даної серії локомотива, і порівнянні отриманої довжини S з довжиною заданого підйому S_T . Повинна виконуватися умова

$$S_T \leq S = \frac{4,17(v_k^2 - v_n^2)}{(f_k - \omega_0) - \omega_{iT}}, \quad (2.23)$$

де $(f_k - \omega_0)$ - середня питома прискорювальна сила, що діє на поїзд у межах інтервалу швидкостей від v_n до v_k .

Розрахункова маса поїзда перевіряється по обмеженнях: на рушання з місця, по корисній довжині прийомовідправних колій і по нагріванню

електричних машин локомотива. Для перевірки на рушання з місця визначається максимальний підйом $i_{тр}$, на якому можливе рушання з місця поїзда розрахованої маси:

$$i_{тр} = (F_{тр} / Q_{бр}) - \omega_{тр} - \omega_r, \quad (2.24)$$

де $F_{тр}$ - сила тяги локомотива при рушанні з місця (визначається по тяговій характеристиці локомотива);

$\omega_{тр}$ - питомий опір состава при рушанні з місця на площадці;

ω_r - опір від кривої, що збігає з $i_{тр}$.

Довжина поїзда $l_{п}$ прийнятої маси не повинна перевищувати корисної довжини прийомовідправних колій $L_{ст}$:

$$L_{ст} \geq l_{п} = l_c + n_{л} l_{л} + 10, \quad (2.25)$$

де $l_c, l_{л}$ - довжини відповідно состава й локомотива, м;

$n_{л}$ - число локомотивів у поїзді.

При розрахунках з обмеженням по нагріванню електричних машин визначається температура тягових електродвигунів локомотивів, а також тягових генераторів тепловозів. Найбільш припустима температура нагрівання електричних машин при ізоляції класу В приймається 120°C , при ізоляції класу Н - 160°C .

Чим більше навантаження (струм) і час роботи електричних машин локомотива, тим більше буде температура частин, що нагріваються. До

значного перегріву приводить рух зі зниженою швидкістю (великий струм) на підйомах. Особливо небезпечне падіння швидкості нижче розрахункової при повній реалізації потужності. Струм електричних машин електровозів підвищується також при зниженні напруги в контактній мережі.

Перегони й дільниці залізничних ліній мають різний профіль колії, отже, даний тип локомотива при повному використанні його потужності може вести на різних дільницях состави різної маси. Однак зміна маси состава перед кожним новим перегоном або дільницею зовсім недоцільно й практично неможливо (крім збірних поїздів), тому для поїздів, що обертаються між станціями формування, установлюють уніфіковану (єдину) норму маси поїзда. Вона встановлюється по найскладнішому перегону, а потім за рахунок використання економічно доцільних заходів може бути підвищена до оптимальної величини. До таких заходів можна віднести застосування на окремих дільницях підштовхування, подвійної тяги, використання більш потужного локомотива, скасування зупинки перед керівним підйомом, зняття обмежень швидкості для накопичення кінетичної енергії поїзда й ін. Техніко-економічну оцінку обраних заходів дають на підставі аналізу профілю колії кожної дільниці й тонно-кілометрової діаграми $Q-S$. Діаграма показує розрахункову масу поїзда для кожної дільниці й дозволяє визначити необхідну величину збільшення цих норм до обраної уніфікованої, а потім на підставі аналізу профілю колії окремих дільниць намітити відповідні заходи для забезпечення уніфікованої норми.

В зв'язку з уніфікацією маси поїздів, що рухаються по тому або іншому напрямку, для локомотивів даного депо встановлюють дві норми: уніфіковану масу (графікову) для маршрутних поїздів і критичну для місцевих. Перевищення критичної маси не повинно допускатися, тому що це приводить до псування тягових електричних двигунів.

Економічний ефект від підвищення маси поїзда на ΔQ

$$\Delta \mathcal{E} = \Delta N L e_{пкм} + \Delta M S_{л}^{эл} e_{лкм} - \Delta Q e_Q, \quad (2.26)$$

де $e_{пкм}$ - вартість одного поїздо-кілометра, грн.;

$e_{лкм}$ - вартість одного локомотиво-кілометра, грн.;

e_Q - вартість формування поїзда, віднесена до 1 т його маси, грн.

Підвищити середню масу вантажних поїздів можна, насамперед, за рахунок: застосування раціональних режимів водіння поїздів; зменшення неповновагих і неповносоставних поїздів; зменшення основного опору руху поїздів; умілого використання кінетичної енергії поїзда; подовження станційних колій для приймання, формування й відправлення поїздів. Останнє вимагає значних капіталовкладень; перші чотири заходи в основному носять організаційно-технічний характер і ґрунтуються на вдосконаленні експлуатації локомотивів, підвищенні кваліфікації й відповідальності локомотивних і ремонтних бригад, вагонників, працівників служб експлуатації, станцій і ін.

При обмеженій пропускній здатності залізничної лінії маса поїзда може задаватися як *директивна норма* $Q_{бр}^{дир}$, обумовлена за заданим планом перевезень Γ :

$$Q_{бр}^{дир} = \frac{\Gamma(1 + a_{cp} / \beta_3)}{365N\gamma'_0}, \quad (2.27)$$

де N - пропускна здатність залізничної лінії, пари поїздів;

γ'_0 - коефіцієнт неповновагості состава.

Працівники локомотивного господарства повинні проводити заходи, що забезпечують ефективне й надійне водіння поїздів директивної маси.

Вибір заходів визначається співвідношеннями між критичною $Q_{кр}$, уніфікованою $Q_{ун}$ й директивною $Q_{дир}$ масами поїзда.

Якщо $Q_{кр} > Q_{бр}^{дир} > Q_{ун}$, то по локомотивному господарству досить проведення в основному організаційних заходів: поліпшення якості технічного обслуговування й ремонтів локомотивів, укріплення пунктів технічного обслуговування, підвищення кваліфікації локомотивних бригад, установлення раціональних технологічних карт водіння поїздів. Якщо $Q_{кр} < Q_{бр}^{дир} > Q_{ун}$, то, крім зазначених заходів, треба по можливості більш широко використовувати кінетичну енергію состава для подолання важких діляниць профілю за рахунок скасування зупинок перед важкими підйомами, зняття обмежень швидкості руху поїздів, застосовувати штовхачі, подвійну тягу, вводити нові, більш потужні локомотиви й т.п.

Середньодобова продуктивність локомотивів дирекції

Середньодобова продуктивність локомотивів – основний показник використання локомотивів. Середньодобовою продуктивністю локомотива $W_{л}$ прийнято вважати кількість тонно-кілометрів брутто, що доводяться в середньому за добу на один локомотив експлуатованого парку. Цей показник визначають по формулі:

$$W_{л} = \frac{\sum NLQ}{M'_e}, \quad (2.28)$$

де $\sum NLQ$ - загальні т·км брутто з урахуванням одиночно слідуючих локомотивів;

M'_e - експлуатований парк, включаючи одиночно слідуючі локомотиви, зайняті на підштовхуванні, що працюють кратною тягою й по системі багатьох одиниць.

На середньодобову продуктивність локомотивів впливають найважливіші показники їхнього використання: маса поїзда, середньодобовий і допоміжний пробіги локомотивів. Таким чином, цей показник є узагальнюючим й характеризуючим якість роботи депо. Для виявлення резервів збільшення продуктивності локомотивів розрахунок її ведеться по розгорнутій формулі:

$$W_l = \frac{Q_{cp} S_l (1 - \beta_{\partial\partial} - \beta_{od} - \beta_{kp}) (1 - \mu_m)}{1 - \alpha_{od}}, \quad (2.29)$$

де Q_{cp} - середня маса состава вантажного поїзда брутто, т;

S_l - середньодобовий пробіг локомотива, км;

$\beta_{\partial\partial}$ - коефіцієнт подвійної тяги, обумовлений як відношення пробігу локомотивів (у локомотиво-км) при подвійній тязі до загального лінійного пробігу;

β_{od} - коефіцієнт одиночного слідування, обумовлений як відношення пробігу локомотивів при одиночному слідуванні до загального лінійного пробігу;

β_{kp} - коефіцієнт кратної тяги, обумовлений як відношення пробігу локомотивів, що працюють по системі багатьох одиниць, до загального лінійного пробігу;

μ_m - коефіцієнт підштовхування, що визначається як відношення кількості локомотивів, зайнятих на підштовхуванні, до експлуатованого парку з урахуванням штовхачів;

α_{od} - частка річного вантажообігу брутто, освоєна поодинокими наступними локомотивами в загальному вантажообігу.

У всіх розрахунках коефіцієнтів β пробіги штовхачів не враховуються.

Вираз

$$\frac{(1 - \beta_{\text{дв}} - \beta_{\text{од}} - \beta_{\text{кр}})(1 - \mu_m)}{1 - \alpha_{\text{од}}} = \psi_{\text{л}} \quad (2.30)$$

являє собою коефіцієнт продуктивності локомотива.

З наведених виражень витікає, що продуктивність локомотива можна підвищити за рахунок збільшення середньої маси поїзда $Q_{\text{сп}}$, середньодобового пробігу $S_{\text{л}}$ й коефіцієнта продуктивності локомотива $\psi_{\text{л}}$ шляхом зниження коефіцієнтів допоміжної роботи β й μ_m . Підвищення продуктивності локомотива за рахунок збільшення маси поїзда ефективніше, ніж підвищення за рахунок збільшення середньодобового пробігу локомотива, тому що в першому випадку збільшення продуктивності веде не тільки до вивільнення певної кількості локомотивів, але й до скорочення кількості поїздів для освоєння заданих розмірів перевезень вантажів, до зниження питомої витрати палива або електроенергії.

Ефективне підвищення продуктивності локомотивів шляхом зниження пробігу локомотивів в одиночному слідуванні за рахунок удосконалення оперативного планування, регулювання локомотивного парку, раціонального розміщення й використання локомотивів, що перебувають чекаючи роботи. Зниження коефіцієнтів підштовхування, подвійної й кратної тяги також веде до підвищення продуктивності, але за умови збереження маси поїзда, що може бути забезпечене в цьому випадку за рахунок кращого використання потужності локомотивів, зменшення основного й додаткового опору руху, вибору оптимальних режимів ведення поїзда, у тому числі максимального використання кінетичної енергії поїзда, або за рахунок введення більш потужних локомотивів.

Відсоток несправних локомотивів

Відсоток несправних локомотивів характеризує, з одного боку, рівень організації ремонту й розвиток ремонтної бази, а з іншого боку - технічний стан і надійність локомотивів.

Наказом по Укрзалізниці встановлені середні норми деповського відсотка несправних локомотивів. Для електровозів він становить 6,2%, для тепловозів 8,5%.

$$a_{\text{заг}} = \frac{M_{\text{рем}}}{M_{\text{заг}}} \cdot 100, \quad (2.31)$$

де $M_{\text{рем}}$ - кількість локомотивів, які перебувають у ремонті;

$M_{\text{заг}}$ - загальна кількість локомотивів депо, які експлуатуються.

2.3 Підвищення ефективності використання локомотивного парку на дільниці Запоріжжя 1 – Запоріжжя Ліве – Синельникове 1 – Лозова

На ефективність використання локомотивного парку дирекції впливає чіткість і злагодженість роботи всіх служб залізничного транспорту. Від робітників колійного господарства залежить швидкість просування поїздів по дільницям і станціям, від робітників вагонного господарства – якість підготовки гальмівного устаткування вагонів а також час на випробування автогальм, який дуже часто не виправдано великий, від працівників СЦБ та зв'язку в великій мірі залежить безпека руху і т.д.

Дуже велику роль у підвищенні ефективності використання локомотивного парку відіграють працівники служби руху. Саме від них в великій мірі залежить дільнична швидкість, середньодобовий пробіг, середньодобова продуктивність локомотива, режим роботи локомотивних бригад.

Резервів для підвищення ефективності використання локомотивного парку дуже багато. Вважаємо, що можливе значне зменшення часу знаходження локомотивів на шляху прямування за рахунок якісного оперативного планування, скасування зупинок вантажних поїздів на дільничних станціях, обмежень швидкості і т.д.

Якісне й своєчасне планування дозволяє значно скоротити час перебування поїздів у дорозі, простої локомотивів на сортувальних станціях в очікуванні готовності поїздів. Вирішальна роль в оперативному плануванні належить черговому по дирекції й локомотивному диспетчеру.

Головною задачею оперативного планування є зменшення локомотивного парку, що знаходиться в роботі. Необхідно прагнути до виконання заданих розмірів руху якомога найменшою кількістю експлуатованих локомотивів.

Розглянемо використання локомотивів на дільниці Запоріжжя 1 – Запоріжжя Ліве – Синельникове 1 - Лозова.

На вказаній дільниці вантажні поїзди обслуговують локомотивами ВЛ8, ВЛ11, ВЛ11М6 (слайд 2) плечевим способом.

Визначимо потрібну кількість локомотивів для обслуговування всіх вантажних поїздів згідно Графіка руху поїздів, затвердженого державною адміністрацією залізничного транспорту України. Для цього складаємо розрахункові відомості роботи (форма ЦДЛ №1) локомотивів (слайди 5 та 6).

Складаючи відомості, передбачаємо найбільш раціональне використання локомотивів при забезпеченні заданих розмірів руху, для того, щоб простій локомотивів у пунктах обороту був по можливості найменшим.

Слід зазначити, що графік руху поїздів передбачає пропуск усіх без винятку пасажирських поїздів. Однак велика кількість пасажирських поїздів призначається в обіг тільки в літню пору, через день або по днях тижня. Тому величезне значення в керуванні експлуатацією локомотивів вантажного руху має оперативне планування.

За формулою

$$M_e = \frac{\sum MT}{24} \quad (2.32)$$

визначимо необхідну кількість локомотивів для обслуговування вантажних поїздів

- на дільниці Запоріжжя 1 – Синельникове 1

$$M_{e3C} = \frac{156:50 + 74:13 + 104:39 + 72:18}{24} = \frac{408}{24} = 17 \text{ локомотивів};$$

- на дільниці Синельникове 1 – Лозова

$$M_{eCL} = \frac{106:53 + 105:32 + 72:47 + 98:48}{24} = \frac{384}{24} = 16 \text{ локомотивів.}$$

Як бачимо, для обслуговування 23 пар поїздів на дільниці Запоріжжя 1 – Синельникове 1 потрібно 17 локомотивів на добу, а на дільниці Синельникове 1 – Лозова - 16 локомотивів на добу.

Отже, для обслуговування всіх вантажних поїздів на дільниці Запоріжжя 1 – Лозова (включаючи ст. Запоріжжя Ліве) плечевим способом необхідно 33 локомотиви на добу.

Визначимо загальний лінійний пробіг за добу всіх локомотивів

$$\sum MS_l^{lin} = 156 \cdot 23 \cdot 2 + 187 \cdot 17 \cdot 2 + 192 \cdot 6 \cdot 2 = 15838 \text{ км.}$$

Користуючись формулою (2.14) визначимо середньодобовий пробіг одного локомотиву

$$S_l = \frac{\sum MS_l^{lin}}{M_e} = \frac{15838}{33} \approx 480 \text{ км.}$$

Проаналізувавши складені розрахункові відомості роботи локомотивів, можна зробити висновок, що локомотиви більшу частину часу простоюють, що, безумовно, негативно впливає на якісні показники використання локомотивів. Відбувається невиправдане завищення потрібного

експлуатованого парку локомотивів. Витрачається високооплачуваний робочий час локомотивних бригад на здачу й приймання локомотива в депо.

Про яке ефективне використання локомотивів може йти мова, якщо більшу частину доби, а саме

$$t_{np} = \frac{\sum t_{oc} + \sum t_{об}}{M_e} = \frac{106:53 + 72:47 + 156:50 + 104:39}{33} = 13 \text{ год.}, 22 \text{ хв.}$$

локомотив стоїть на станції основного депо або у пункті обороту?

Оскільки локомотиви вантажного руху працюють на двох ділянках обертів і коефіцієнт транзитності потоку поїздів через станцію основного депо досить великий, пропонуємо використати для обслуговування вантажних поїздів на ділянці Запоріжжя 1 - Лозова кільцевий спосіб обслуговування. Цей спосіб дасть можливість скоротити час простою локомотивів по ст. Синельникове 1 та долати станцію основного депо без відчеплення поїзного локомотива від вантажного поїзда.

Складаємо розрахункові відомості роботи локомотивів на ділянці Запоріжжя 1 - Лозова з урахуванням безвідчепного прямування локомотивів з поїздами по ст. Синельникове 1 (слайд 9).

Як видно зі складених відомостей, вдалося скоротити час простою локомотивів з 441 години 9 хвилин до 321 години 9 хвилин, тобто на 1 годину 54 хвилини на кожний локомотив.

Визначимо необхідну кількість локомотивів для обслуговування тих самих поїздів запропонованим способом

$$M_{езл} = \frac{54:33 + 105:32 + 72:47 + 98:48 + 156:50 + 74:13 + 36:59 + 72:18}{24} = \frac{672}{24} = 28 \text{ лок.}$$

Парк експлуатованих локомотивів скоротився на п'ять локомотивів на добу. Оскільки ту саму роботу виконує менша кількість локомотивів, їх середньодобовий пробіг та середньодобова продуктивність зростають.

Середньодобовий пробіг буде складати

$$S_{\text{л}} = \frac{\sum MS_{\text{л}}^{\text{лин}}}{M_e} = \frac{15838}{28} \approx 565 \text{ км.}$$

Для перевірки розрахованих показників скористаємось формулою (2.17), за якою визначається зменшення необхідного експлуатованого парку локомотивів від підвищення середньодобового пробігу локомотивів за рахунок скорочення простоїв

$$\Delta M_e = \frac{15838}{480} - \frac{15838}{565} = 5 \text{ локомотивів,}$$

у відсотковому відношенні

$$\Delta M_e = 1 - \frac{480}{565} \cdot 100 = 15\%$$

Також, використовуючи графічний метод розрахунку необхідної кількості локомотивів, складаємо графік обороту локомотивів, у якому кількість горизонтальних рядків буде дорівнювати необхідній кількості локомотивів для обслуговування заданих розмірів руху (слайд 10).

Якщо вивільнені локомотиви відставляють у запас, то відповідно їхній вартості скорочуються відрахування на капітальні та поточні ремонти. Якщо припустити, що ціна одного локомотива дорівнює 6854 тисячам гривень, а реноваційні відрахування 18%, ці скорочення за формулою (2.19) представляють реальну річну економію

$$\Delta E = 5 \cdot 6854 \cdot 18 \cdot 10^{-2} = 6168,6 \text{ тисяч гривень.}$$

Такі перетворення в обслуговуванні поїздів локомотивами цілком можливі з мінімальними капіталовкладеннями, оскільки у всіх пунктах оборту існують пункти технічного обслуговування локомотивів.

2.4 Удосконалення оперативного аналізу використання локомотивного парку

Аналіз експлуатаційної роботи допомагає оцінити рівень забезпечення депо, дирекцією, дорогою, мережею державного плану перевезень, ефективність виконання місячних і добових норм експлуатаційної роботи, встановити причини відхилень від них, розкрити резерви й намітити конкретні дійові заходи з ліквідації недоліків, напрямку перебудови локомотивного господарства.

При аналізі використання локомотивів розглядаються окремо елементи, що входять у формулу обороту локомотива, оцінюються простої на станції основного й оборотного депо, тобто аналізуються добовий бюджет часу локомотивів, норми їхньої видачі до поїздів кожним депо, середньодобовий пробіг і продуктивність. Установлюється, як використалися локомотиви й на яких видах роботи, розбираються випадки відволікання їх на незакріплені дільниці обігу, розглядається якісна сторона організації руху поїздів: забезпечення повновагості й повносоставності, водіння поїздів підвищеної маси й довжини, здвоєних і строєних; визначається частка одиночного пробігу, підвищення якої вимагає утримання зайвого парку локомотивів.

При аналізі роботи локомотивних бригад виявляються втрати часу чекаючи роботи в депо приписки й у пунктах зміни, випадки нераціонального відрядження бригад у пункти обороту й повернення їх відтіля резервом (пасажирями).

Особлива увага приділяється питанню безпеки руху поїздів, вживанню діючих заходів з попередження проїздів забороняючих сигналів, аварій і катастроф.

Працівники диспетчерського апарата, у тому числі локомотивні диспетчери, повинні вміти оперативно аналізувати й оцінювати якість експлуатації локомотивів. Комплексним показником використання локомотивів є середньодобова його продуктивність у тонно-кілометрах брутто. Аналіз цього показника з оцінкою впливу різних факторів на його виконання дозволяє визначити якість використання локомотивів. Основним джерелом усякого аналізу є дані оперативної й статистичної звітності. Тому аналітична залежність продуктивності локомотивів від факторів, що впливають, встановлюється виходячи з існуючого (офіційно діючого) порядку обліку показників.

Вище продуктивність локомотива визначалася по формулі (2.29). Для оперативного аналізу пропонується використовувати наступний вираз:

$$\Delta W_i = k_{xi} \Delta x_i, \quad (2.33)$$

де ΔW_i - збільшення (або зменшення) середньодобової продуктивності локомотивів при зміні i -го фактора (Q_{cp} , $S_{\text{л}}$ або $\psi_{\text{л}}$) на величину Δx_i ;

k_{xi} - параметр впливу i -го фактора.

Загальне збільшення продуктивності локомотива

$$\Delta W = \sum^{\Phi} \Delta W_i, \quad (2.34)$$

де Φ - число факторів, що впливають на продуктивність локомотивів.

Величина параметра впливу може бути визначена по формулі

$$k_{xi} = \frac{dW}{dx_i} = \frac{d(Q_{cp} S_{\text{л}} \psi_{\text{л}})}{dx_i} . \quad (2.35)$$

Наприклад, параметр впливу маси поїзда на продуктивність локомотива дорівнює частинній похідній функції $W = Q_{cp} S_{\text{л}} \psi_{\text{л}}$ по Q_{cp} :

$$k_Q = \frac{d(Q_{cp} S_{\text{л}} \psi_{\text{л}})}{dQ_{cp}} = \frac{W}{Q_{cp}} . \quad (2.36)$$

Параметр впливу середньодобового пробігу локомотивів визначається як

$$k_S = \frac{d(Q_{cp} S_{\text{л}} \psi_{\text{л}})}{dS_{\text{л}}} = \frac{W}{S_{\text{л}}} . \quad (2.37)$$

Параметр впливу коефіцієнта продуктивності локомотивів

$$k_{\psi} = \frac{d(Q_{cp} S_{\text{л}} \psi_{\text{л}})}{d\psi_{\text{л}}} = \frac{W}{\psi_{\text{л}}} . \quad (2.38)$$

Визначимо вплив змін Q_{cp} , $S_{\text{л}}$ і $\psi_{\text{л}}$ на продуктивність локомотива W .

Таблиця 2.1 - Вихідні дані для розрахунку (планові показники й фактичне їхнє виконання)

Показник	Величина показника		Відхилення від плану
	планова	фактична	
Середньодобова продуктивність локомотивів, тис. т·км брутто	1500	1528	+28
Середня маса поїзда, т	3000	3070	+70
Середньодобовий пробіг локомотивів, км	600	590	-10

Коефіцієнт продуктивності локомотивів	0,83	0,84	+0,01
---------------------------------------	------	------	-------

Параметри впливу Φ факторів: $k_Q = 1500:3000 = 0,5$; $k_S = 1500:600 = 2,5$;
 $k_\psi = 1500:0,83 = 1800$.

Вплив змін на продуктивність локомотива:

а) середньої маси поїзда:

$$\Delta W_Q = 0,5 \cdot 70 = 35 \text{ тис. т} \cdot \text{км брутто};$$

б) середньодобового пробігу локомотивів:

$$\Delta W_S = 2,5 \cdot (-10) = -25 \text{ тис. т} \cdot \text{км брутто};$$

в) коефіцієнта продуктивності локомотива:

$$\Delta W_\psi = 1800 \cdot 0,01 = 18 \text{ тис. т} \cdot \text{км брутто}.$$

Загальна зміна продуктивності $\Delta W = 35 + 18 - 25 = 28$ тис.
т·км брутто.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

В базовому варіанті для обслуговування 23 пар вантажних поїздів на дільниці Запоріжжя 1 - Запоріжжя Ліве - Синельникове 1 - Лозова необхідно 33 локомотива на добу. З метою скорочення необхідної кількості локомотивів для виконання того самого обсягу роботи у дипломній магістерській роботі запропоновано впровадження кільцевого способу обслуговування поїздів локомотивами. В результаті впровадження проєктних рішень необхідна кількість локомотивів скоротилася до 28 на добу. Тривалість робочого часу локомотивних бригад скоротилася на 78,3 години за добу.

Для досягнення поставленої мети в дипломній магістерській роботі пропонується обладнати існуючий пункт технічного обслуговування локомотивів на ст.Запоріжжя 1 необхідним устаткуванням для виконання технічного обслуговування електровозам ВЛ11М6.

3.1 Розрахунки капітальних витрат

Розрахунки величини капітальних витрат зведемо в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 – Відомість капітальних витрат при обладнанні пункту технічного обслуговування локомотивів на ст.Синельникове 1

Показник	Загальні витрати, тис.грн
Вартість діагностичного комплексу	2805,78
Вартість програмного забезпечення	426,54
Вартість пісочних бункерів з арматурою (4 шт.)	2832,52
Вартість установки для заправки МОП	1284,21
Вартість додаткового устаткування	3132,74
Монтаж обладнання	5453,42
РАЗОМ	15935,21

Економічну доцільність обладнання існуючого пункту технічного обслуговування локомотивів на ст.Запоріжжя 1 для виконання ТО-2

електровозам ВЛ11М/6 визначаємо шляхом розрахунків показників загальної ефективності інвестицій: чистий дохід, чистий дисконтований дохід і строк окупності [9].

3.2 Розрахунок економії експлуатаційних витрат

Для економічного обґрунтування проєктних рішень необхідно визначити експлуатаційні витрати по кожному з варіантів.

Експлуатаційні витрати складаються з амортизаційних відрахувань та витрат на технічне обслуговування і ремонт обладнання.

Розрахуємо річні амортизаційні витрати на відновлення локомотивів за базовим та проєктним варіантами за формулою:

$$A_{\text{лок}} = \frac{M_e \cdot K_z \cdot a_{\text{лок}}}{100}, \quad (3.1)$$

де M_e - кількість експлуатуємих локомотивів;

K_z - залишкова вартість локомотива, (приймаємо 6854 тис.грн.);

$a_{\text{лок}}$ - норма амортизаційних відрахувань за рік (приймаємо 18%).

У базовому варіанті для забезпечення перевізного процесу використовується 33 електровози. Річні амортизаційні витрати складають:

$$A_{\text{лок}}^{\text{баз}} = \frac{33 \cdot 6854 \cdot 18}{100} = 40712,76 \text{ тис.грн.}$$

У проєктному варіанті кількість локомотивів для виконання того самого обсягу роботи скоротилася до 28. Річні амортизаційні витрати складають:

$$A_{\text{лок}}^{\text{np}} = \frac{28 \cdot 6854 \cdot 18}{100} = 34544,16 \text{ тис.грн.}$$

Розрахуємо річні амортизаційні витрати на відновлення споруд за проєктним варіантом за формулою:

$$A_c^{\text{np}} = \frac{K_c \cdot a_c}{100}, \quad (3.2)$$

де K_c - балансова вартість споруд;

a_c - норма амортизаційних відрахувань за рік (приймаємо 8%).

Балансова вартість споруд складається з вартості пісочних бункерів з арматурою, вартості установки для заправки МОП, вартості додаткового устаткування та вартості монтажу обладнання. Балансова вартість споруд дорівнює:

$$K_c = 2832,52 + 1284,21 + 3132,74 + 5453,42 = 12702,89 \text{ тис.грн.}$$

Тоді:

$$A_c^{\text{np}} = \frac{12702,89 \cdot 8}{100} = 1016,231 \text{ тис.грн.}$$

Розрахуємо річні амортизаційні витрати на відновлення діагностичного комплексу за формулою:

$$A_{\text{ок}}^{\text{np}} = \frac{K_{\text{ок}} \cdot a_{\text{ок}}}{100}, \quad (3.3)$$

де $K_{\text{ок}}$ - балансова вартість діагностичного комплексу та програмного забезпечення;

$a_{\text{ок}}$ - норма амортизаційних відрахувань за рік (приймаємо 50%).

$$A_{\text{дк}}^{\text{нр}} = \frac{3232,32 \cdot 50}{100} = 1616,16 \text{ тис.грн.}$$

Витрати на технічне обслуговування та ремонт локомотивів розраховуємо за формулою:

$$U_{\text{лок}} = \frac{M_e \cdot K_z \cdot u}{100}, \quad (3.4)$$

де M_e - кількість експлуатуємих локомотивів;

K_z - залишкова вартість локомотива, (приймаємо 6854 тис.грн.);

u - норма відрахувань на ТО і ремонт за рік (приймаємо 5%).

базовий варіант:

$$U_{\text{лок}}^{\text{баз}} = \frac{33 \cdot 6854 \cdot 5}{100} = 11309,1 \text{ тис.грн.}$$

проектний варіант:

$$U_{\text{лок}}^{\text{нр}} = \frac{28 \cdot 6854 \cdot 5}{100} = 9595,6 \text{ тис.грн.}$$

Витрати на технічне обслуговування та ремонт обладнання у проектному варіанті розраховуємо за формулою:

$$U_{\text{обл}} = \frac{K_{\text{обл}} \cdot u}{100}, \quad (3.5)$$

де $K_{\text{обл}}$ - балансова вартість обладнання, тис.грн;

u - норма відрахувань на технічне обслуговування та ремонт обладнання (приймаємо 5%).

Балансова вартість обладнання складається з вартості діагностичного комплексу, вартості програмного забезпечення, вартості пісочних бункерів з арматурою, вартості установки для заправки МОП, вартості додаткового устаткування та вартості монтажу обладнання. Балансова вартість обладнання дорівнює:

$$K_{обл} = 2805,78 + 426,54 + 2832,52 + 1284,21 + 3132,74 + \\ + 5453,42 = 15935,21 \text{ тис.грн.}$$

$$U_{обл}^{np} = \frac{15935,21 \cdot 5}{100} = 796,76 \text{ тис.грн.}$$

Розрахунок витрат на заробітну плату

Заробітна плата працівникам локомотивних бригад нараховується за погодинною формою оплати праці, що передбачає нарахування заробітної плати пропорційно відпрацьованому часу. За роботу у вечірній час (з 18:00 до 22:00) передбачена доплата у розмірі 20% від годинної тарифної ставки, та за роботу у нічний час (з 22:00 до 6:00) передбачена доплата у розмірі 40% від годинної тарифної ставки.

На кожному локомотиві працює локомотивна бригада, яка складається з машиніста електровоза та помічника машиніста.

Заробітну плату машиністів електровоза розрахуємо за формулою:

у денний час

$$З_{ден}^{маш} = C_{год}^{маш} \cdot \Phi_{ден}; \quad (3.6)$$

у вечірній час

$$З_{веч}^{маш} = C_{год}^{маш} \cdot \Phi_{веч} \cdot 1,2, \quad (3.7)$$

у нічний час

$$З_{ніч}^{маш} = C_{год}^{маш} \cdot \Phi_{ніч} \cdot 1,4, \quad (3.8)$$

де $C_{год}^{маш}$ - годинна тарифна ставка оплати праці машиніста (дорівнює 157,84 грн/год);

Φ - фонд робочого часу локомотивної бригади у денний, вечірній та нічний час відповідно.

Заробітну плату помічників машиніста розрахуємо за формулою:

у денний час

$$З_{ден}^{n/м} = C_{год}^{n/м} \cdot \Phi_{ден}; \quad (3.9)$$

у вечірній час

$$З_{веч}^{n/м} = C_{год}^{n/м} \cdot \Phi_{веч} \cdot 1,2, \quad (3.10)$$

у нічний час

$$З_{ніч}^{n/м} = C_{год}^{n/м} \cdot \Phi_{ніч} \cdot 1,4, \quad (3.11)$$

де $C_{год}^{n/м}$ - годинна тарифна ставка оплати праці помічника машиніста (дорівнює 123,81 грн/год);

Φ – фонд робочого часу локомотивної бригади у денний, вечірній та нічний час відповідно.

У базовому варіанті згідно з даними розрахункової відомості форми ЦДЛ 1 фонд робочого часу всіх локомотивних бригад за добу складає 310,9 годин. З них у денний час 136,4 годин, у вечірній час 76,2 годин та у нічний час 98,3 годин.

$$З_{ден}^{маш} = 157,84 \cdot 136,4 = 21529,4 \text{ грн.}$$

$$З_{веч}^{маш} = 157,84 \cdot 76,2 \cdot 1,2 = 14432,9 \text{ грн.}$$

$$З_{ніч}^{маш} = 157,84 \cdot 98,3 \cdot 1,4 = 21721,9 \text{ грн.}$$

$$З_{ден}^{n/м} = 123,81 \cdot 136,4 = 16887,7 \text{ грн.}$$

$$З_{веч}^{n/m} = 123,81 \cdot 76,2 \cdot 1,2 = 11321,2 \text{ грн.}$$

$$З_{ніч}^{n/m} = 123,81 \cdot 98,3 \cdot 1,4 = 17038,7 \text{ грн.}$$

Річні витрати на заробітну плату у базовому варіанті складуть:

$$З^{баз} = (З_{ден}^{маш} + З_{веч}^{маш} + З_{ніч}^{маш} + З_{ден}^{n/m} + З_{веч}^{n/m} + З_{ніч}^{n/m}) \cdot 365; \quad (3.12)$$

$$З^{баз} = (21529,4 + 14432,9 + 21721,9 + 16887,7 + 11321,2 + 17038,7) \cdot 365 = 37570,1 \text{ тис.грн.}$$

Згідно Закону України “Про збір та облік єдиного внеску на загальнообов’язкове державне соціальне страхування” сплачується єдиний соціальний внесок у розмірі 22%:

$$З_{ЕСВ}^{баз} = З^{баз} \cdot 22\%; \quad (3.13)$$

$$З_{ЕСВ}^{баз} = 37570,1 \cdot 22\% = 8265,42 \text{ тис.грн.}$$

У проектному варіанті згідно з даними розрахункової відомості форми ЦДЛ 1 фонд робочого часу всіх локомотивних бригад за добу складає 232,6 години. З них у денний час 102,4 години, у вечірній час 62,9 години та у нічний час 67,3 годин. Тоді:

$$З_{ден}^{маш} = 157,84 \cdot 102,4 = 16162,8 \text{ грн.}$$

$$З_{веч}^{маш} = 157,84 \cdot 62,9 \cdot 1,2 = 11913,8 \text{ грн.}$$

$$З_{ніч}^{маш} = 157,84 \cdot 67,3 \cdot 1,4 = 14871,7 \text{ грн.}$$

$$З_{ден}^{n/m} = 123,81 \cdot 102,4 = 12678,1 \text{ грн.}$$

$$З_{веч}^{n/m} = 123,81 \cdot 62,9 \cdot 1,2 = 9345,18 \text{ грн.}$$

$$З_{ніч}^{n/m} = 123,81 \cdot 67,3 \cdot 1,4 = 11665,4 \text{ грн.}$$

Річні витрати на заробітну плату у проектному варіанті складуть:

$$З^{np} = (16162,8 + 11913,8 + 14871,7 + 12678,1 + 9345,18 + 11665,4) \cdot 365 = 27972,5$$

тис.грн.

Єдиний соціальний внесок у проектному варіанті складе:

$$З_{ССВ}^{np} = 27972,5 \cdot 22\% = 6153,95 \text{ тис.грн.}$$

Загальні експлуатаційні витрати за рік складають:

базовий варіант:

$$E^{баз} = A_{лок}^{баз} + U_{лок}^{баз} + З^{баз} + З_{ССВ}^{баз}; \quad (3.12)$$

$$E^{баз} = 40712,8 + 11309,1 + 37570,1 + 8265,42 = 97857,4 \text{ тис.грн.}$$

проектний варіант:

$$E^{np} = A_{лок}^{np} + A_c^{np} + A_{ок}^{np} + U_{лок}^{np} + U_{обл}^{np} + З^{np} + З_{ССВ}^{np}; \quad (3.13)$$

$$E^{np} = 34544,2 + 1016,23 + 1616,16 + 9595,6 + 796,761 +$$

$$+ 27972,5 + 6153,95 = 81695,4 \text{ тис.грн.}$$

Річна економія експлуатаційних витрат складає:

$$\Delta E = E^{баз} - E^{np}; \quad (3.14)$$

$$\Delta E = 97857,4 - 81695,4 = 16162,04 \text{ тис.грн.}$$

3.3 Розрахунки показників економічної ефективності проєктних рішень

Строк окупності інвестицій без урахування вартості капіталу становить:

$$T_{ок} = \frac{15935,2}{16162,04} = 0,99 \approx 1 \text{ рік.}$$

Строк окупності інвестицій з урахуванням фактора часу являє собою часовий період від початку реалізації проєкту до моменту, коли чистий дисконтований дохід (ЧДД) стає позитивним.

Дисконтований строк окупності – це період часу, необхідний для відшкодування вартості інвестицій за рахунок теперішньої вартості майбутніх грошових надходжень.

Дисконтований строк окупності визначається за формулою:

$$ЧДД = \sum_{t=1}^T \Delta E a_t - \sum_{t=1}^T K_t a_t, \quad (3.15)$$

де ΔE - річна економія експлуатаційних витрат;

a_t – коефіцієнт дисконтування;

K_t – капітальні вкладення в проєкт;

t – номер часового інтервалу реалізації проєкту;

T – термін реалізації проєкту (у часових інтервалах).

Коефіцієнт дисконтування розраховуємо за формулою:

$$a = \frac{1}{(1+i)^t}, \quad (3.16)$$

де i – норма дисконтування (ставка дисконту), приймаємо 24%;

t – порядковий номер часового інтервалу отримання доходу.

$$a_0 = \frac{1}{(1+0,24)^0} = 1;$$

$$ЧДД_0 = 16162,04 \cdot 1 - 15935,21 \cdot 1 = 226,83 \text{ тис.грн.}$$

$$a_1 = \frac{1}{(1+0,24)^1} = 0,8064;$$

$$ЧДД_1 = 16162,04 \cdot 0,8064 = 13033,07 \text{ тис.грн.}$$

$$a_2 = \frac{1}{(1+0,24)^2} = 0,6504;$$

$$ЧДД_2 = 16162,04 \cdot 0,6504 = 10511,79 \text{ тис.грн.}$$

$$a_3 = \frac{1}{(1+0,24)^3} = 0,5245;$$

$$ЧДД_3 = 16162,04 \cdot 0,5245 = 8476,99 \text{ тис.грн.}$$

Результати розрахунків строку окупності з урахуванням фактора часу наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Розрахунки строку окупності з урахуванням фактора часу

Номер часового інтервалу	Капітальні вкладення K , тис.грн.	Річна економія, тис.грн.	Коефіцієнт дисконтування, a	Чистий дисконтований дохід, тис.грн.
0	15935,21	16162,04	1	226,83
1		16162,04	0,8064	13033,07
2		16162,04	0,6504	10511,79
3		16162,04	0,5245	8476,99
Всього:				32248,69

При капітальних витратах на обладнання існуючого пункту технічного обслуговування локомотивів на ст.Запоріжжя 1 для виконання ТО-2 електровозам ВЛ11М6 15935,21 тис.грн. відбувається економія експлуатаційних витрат у рік на 16162,04 тис.грн.

Строк окупності без обліку фактора часу складе 1 рік. Таким чином, впровадження проєктних рішень є економічно доцільним. Економічні показники наведено на слайді 11.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В розділі магістерської роботи «Підвищення ефективності використання локомотивного парку Запорізької дирекції залізничних перевезень» розглядаються потенційні небезпеки, що можуть вплинути на дослідника та робітників. Розробляються заходи по їх усуненню.

Вантажний фронт – це залізничний шлях, який служить для одночасного розвантаження чи навантаження декілька вагонів. Тому в Додатках розглядаються небезпеки при цих роботах.

У додатку А показаний аналіз потенційних небезпек. В Додатку Б розроблені заходи по усуненню загальних небезпек та небезпек виробничої санітарії та гігієни праці

В Додатку В зроблено розрахунок дослідження шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, напруженості праці, значення яких були заміряні в лабораторії дослідника.

В підрозділі з Охорони праці розглянуті питання з цивільного захисту.

4.1 Організація цивільного захисту на промисловому об'єкті

Цивільний захист (ЦЗ) на промисловому об'єкті (надалі - на об'єкті) організується з метою захисту персоналу об'єкта і населення, що проживає поблизу від нього, від надзвичайних ситуацій (НС) природного, техногенного і військового характеру.

Відповідальність за організацію й стан ЦЗ, за постійну готовність її сил і умов до проведення РІНР несе відповідальність начальник ЦЗ (НЦЗ) об'єкта – керівник підприємства, установи, організації.

Заступник начальника ЦЗ з евакуаційних заходів управляє розробкою плану на кожну можливу надзвичайну ситуацію, організовує підготовку місць для розміщення евакуйованих; управляє службою охорони цивільного

порядку й організовує перевезення робітників та службовців у райони розміщення й до місць роботи (на об'єкті).

Заступник НЦЗ з інженерно-технічної частини – головний інженер об'єкта – управляє розробкою плану переходу підприємства на особливий режим роботи, проводить заходи з метою підвищення стійкості роботи підприємства в умовах НС, управляє аварійно-технічної, протипожежної службами, а також службами притулків і вкриттів. Він же проводить технічне керування рятувальними й невідкладними аварійно-відбудовними роботами в районі нещастя, аварії, у зоні поразки.

До складу керівництва ЦЗ об'єкта входять також керівники цивільних організацій.

Штаб ЦЗ проводить захід щодо захисту працівників і службовців і забезпечує своєчасне оповіщення населення про погрозу або виникнення НС. Організовує й забезпечує безперервне керування ЦЗ. Розробляє план дій органів керування й сил ЦЗ об'єкта із застереженням і ліквідації НС, періодично змінюється й організовує його виконання. Організовує й контролює навчання працівників, що служать із ЦЗ й підготовки невоєнізованих формувань об'єкта.

На об'єкті залежно від характеру його виробничої діяльності створюються служби ЦЗ: оповіщення і зв'язки; медична; радіаційного й хімічного захисту; охорони цивільного порядку; протипожежна; енергопостачання й світломаскування; аварійно-технічна; притулків і вкриттів; транспортна; матеріально-технічного постачання й інші. На них покладає виконання спеціальних заходів і забезпечення дій формувань при проведенні РІНР.

ВИСНОВКИ

У розробленій магістерській роботі розглянута проблема підвищення ефективності використання локомотивного парку Запорізької дирекції залізничних перевезень. Наведені показники, за якими оцінюється ефективність використання локомотивів.

Проведено аналіз показників використання локомотивного парку Запорізької дирекції залізничних перевезень. Як захід з підвищення ефективності використання локомотивного парку пропонується застосування кільцевого способу обслуговування поїздів локомотивами на ділянці Запоріжжя 1 – Лозова (включаючи станцію Запоріжжя Ліве). В економічному обґрунтуванні доведена доцільність застосування кільцевого способу обслуговування поїздів. Оскільки цей спосіб дасть можливість при обслуговуванні вантажних поїздів суттєво, а саме на 5 одиниць на добу, скоротити необхідну кількість локомотивів для обслуговування вантажних поїздів. За рахунок раціональної прив'язки локомотивів до поїздів вдалося значно скоротити час непродуктивного простою локомотивів, зменшити кількість виконання ТО-2.

За рахунок зменшення експлуатованого парку локомотивів зменшилися капіталовкладення в основні фонди локомотивного господарства. Значно підвищився середньодобовий пробіг локомотивів. Зросла середньодобова продуктивність локомотивів.

Очікувана економія експлуатаційних витрат складає 16162,04 тисяч гривень на рік. Строк окупності складає 1 рік. Таким чином, впровадження проєктних рішень є економічно доцільним.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Айзинбуд С.Я., Кельперис П.И. Эксплуатация локомотивов. – М.: Транспорт, 1990. – 261 с.
2. Кочнев Ф.П., Сотников И.Б. Управление эксплуатационной работой железных дорог: Учеб. пособие для вузов. – М.: Транспорт, 1990. – 424 с.
3. Босов А.А., Гетьман Г.К., Мосендз А.И. Научные основы решения задач проблемы обновления локомотивного парка железных дорог Украины. – Днепропетровск: - Вега - 2004.
4. Кочнев Ф.П., Акулиничев В.М., Макарович А.М. Организация движения на железнодорожном транспорте: Учеб. для вузов. – М.: Транспорт, 1979. – 568 с.
5. Сметанин А.И. Техническое нормирование эксплуатационной работы железных дорог. – М.: Транспорт, 1984. – 380 с.
6. Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок на железнодорожном транспорте: Учеб. для вузов. Грунтов П.С., Дьяков Ю.В., Макарович А.М. и др. / Под ред. Грунтова П.С., – М.: Транспорт, 1994. – 543 с.
7. Повышение эффективности эксплуатации локомотивов и совершенствование их конструкции : Межвуз. сб. науч. тр. / Рост. ин-т инженеров ж.-д. трансп. ; Под ред. С.Я.Айзинбуда, ил. 20 см, Ростов н/Д РИИЖТ 1988. 171 с.
8. Левицкий А.Л., Сибаров Ю.Г. Охрана труда в локомотивном хозяйстве. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1989. – 216 с.
9. Экономика, организация и планирование локомотивного хозяйства/ Под ред. С.С.Маслаковой. – М.: Транспорт. – 1983. 359 с.
10. Вернигора, Р. В. Анализ простоев в ожидании поездных локомотивов на сортировочных станциях [Текст] / Р. В. Вернигора, Л. О. Ельникова // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – № 5/3(59). – С. 16-19.

11. Жуковицький, І. В. Створення нових можливостей АСК ВП УЗ із підтримки оперативного планування призначення локомотивів до складу вантажних поїздів [Текст] / І. В. Жуковицький, А. Б. Устенко, О. Л. Зіненко // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2011. – № 5. – С. 51-56.
12. Сотников И.Б. Эксплуатация железных дорог (в примерах и задачах). – М.: Транспорт, 1984. – 232 с.
13. Кудрявцев В.А., Ковалев В.И., Кузнецов А.П. и др. Основы эксплуатационной работы железных дорог: Учеб. пособие. М.: ПрофОбрИздат, 2002. – 352 с.
14. Нестеренко, С. И. Методика комплексного планирования работы локомотивных бригад депо на предстоящий планируемый год [Текст] / С. И Нестеренко// Сб. науч. тр. ДИИТ «Планирование и организация работы локомотивных бригад» – Д., 1980. – Вып. 213/13. – С. 10-28
15. Крюков, Н. Д. Автоматизация сменно-суточного планирования эксплуатационной работы дороги [Текст] / Н. Д. Крюков // Труды ВНИИЖТ. – М.: Транспорт, 1975. – Вып. 534. – 128 с.
16. Правила технічної експлуатації залізниць України. – Київ.: Транспорт України. – 2003. – 256 с.
17. Каретников А.Д., Воробьев Н.А. График движения поездов.– М.: Транспорт, 1984. – 164 с.
18. Воблова, Л. А. Оперативное управление работой локомотивов и локомотивных бригад с применением ЭВМ [Текст] / Л. А. Воблова, Т. И. Гончарова // Труды ВНИИЖТа. – М., 1980. – Вып. 632. – С. 109-119
19. Бархатный, В. Д. Выбор участков и способов организации работы локомотивных бригад [Текст] / В. Д. Бархатный, В. Д. Крюков // Труды ВНИИЖТ. – М.: Транспорт, 1974. – 36 с.
20. Некрашевич В.И. Использование поездных локомотивов в грузовом движении. Гомель: БелГУТ, 2001. 269 с.

21. Некрашевич, В. И. Автоматизация управления локомотивными парками [Текст] / В. И. Некрашевич, В. Л. Сальченко, В. Н. Ковалев // Железнодорожный транспорт. – 2000. – № 5. – С. 30-35.
22. Глущенко И.Н., Феоктистов В.А. Методика анализа эксплуатационной деятельности железной дороги и пути повышения эффективности и качества ее работы. – М.: ВЗИИТ, 1986. – 243 с.
23. Лазуткін М. І., Журавель М. О. Дослідження шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, важкості і напруженості праці : методичні вказівки до лабораторного заняття з дисципліни «Цивільний захист і охорона праці в галузі» : для студентів усіх спеціальностей та усіх форми навчання : Запоріжжя: ЗНТУ. Каф. ОП і НС,
24. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу. [На заміну ГН 3.3.5-8.6.6.1-2002 ; чинний від 2014-05-30]. К. : МОЗ України, 2014. 37 с. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14>. (Державні санітарні норми та правила)
25. ДСанПіН 3.3.2.007-98. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин. [Чинний від 1998-12-10]. К. : МОЗ України, 1998. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=2445>. (Державні санітарні правила та норми)

ДОДАТКИ

Додаток А

Аналіз потенційних небезпек

- наїзди залізничним транспортом на робітників та дослідника у разі неузгодження дій складачів поїздів з головним диспетчером та при самовільному русі вагонів;

- при розвантаженні сипучого вантажу з залізничних платформ чи хопперів можливо розсипання його, що призводить до травмування робітників. Пил такого вантажу також діє на дихальні шляхи робітників;

- можливе ураження робітників струмом від не ізольованих та пошкоджених кабелів крану, що може призвести до електричних травм;

- не достатнє освітлення ділянки, де відбувається вивантаження вантажу, призводить до не вірного розвантаження, спричиняє виникнення несприятливих ситуацій наїзд вагонів на робітників та інше);

- у холодну пору можливо переохолодження робітників та дослідника, що призведе до простудних захворювань та отримання лікарняного. В теплу пору може відбутися перегрів організму і як наслідок тепловий удар;

- для зберігання вантажу у критих складах необхідні механізовані способи вантажно-розвантажувальних робіт. Якщо вантаж доставляється у біг-бегах, скоріш усього розвантаження відбувається автовантажувачами. При підвісі біг-бегів на вили можливо їх обрив чи перекидання навантажувача, що призведе до травмування робітників;

- на складах можливо виникнення пожежі. Причиною виникнення не задовільнений нагляд за електроустаткуванням і проводами, опалювальними пристроями, що призводить до перевантажень, утворення іскор та загорання;

- при обробці статистичних даних на комп'ютері можливо виникнення шкідливих факторів санітарно-гігієнічного характеру такі як не задовільнено освітлення, порушення норм мікроклімату, підвищений шум та інше, що може визивати важкість та напруженість праці.

Додаток Б

Заходи по забезпеченню безпеки

Під час розвантаження сипучих матеріалів з хоперів необхідно, при відкритті люків, робітнику відійти на безпечну відстань щоб запобігти травмування. НПАОП 0.00-1.75-15. «Правила охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт».

Для виключення травмування під час навантажувальних робіт, запропоновано застосування спеціальних захватів, які дозволяють швидко й надійно кріпити біг-беги при навантажуванні та розвантаженні. Перед початком роботи стропальник перевіряє стан стропів, якими кріпиться до вил навантажувача. НПАОП 0.00-1.75-15. «Правила охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт».

Для запобігання ураження електричним струмом необхідно перед початком робіт ретельно перевіряти підводячі електричні кабелі кранів на стан пошкодження. В випадку пошкодження, негайно викликати службу по їх ремонту. ДСТУ 7237:2011 «Система стандартів безпеки праці. Електробезпека»

Заходи з виробничої санітарії та гігієни праці

Для захисту від пилу робітників необхідно застосовувати засоби індивідуального захисту. До таких відноситься застосування респіраторів. ДСТУ 7339:2011 «Системи стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту».

Для попередження переохолодження робітників необхідно забезпечити їх теплим одягом. А в теплу пору від перегріву – легкий одяг та мінеральну воду відповідно ДСТУ 7339:2011 «Системи стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту».

Для забезпечення нормативного рівня освітленості на майданчику навантаження передбачено обладнання освітленості в розмірі 30 лк відповідно ДБН В.2-5-28-2018 «Природне та штучне освітлення» . Робоче

освітлення розміщено на щоглах поза зоною майданчика. Для освітлення застосовуються прожектори типу ПЗС-35 з газорозрядними лампами ДРЛ-700.

Додаток В

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

Відповідно до додатків методичних вказівок [23], за витратами енергії, визначаємо категорію робіт для інженера лабораторії обладнаної ПК. Умови праці, за витратами енергії, не перевищують 140 Вт (90-120 ккал/год.) та повинні відповідати легким фізичним роботам – категорії 2а.

З додатків [23], відповідно до категорії робіт 2а, розряду зорових робіт Б-2 та виявлених показників умов та напруженості праці, визначаємо ГДК (ГДР) виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до стовпчика 4, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою».

Результати оцінювання за бальною шкалою

Фактор (показник)	Виміряні показники $P_{вим}$	Час дії $год.(хв.)$	ГДК, ГДР, показники, $P_{доп}$	$X_{визн}$ бали	Клас умов праці	X_i бали
1	2	3	4	5	6	7
Мікроклімат за ТНС-індексом, $t, ^\circ C$	29	10	22,0-25,1	4	3.4	4
Освітленість приміщення $E, лк$	150	9	200	—	3.1	1
Розряд і підрозряд зорових робіт, $З_{ор}$	Б-2	—	—	—	—	—
Рівень шуму $L, дБА$	109	6	80	—	3.4	3,00
Загальні енергозатрати організму, $Вт$	340	6	290	0,88	3.3	3
Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук)	61000	6	40000	1,14		
Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)	80	6	75	0,80		
Тривалість робочого дня, $год.$	9	9	8	0,19		

Для окремих факторів і показників за методикою визначеною «Гігієнічною класифікацією праці», визначаємо розрахункові коефіцієнти Хвизн та вносять їх значення до стовпчика 5, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

- для гігієнічної оцінки мікроклімату використовуємо ТНС-індекс, додаток Б [23]. Розрахунковий коефіцієнт Хвизн при оцінка мікроклімату визначаємо в балах, за формулою 7.1:

$$X_{визн} = \frac{1 \cdot t_1 + 2 \cdot t_2 + 3 \cdot t_3 + 4 \cdot t_4}{T} = \frac{4 \cdot 10}{10} = 4$$

для показників важкості та напруженості праці розрахункові коефіцієнти визначаються за основними та допоміжними показниками, що є характерними для конкретного робочого місця, за формулою 7.2:

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

$$X_{визн} = \frac{P_{вум} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{340 \cdot 6 \cdot 1,0}{8 \cdot 290} = 0,88;$$

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

$$X_{визн} = \frac{P_{вум} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{61000 \cdot 6 \cdot 1,0}{8 \cdot 40000} = 1,14;$$

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

$$X_{визн} = \frac{P_{вум} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{80 \cdot 6 \cdot 1,0}{8 \cdot 75} = 0,80;$$

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

$$X_{визн} = \frac{P_{вум} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{9 \cdot 9 \cdot 0,15}{8 \cdot 8} = 0,19;$$

Визначаємо клас та ступінь шкідливості умов праці для кожного з виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до стовпчика 6, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

- для мікроклімату, відповідно до значення розрахункового коефіцієнта $X_{визн} = 4$, з таблиці 7.2 [23] – 3 клас, 4 ступінь (3.4);

- при оцінці освітленості робочої зони приміщення, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до $P_{вим} = 150$ лк, за додатками Г та табл. Г.1 [23] – 3 клас, 1 ступінь (3.1);

- для гігієнічної оцінки рівня шуму, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до виміряного значення рівня шуму $P_{\text{вим}} = 109$ дБА, за додатками Д та табл. Д.1 [23] – 3 клас, 4 ступінь (3.4);

- клас і ступінь важкості та напруженості праці визначаємо як суму розрахованих балів усіх показників $X_{\text{визн}}$ за формулою 7.3 [23]:

$$X_{\text{сум}} = \sum_{i=1}^n X_i = 0,88 + 1,14 + 0,80 + 0,19 = 3,01$$

З таблиці 7.3 [23] за значенням суми розрахованих балів показників $X_{\text{сум}} = 3,01$ – 3 клас, 3 ступінь (3.3);

В результаті досліджень, відповідно до розрахунків, встановлено, що умови праці на робочому місці дослідника лабораторії обладнаної ПК належать до 3 класу, 4 ступеню.

Оскільки при гігієнічній оцінці виявлена наявність шкідливих та особливо шкідливих, важких та особливо важких умов праці, проводимо дослідження фактичного стану умов праці, з метою визначення розмірів доплат за ступені шкідливості факторів виробничого середовища та показників важкості та напруженості праці за бальною шкалою, та вносимо їх значення до стовпчика 7, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

- для оцінки впливу мікроклімату, виходимо з того що він відповідає 3 класу, 4 ступеню умов праці, а час його дії уже врахований, тому – $X_{\text{ст}} = X_i = 4$;

- при оцінці впливу освітленості, виходимо з того що вона відповідає 3 класу, 1 ступеню умов праці та діє протягом 9 годин, тому коректування не потрібно – $X_{\text{ст}} = X_i = 1$;

- для оцінки впливу шуму, виходимо з того, що його рівень відповідає 3 класу, 4 ступеню умов праці та діє протягом 6 годин, тому значення X_i визначаємо за формулою 7.4 [23]:

$$X_i = X_{cm} \cdot \frac{T}{8} = 1 \cdot \frac{4 \cdot 6}{8} = 3,00$$

- для оцінки впливу важкості та напруженості праці, виходимо з того що вони відповідають 3 класу, 3 ступеню умов праці, а час їх дії уже врахований, тому – $X_{ст} = X_i = 3$;

Для визначення конкретного розміру доплати, умови праці оцінюємо по сумі значень X_i , за формулою 7.5 [23]:

$$X_{факт} = \sum_{i=1}^n X_i = 4 + 1 + 3 + 3 = 11$$

Розмір доплати за умовами праці визначаємо в залежності від їх фактичного стану – $X_{факт} = 11$, на підставі Типового положення «Про оцінку умов праці на робочих місцях і порядок застосування галузевих переліків робіт, на яких можуть установлюватися доплати робітникам за умови праці», з таблиці 7.4 [23]. Розмір доплати до тарифної ставки (окладу) – 24 %.

На підставі результатів загальної гігієнічної оцінки умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності, а також дослідження фактичного стану умов праці робимо висновки та пропозиції:

1. Умови, важкості та напруженості праці на робочому місці дослідника лабораторії, згідно результатів досліджень, належать до 3 класу, 3 ступеню (особливо важкі та особливо шкідливі умови праці), що не відповідає вимогам Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» до даного робочого місця;

2. Відповідно до класифікації умови, важкість та напруженість праці на робочому місці дослідника належать до категорії 2а, тому необхідно привести ці умови у відповідність до нормативних значень, які відповідають оптимальним параметрам для категорії 2а, а саме:

- мікрокліматичні умови, за інтегральним показником теплового навантаження середовища - ТНС-індексом - 19,2-21,9°C;

- освітленість приміщення для роботи з дисплеями відповідає розряду зорових робіт Б-2, нормована загальна освітленість якого, на робочих столах – $E = 200$ лк;

- рівень шуму в робочій зоні дослідника – 80 дБА;

- загальні енергозатрати організму, до 232 Вт;

- стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук), до 40000;

- тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни), до 100%;

- тривалість робочого дня, 8 год.

3. Для приведення умов, важкості та напруженості праці до вищезазначених показників необхідно передбачити комплекс заходів які забезпечать нормалізацію умов праці, наприклад:

- для приведення мікрокліматичних умов до відповідності, необхідно забезпечити припливно-витяжну механічну вентиляцію та кондиціонування приміщення;

- для забезпечення нормованої освітленості приміщення яка відповідає розряду зорових робіт необхідно провести додаткові розрахунки та визначитися з потужністю ламп, типом ламп та світильників та їх раціональним розміщенням;

- для зниження рівня шуму в робочій зоні дослідника необхідно замість матричних принтерів застосувати лазерні; з метою зниження зовнішнього шуму замінити вікна на пластикові з трикамерним склопакетом;

- для зменшення загальних енергозатрат організму, необхідно скоротити тривалість робочого дня до 8 год

- для зменшення напруженості праці від стереотипних рухів за зміну при локальному навантаженні кистей рук та пальців необхідно передбачити перерви, не менш 15 хвилин, кожні 1-2 години;

- для зменшення тривалості зосередження уваги, необхідно скоротити тривалість робочого дня, передбачити додаткові перерви.

4. Якщо, з об'єктивних причин, вищезазначені заходи неможливо виконати, необхідно забезпечити доплати до тарифної ставки (окладу) за особливо шкідливі та особливо важкі умови праці, відповідно до таблиці 7.4 [23], у розмірі 24%