

**УПРАВЛІННЯ
КОЛІЙНИМ ГОСПОДАРСТВОМ
ЗАЛІЗНИЦЬ**

Підручник

Харків – 2015

**УПРАВЛІННЯ
КОЛІЙНИМ ГОСПОДАРСТВОМ
ЗАЛІЗНИЦЬ
Підручник**

Харків – 2015

УДК 656.07:625.1
ББК 39.211-08
У 677

Затверджено Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України як підручник для студентів вищих навчальних закладів (№1/11-4033 від 26.03.2012 р.)



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ
УКРАЇНИ**

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО
ТРАНСПОРТУ**

Рецензенти:

професори М.Б. Курган (ДНУЗТ),
О.М. Соболев (Національний університет
цивільного захисту України)

Авторський колектив:

Астахов В.М., Сушков В.Ф., Скорик О.О., Штомпель А.М.

Управління колійним господарством залізниць:
У 677 Підручник / В.М. Астахов та ін. – Харків: УкрДУЗТ,
2015. – 210 с., рис. 21, табл. 49.
ISBN 978-617-654-030-4

У підручнику розглядаються питання застосування
положень науки управління в колійному господарстві
залізниць.

Рекомендується для студентів спеціальності «Залізничні
споруди та колійне господарство» всіх форм навчання, а також
для слухачів факультету підвищення кваліфікації.

УДК 656.07:625.1
ББК 39.211-08

ISBN 978-617-654-030-4

© Український державний
університет залізничного
транспорту, 2015.

Підручник

Астахов Віктор Миколайович,
Сушков Валентин Федорович,
Скорик Олександр Олександрович,
та ін.

**УПРАВЛІННЯ КОЛІЙНИМ ГОСПОДАРСТВОМ
ЗАЛІЗНИЦЬ**

Відповідальний за випуск Штомпель А.М.

Редактор Ібрагімова Н.В.

Підписано до друку 07.04.15 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 9,5. Тираж 500. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейербаха, 7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

**УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

**В.М. Астахов
В.Ф.Сушков
О.О. Скорик
А.М. Штомпель**

**УПРАВЛІННЯ КОЛІЙНИМ ГОСПОДАРСТВОМ
ЗАЛІЗНИЦЬ**

Підручник

Харків 2015

УДК 656.07:625.1
ББК 39.211-08
У 677

Управління колійним господарством залізниць: Підручник / В.М. Астахов, В.Ф. Сушков, О.О. Скорик, А.М. Штомпель – Харків: УкрДУЗТ, 2015 – 210 с.

ISBN 

У підручнику розглядаються питання застосування положень науки управління в колійному господарстві залізниць.

Рекомендується для студентів спеціальності «Залізничні споруди та колійне господарство» всіх форм навчання, а також для слухачів факультету підвищення кваліфікації.

Іл. 21, табл. 49, бібліогр.: 53.

Рекомендовано Міністерством освіти та науки України як навчальний підручник для студентів вищих навчальних закладів (№1/11-4033 від 26.03.2012 р.)

Рецензенти:

професори Курган М.Б. (ДНУЗТ),
Соболь О.М. (Національний університет цивільного захисту України)

©Український державний
університет
залізничного транспорту, 2015

ЗМІСТ

Вступ.....	5
1. Загальні відомості про науку управління.....	6
1.1. Організаційні структури управління.....	11
1.2. Системний підхід до управління виробництвом (підприємством).....	15
2. Колійне господарство залізниць – об’єкт науки управління...	19
2.1. Конструкція залізничної колії – складна технічна система.....	20
2.2. Виробничі підприємства колійного господарства.....	25
2.3. Система функціонування залізничної колії.....	27
2.4. Критерії якості функціонування залізничної колії.....	31
2.5. Силове навантаження конструкції залізничної колії в сучасних умовах.....	36
3. Основні положення про систему управління колійним комплексом залізниць.....	48
3.1. Інженерна підготовка виробництва в колійному господарстві.....	49
3.2. Система підготовки управлінських рішень в колійному господарстві.....	53
4. Організаційна структура колійного комплексу залізниць.....	65
4.1. Основні положення управління.....	68
4.2. Оцінка структури управління колійним господарством...	71
4.3. Характерні риси структури управління дистанцією колії (ПЧ) і форми організації поточного утримання колії.....	77
4.4. Основні завдання колійної машинної станції (КМС) і її характеристика.....	88
4.5. Вибір раціональної організаційної структури.....	89
5. Технічний стан залізничної колії – головний об’єкт управління в колійному господарстві.....	92
5.1. Технічний стан залізничної колії та його види.....	92
5.2. Основні терміни та визначення для характеристики технічного стану колії.....	98
5.3. Ознаки технічного стану конструкції колії.....	102
5.4. Прогнозування технічного стану залізничної колії.....	111
6. Моделювання відмов у роботі елементів залізничної колії...	117

6.1. Математична модель накопичення вертикальних деформацій колії в процесі експлуатації.....	117
6.2. Математична модель накопичення деформацій колії у плані при напрацюванні тоннажу.....	122
6.3. Деформативність підрейкової основи безстикової колії.....	128
6.4. Деформативність підшпальної основи безстикової колії.....	133
6.5. Оцінка довговічності елементів проміжного пружного скріплення.....	137
6.6. Працездатність щебеневого баласту в процесі експлуатації.....	141
6.7. Технічний ресурс елементів рейко-шпальної решітки... ..	146
7. Технологія роботи керівника, рішення – основа управління..	150
7.1. Загальні положення.....	150
7.2. Стель роботи і культура керівника.....	155
7.3. Погляд на стратегію управління персоналом.....	160
7.4. Колійний майстер – організатор і вихователь виробничого колективу.....	168
7.5. Вплив стану залізничної колії на показники якості роботи залізниці.....	176
8. Управління технічним станом конструкції залізничної колії.....	186
8.1. Стратегічне управління технічним станом залізничної колії.....	186
8.2. Оцінка технічного стану конструкції залізничної колії на ділянці залізниці.....	189
8.3. Управління строком служби рейкових плітей безстикової колії.....	193
8.4. Управління технічним станом рейкових плітей безстикової колії.....	196
Бібліографічний список.....	205

ВСТУП

Однією зі складових транспортно-дорожнього комплексу країни є залізничний транспорт, який задовольняє існуючі потреби у вантажних і пасажирських перевезеннях.

Залізничний транспорт у своїй структурі передбачає наявність відповідних господарств, серед яких провідне місце займає колійне господарство. Це господарство являє собою певний виробничо-технологічний комплекс, основне завдання якого полягає в утриманні конструкції залізничної колії у справному технічному стані з метою забезпечення безпечного та безперебійного руху поїздів.

Системи колійного господарства підлягають певному управлінню, кінцева мета якого пов'язана з підвищенням ефективності його функціонування.

Зокрема управлінню в колійному комплексі підлягають:

- головний виробничий процес – технічне обслуговування конструкції залізничної колії;
- якість основної продукції – технічний стан конструкції колії протягом всього її «життєвого циклу».

Дисципліна «Управління колійним господарством залізниць» відносно недавно внесена до навчального плану спеціальності «Залізничні споруди та колійне господарство», що обумовлює недостатній обсяг відповідної навчальної літератури. Автори сподіваються, що цей підручник буде корисним для студентів і слухачів факультету підвищення кваліфікації спеціальності «Залізничні споруди та колійне господарство» всіх форм навчання.

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО НАУКУ УПРАВЛІННЯ

Наука управління стає визнаною на початку минулого сторіччя, коли Фредерік У. Тейлор в 1911 році оприлюднив свою працю «Принципи наукового управління», яка традиційно вважається початком розвитку управління як науки з самостійною сферою досліджень.

Розуміння того, що виробництвом (підприємством) можна і потрібно управляти системно для підвищення його ефективності, формувалося поступово. При цьому з'являлися певні напрями (школи) цієї науки:

- класична адміністративна школа – акцентує увагу на адміністративних методах управління;

- поведінкова школа (школа людських відношень) – базується на положенні, що для досягнення успіху (підвищення ефективності) головне значення має розуміння людських потреб і соціальної взаємодії в колективі;

- школа кількісного підходу – передбачає для обґрунтування управлінських рішень, що приймаються, застосування методик кількісних оцінок;

- школа системного й ситуаційного підходів – розглядає виробництво (підприємство) як відкриту систему, що складається з ряду взаємопов'язаних підсистем, а у якості ефективного методу управління визначає той, що більшою мірою відповідає конкретній виробничій ситуації.

Кожна з цих управлінських шкіл, безумовно, має право на існування, оскільки спрямована на підвищення ефективності виробництва (підприємства).

Управління – це особлива взаємодія між суб'єктом й об'єктом управління через існуючий (керуючий) зв'язок. Суб'єкт управління спрямовує об'єкту управління керуючі команди. Об'єкт управління після одержання цих команд функціонує у відповідності з ними.

Сутність керуючого зв'язку полягає в тому, що суб'єкт управління зацікавлений у певному виді функціонування об'єкта управління, який повинен вести себе відповідно до наданої керуючої команди. Для того щоб такий зв'язок та управлінська

взаємодія існували, необхідна наявність між об'єктом і суб'єктом управління відповідних процесійних відношень. Саме вони (відношення) зумовлюють реалізацію процесу управління, забезпечуючи суб'єкту управління можливість формувати керуючі команди, а об'єкту управління – готовність ці команди сприймати і виконувати.

Управління може здійснюватися тільки за умови наявності відповідної системи, яка у своїй структурі повинна передбачати такі підсистеми: структурно-функціональну; інформаційно-поведінкову; саморозвитку.

Структурно-функціональна підсистема містить сукупність управлінських підрозділів (виконавців) з певними функціями та задачами.

Інформаційно-поведінкова підсистема на основі відповідної інформаційної бази визначає мету виробництва (підприємства) і заходи щодо їх досягнення.

Підсистема саморозвитку сприяє появі в системі управління таких рис: прагнення до удосконалення, адаптивність до зміни зовнішнього й внутрішнього середовища, пошук і розроблення прогресивних рішень тощо.

Процес управління виробництвом (підприємством) характеризується такими ключовими функціями: планування; організація, мотивація; контроль.

Планування – стадія процесу управління, на якій визначаються задачі мета і встановлюються заходи (дії), необхідні для їх досягнення.

Організація (організування) – етап процесу управління з формування структури виробництва (підприємства) для реалізації визначених завдань (цілей).

Мотивація – дії та заходи керівного органу щодо стимулювання виконавців до підвищення ефективності їх праці.

Контроль – стадія процесу управління, на якій здійснюється перевірка реалізованих заходів (дій), облік та аналіз отриманих результатів.

Система управління може функціонувати як в автоматичному (людина знаходиться поза контуром управління), так і в автоматизованому (людина вводиться в контур управління) режимах. При цьому вона (система) у своїй структурі має такі

обов'язкові блоки: блок інформації про реальний та запланований стан виробництва (підприємства); блок прийняття управлінських рішень; блок реалізації прийнятих рішень.

Поле діяльності системи управління зокрема є:

- управління технологічними процесами;
- управління надійністю й якістю виробничої продукції;
- управління параметрами (показниками) виробництва (підприємства);
- управління персоналом.

Ефективність управління – один із основних показників удосконалення управління, який визначається через співставлення результатів управління з ресурсами, які були витрачені на їх (результатів) досягнення.

Ефективність будь-якого виду управління мусить знаходитися в рамках системи «суб'єкт управління – взаємодія – об'єкт, що підлягає управлінню».

У сучасних умовах зростає значущість раціонального управління для забезпечення ефективної виробничої діяльності. При цьому необхідно повною мірою спиратися на існуючий арсенал теоретичних і практичних методів ефективного управління.

Увесь спектр сучасних методів управління міститься між двох полярних підходів: реактивним управлінням і цільовим управлінням.

У першому випадку управління зводиться до реакції на поточні події. Планування дій здійснюється безпосередньо перед їх початком (або в процесі їх реалізації). При цьому плани можуть неодноразово змінюватися (коригуватися).

У другому випадку заздалегідь визначається кінцева мета і розробляється відповідна програма її досягнення. Тому таке управління ще має назву як програмно-цільове.

У практичній діяльності підприємств часто застосовується комбінація цільового та реактивного управління, яка дозволяє, з одного боку (навіть в умовах впливу негативних зовнішніх факторів), забезпечити рух до встановленої стратегічної мети, а з іншого – оперативно реагувати на ситуацію, що може змінюватися.

При цьому для складного виробництва (великого підприємства) управління повинно мати переважно цільовий характер, а елементи реактивного (ситуаційного) управління мають підпорядковуватися прийнятим цілям, тобто бути певними блоками системи цільового управління.

При цільовому управлінні підлягають визначенню такі моменти (аспекти):

- головна мета, яку потрібно досягти;
- засоби (заходи) досягнення мети (програма дій);
- строки та вартість реалізації складеної програми;
- кількісні параметри, які слід вважати задовільними (прийнятними);
- порядок (послідовність) дій для досягнення мети;
- корективи, які потрібно внести до програми дій, у тому числі і в процесі її реалізації.

Між встановленою метою та засобами її досягнення існує діалектичний взаємозв'язок: мета розкривається в засобах, а останні, у свою чергу, обумовлюють етапи (їх послідовність) процесу досягнення мети. Тобто в разі вибору засобів, які не відповідають встановленій меті, змінюється, по суті, і сама мета.

Для того щоб уявити головну мету з конкретними заходами, які підлягають реалізації за програмою дій, формується так зване «дерево цілей».

Побудова «дерева цілей» здійснюється так: визначається головна мета, вона поділяється на підцілі, які, у свою чергу, деталізуються, доки на найнижчому рівні не будуть встановлені заходи щодо досягнення цілей нижнього рівня, і, як наслідок, досягнення головної мети.

Головна мета і підцілі, що її деталізують, визначаються на основі відповідного аналізу й прогнозування стану виробничої системи (виходячи з практичного досвіду та інтуїції).

Інтуїтивний підхід, який базується на практичному досвіді, є основним методом формування мети управління. При цьому він може доповнюватися застосуванням інших формальних методів і процедур (наприклад, метод Делфі, морфологічний і динамічний контекстуальний аналіз [1]).

Метод Делфі передбачає опитування (у три етапи) експертів з метою з'ясування їхньої думки (прогнозу) відносно вірогідності

появи в майбутньому певних гіпотетичних подій. Результати кожного етапу підлягають статистичній обробці та доводиться до відома експертів, що дозволяє їм (експертам) скоригувати свої оцінки та зменшити розкид прогнозів. Остаточний (кінцевий) варіант прогнозу використовується для визначення стратегічної мети.

Морфологічний аналіз передбачає оцінку необхідних умов та альтернативних засобів для досягнення встановленої мети. Одним з варіантів цього аналізу є метод таксономії (послідовної деталізації) завдань, який дозволяє окреслити певне поле шляхів реалізації визначеної мети.

Динамічний контекстуальний аналіз базується на процедурі моделювання ситуації, що дозволяє імітувати наслідки висування різних цілей і шляхів їх досягнення та, як результат, сформулювати оптимальне «дерево цілей». У процесі конкретизації та деталізації кінцевої мети підцілі повинні кількісно вимірюватися та пов'язуватися з існуючими ресурсами.

В управлінській діяльності розроблення моделі включає збір та аналіз інформації про структуру і особливості функціонування об'єктів управління, побудову на цій основі можливих сценаріїв розвитку в перспективі і розроблення управлінського рішення.

Прикладами такого роду моделей можна розглядати:

- економіко-математичні – композиції математичних об'єктів, які відповідають певним класам економічних і виробничих ситуацій, і їх математичних алгоритмів;
- графоаналітичні – графічні залежності різного роду характеристик виробничих ситуацій від часового фактора, які дозволяють здійснювати розрахунок і взаємоузгодження різноманітних параметрів виробничих ситуацій;
- сітьові (мережеві) – відображення і оптимізація виробничих процесів, що складаються зі значної кількості елементарних операцій, більшість з яких є основою для виконання наступних (чергових) операцій;
- імітаційні – дозволяють аналізувати вплив на виробничу ситуацію випадкових змін її характеристик.

Майже кожна модель являє собою деяку комбінацію таких складових: компоненти; змінні; параметри; функціональні залежності; обмеження; цільові функції.

Компоненти (підсистеми) – це складові частини, які при відповідному поєднанні утворюють конкретну систему.

Параметри – це величини, які при дослідженні обираються довільно (на відміну від змінних, які можуть приймати тільки певне значення, що залежить від виду даної функції).

Функціональні залежності описують поведінку змінних і параметрів у межах компонента і характеризують співвідношення між компонентами системи. Частину результатів дії компонентів системи, які утворюють певний вектор, доцільно подавати у вигляді математичної нерівності.

Цільова функція (функція критерію) – це точне відображення цілей (задач) системи та необхідних правил оцінки їх виконання. Цільова функція є органічною складовою моделі, а весь процес маніпулювання з моделлю спрямовано на оптимізацію (або на відповідність заданому критерію).

Обмеження являють собою певні межі (границі) можливої зміни величини змінних. Вони (обмеження) можуть вводитися розробником (штучні обмеження) або встановлюватися самою системою через її властивості (природні обмеження).

1.1. Організаційні структури управління

Організаційна структура (у загальному вигляді) – це комплекс формальних правил, які встановлені з метою:

- розподілу функцій між складовими виробничої системи;
- визначення сфери контролю управління й підпорядкованості підсистем;
- координації усіх функцій таким чином, щоб система функціонувала як єдине ціле.

Немає такої організаційної структури, яка була б застосована до всіх видів виробничої діяльності.

Побудова організаційної структури, яка дозволяє оптимізувати потоки інформації на рівні підсистем і раціоналізувати їх діяльність, пов'язана з дослідженням моделі виробничої системи, аналізом її критеріїв і процесів управління.

Для оцінки організаційної структури управління слід виявити її загальні та специфічні властивості (характеристики).

У загальному вигляді структура являє собою деяку внутрішню упорядкованість системи, яка складається з певних елементів (підсистем) і зв'язків між ними.

Структура і процеси – взаємопов'язані характеристики системи. Організаційна структура управління є формою, у рамках якої відбуваються відповідні процеси, тобто здійснюється функціонування системи. Так, якщо процеси, спрямовані на досягнення мети системи, визначають структуру, то від удосконалення останньої залежить ефективність їх (процесів) реалізації.

Організаційна структура системи повинна відповідати її цілям і засобам їх досягнення, а також мати можливість до зміни при коригуванні мети системи.

Організаційні структури управління поділяються на такі основні типи:

- лінійна;
- функціональна;
- лінійно-функціональна;
- штабна.

При лінійній структурі персонал системи (підприємства) поділяється на групи, кожна з яких очолюється відповідним керівником, який безпосередньо керує підлеглими за всіма видами робіт, які виконуються ними.

Перевагою лінійної структури є її відносна простота і повна відповідальність керівника за виробничі результати.

Ця структура управління може застосовуватися, як правило, на невеликих виробництвах (підприємствах).

Функціональна структура передбачає відповідну діяльність щодо реалізації функцій управління спеціалізованими (функціональними) ланками управління.

У якості переваги цієї структури розглядається можливість залучення до процесу управління кваліфікованих спеціалістів, а як недоліки – певна «розмитість» відповідальності за кінцевий результат і можливість появи протиріччя між управлінськими рішеннями, які формуються різними функціональними ланками системи.

Як правило, на практиці застосовується лінійно-функціональна структура управління, при якій процес управління

одночасно здійснюється лінійним апаратом (що приймає рішення, контролює їх виконання і відповідає за конкретні результати) і функціональними службами (що готують до прийняття управлінські рішення і контролюють їх реалізацію в межах своєї спеціалізації).

Цій структурі притаманні переваги лінійної та функціональної структур управління, але в той же час вона має й відповідні недоліки (про них вказувалось вище).

Для крупних виробничих систем характерна лінійно-штабна структура управління, яка може розглядатися як різновидність лінійно-функціональної. При цій структурі в керівника існує так званий штаб, який складається з ряду функціональних підрозділів (підсистем), що очолюються відповідними керівниками з певними правами управління виробничою діяльністю і можуть у рамках вирішення окремих питань впливати на функціонування підрозділів нижчого рівня.

Важливим питанням структури управління є ступінь його централізації. До показників ступеня централізації управління відносять:

- кількість і вагомість управлінських рішень, які приймаються на різних рівнях системи;
- ступінь контролю з боку ланок управління, що знаходяться в системі вище, над підрозділами системи, які розташовані у її структурі нижче.

Головними перевагами централізації є:

- можливість концентрації ресурсів з метою більш ефективного їх використання;
- реалізація єдиної стратегії у всіх підрозділах виходячи з загальних інтересів підприємства (виробництва) як одного цілого;
- впровадження найбільш ефективних виробничих і управлінських технологій у всіх підрозділах системи.

Разом з тим, через розосередження інформації, на верхніх рівнях управління не завжди можливо прийняти рішення щодо найбільш ефективного використання ресурсів або способу управління та організації виробництва в конкретних підрозділах.

Відповідно головна перевага децентралізації полягає в можливості оперативного прийняття найбільш ефективних рішень на кожному рівні управління, а основний недолік

децентралізації – це певне «розмиття» загальної стратегії, прийняття рішень в інтересах окремих підрозділів, а не всього виробництва (підприємства) у цілому.

Необхідним фактором, що обумовлює ефективність управління, є мотивація, тобто певна система стимулювання працівників (персоналу) підприємства, яка спрямована на поліпшення процесу виконання прийнятих рішень, розроблення та реалізацію особистих управлінських рішень (прийнятих у межах своєї компетенції), котрі пов'язані з досягненням кінцевої (стратегічної) мети виробництва (підприємства).

Управлінський процес не може бути успішним, якщо рух (просування) до поставленої мети не контролюється. Для забезпечення дієвого контролю необхідно:

- визначити критерії досягнення встановлених цілей (або наближення до них);
- здійснювати аналіз відповідності досягнутих результатів цільовим установкам за обраними критеріями;
- вносити корективи в першопочаткові плани залежно від ситуації, що склалася.

Контроль не є заключним етапом управлінського циклу. Він повинен супроводжувати всі стадії процесу управління. Тому доцільно виділити [1] такі етапи контролю: попередній, поточний та заключний.

Методами попереднього контролю вважаються:

- вибір виробничого персоналу за критеріями, які застосовуються на підприємстві;
- перевірка якості матеріальних ресурсів виробництва;
- встановлення лімітів надходження і витрат фінансових ресурсів для всіх підрозділів підприємства.

Основою поточного контролю, який здійснюється в процесі реалізації встановлених планів, є метод зворотного зв'язку. Він полягає в регулярному порівнянні поточних (проміжних) результатів діяльності виробничої системи з плановими показниками та формуванні (у разі виявлення суттєвих відхилень між ними) керуючих інженерних рішень для ліквідації (усунення) цих відхилень. Слід враховувати, що для ефективного застосування визначеного методу потрібно визначити допустимі межі відхилення фактичних значень показників відносно

планових, з тим щоб керуючі заходи здійснювалися тільки у випадках, коли відхилення показників перевищують допустимі значення.

Заключний контроль здійснюється по завершенню планового періоду та базується теж на механізмі зворотного зв'язку, але керуючі дії спрямовуються вже до наступного планового терміну.

Усі етапи контролю засновуються на аналізі інформації про фактичні результати роботи виробничої системи. Тому ефективність контролю значною мірою залежить від повноти, оперативності, достовірності інформації та якості її аналітичної обробки.

Важливою характеристикою процесу управління є його стійкість (стабільність), яка базується на незмінних (постійних) цілях, засобах їх досягнення та організаційній структурі.

Зміна засобів досягнення мети системи виникає у випадку, коли спостерігається їх практична невідповідність визначеним цілям, а зміна структури управління викликається в разі, коли має місце її невідповідність встановленій меті і засобам її (мети) реалізації.

Кількісне коригування цільових параметрів системи здійснюється в тому випадку, коли в реальних умовах спостерігається можливість їх поліпшення або необхідність зниження їх рівня (для досягнення встановленої мети).

Потреба в якісному коригуванні мети виробництва виникає при невідповідності її цілям системи більш вищого рівня.

Головна мета виробництва (підприємства) підлягає зміні лише у випадку, коли вона не забезпечує збереження та розвиток певної виробничої системи.

Стійке управління характеризується цілісністю, тобто базується на єдиній системі, яка поєднує встановлену мету, засоби її досягнення та організаційну структуру виробництва.

Ефективним може бути тільки стійке (стабільне) управління.

1.2. Системний підхід до управління виробництвом (підприємством)

Системний підхід в питаннях управління виробництвом базується на розкритті цілісності об'єкта як функціональної системи та виявлення різноманітних типів зв'язків між її складовими елементами (підсистемами), що зведені в єдину теоретичну модель. Системний підхід спирається на існуючі закони діалектики і конкретизує їх прояв відносно певної системи, яка підлягає управлінню.

Загальною вимогою при застосуванні системного підходу в управлінні виробництвом (підприємством) є визначення певного системоутворюючого параметра. Без розглядання змісту останнього та оцінки його величини системний підхід неможливо реалізувати.

Таким системоутворюючим параметром (фактором) для будь-якого виробництва вважається корисний результат його функціонування, який отримує система більш високого рівня (надсистема), до складу якої входить вищевизначене виробництво.

Іншими словами, система (виробництво), яка у свою чергу є складовою системи більш високого рівня, може функціонувати лише за умови, що результат її діяльності позитивно впливає на роботу системи більш високого рівня.

Умовою функціонування та розвитку будь-якої виробничої системи є наявність її розширеного відтворення. Останнє можливо у випадку, коли між системою більш високого рівня та її складовими функціональними елементами (підсистемами) існує певний компенсуючий механізм, який дозволяє відтворювати відповідні ресурси. Тобто надсистема повинна не тільки відновлювати спожиті в процесі її функціонування ресурси, а й забезпечити зростання їх обсягів для свого розвитку. Це створює необхідні умови життєдіяльності функціональних елементів системи та визначає можливий розвиток всієї системи загалом.

У разі, коли система, що є функціональною складовою надсистеми, втрачає здатність приносити корисний результат, виникають її якісні зміни, які можуть призвести або до знищення цієї системи, або до реформування її структури на основі зміни принципів функціонування системи.

Прояв основних законів діалектики в системному підході полягає в наступному. Послідовне отримання корисних

результатів від функціонування виробничої системи, які перевищують сукупні витрати, є передумовою для подальшого розвитку загалом всієї системи та її елементів. Тобто кількісне накопичення позитивних тенденцій розвитку системоутворюючих елементів призводить до якісного перетворення всієї системи. Принципи функціонування виробничої системи на етапі накопичення кількісних явищ залишаються незмінними, а при досягненні критичного значення сукупних кількісних змін виникають принципові зміни в організаційній структурі, у тому числі змінюються принципи взаємодії її компонентів (підсистем). Це призводить до переходу системи на інший якісний рівень, тобто до створення якісно іншої системи з відповідними системоутворюючими факторами.

Відповідно, стійка тенденція зменшення позитивного результату свідчить про накопичення певної кількості негативних явищ та обумовлює зменшення впливу системоутворюючого фактора, що ставить під загрозу функціонування самої системи на діючих принципах і створює передумови для її перетворення. У цьому проявляється дія першого закону діалектики (перехід кількісних явищ у якісні) щодо виробничих систем.

Якісне перетворення системи обумовлюється посиленням або послабленням системоутворюючого фактора внаслідок змін функціональних взаємозв'язків між складовими елементами системи. Тобто між ними (елементами) виникають внутрішні протиріччя, кількісне зростання яких призводить до якісних змін самих елементів та загалом всієї системи. У цьому проявляється інший закон діалектики (закон єдності та боротьби протилежностей) стосовно розвитку виробничих систем.

Набуття функціональними елементами системи нових властивостей призводить до якісних змін всієї системи й, як наслідок, обумовлює неможливість існування системи з попередніми якісними ознаками. При цьому окремі позитивні властивості «старої» системи та її елементів залишаються притаманними «новій» системі. Протиріччя, які виникають у схемі функціональних зв'язків між елементами системи, створюють поштовх для їх (зв'язків) зміни, що є умовою перетворення й подальшого розвитку всієї виробничої системи і, як наслідок, зміни її відносин з системою більш високого рівня. У

цьому полягає дія третього закону діалектики – закону заперечення заперечення.

Дія зазначених законів носить об'єктивний характер і повною мірою розповсюджується на виробничі системи (підприємства), у тому числі на системи, які існують у колійному господарстві залізниць.

Кожне виробництво (підприємство) має свої характерні особливості, а це обумовлює необхідність внесення коректив у загальну модель системи управління ним.

Далі будуть розглянуті розглядаються питання, які пов'язані з системами управління в колійному господарстві залізниць.

Контрольні питання

1. Основна мета управління.
2. Напрямки (школи) науки управління.
3. Складові блоки (частини) управління.
4. Підсистеми в структурі управління.
5. Функції процесу управління.
6. Режими функціонування системи управління.
7. Можливе поле діяльності системи управління.

2. КОЛІЙНЕ ГОСПОДАРСТВО ЗАЛІЗНИЦЬ – ОБ’ЄКТ НАУКИ УПРАВЛІННЯ

Залізничний транспорт є складовою частиною транспортно-дорожнього комплексу країни. У забезпеченні потреб комплексу в перевезеннях (вантажних, пасажирських) внесок залізничного транспорту є доволі значним (табл. 2.1)

Таблиця 2.1

Розподіл вантажообігу за окремими видами транспортно-дорожнього комплексу [2-3]

Вид транспорту	Розподіл вантажообігу (%) по роках					
	2005 рік	2006 рік	2007 рік	2008 рік	2009 рік	2010 рік
авіаційний	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
автомобільний	7	8	9	11	12	13
залізничний	47	49	51	51	50	52
морський	2	2,4	3	2	1	1
річковий	1	1,3	1	1	1	1
трубопровідний	42	39	36	32	36	33
всього за видами транспорту	100	100	100	100	100	100

Залізничний транспорт (за Законом України «Про залізничний транспорт») – це “виробничо-технологічний комплекс організацій і підприємств..., призначений для забезпечення потреб... в перевезеннях...”. Цей комплекс є базовою галуззю економіки країни. Його питома вага в загальному вантажообігу всіх видів транспорту (без урахування трубопровідного) складає майже 83 %, а в пасажирообігу – 43 % [4].

Наука управління визначений «виробничо-технологічний комплекс», тобто залізничний транспорт, розглядає як певний об’єкт (певну систему), що підлягає управлінню.

Залізничний транспорт у своїй структурі передбачає наявність відповідних господарств, серед яких провідне місце займає колійне господарство. Вочевидь, підсистема (господарство), яка входить до складу загальної системи (до галузі залізничного транспорту), також може розглядатися як об’єкт науки управління (у даному випадку мається на увазі колійне господарство).

Для застосування відповідних положень теорії управління необхідні характеристики (параметри) об'єкта системи управління.

У колійному комплексі залізниць (за оцінкою авторів роботи [5]) знаходиться понад 33 % основних фондів (засобів) залізничного транспорту, які потребують майже чверть експлуатаційних витрат залізничної галузі.

До складу колійного господарства входять конструкція залізничної колії, яка експлуатується на мережі залізниць, і спеціалізовані виробничі підприємства.

Структура основних фондів колійного комплексу залізниць наведена в табл. 2.2.

Таблиця 2.2

Основні фонди Колійного господарства залізниць

Основний фонд	Відсоток загальної вартості
Земляне полотно	25%
Верхня будова колії	45%
Мости та інші штучні споруди	22%
Колійна техніка, механізми, інструмент і транспортні засоби	6%
Будівлі підприємств	2%

2.1. Конструкція залізничної колії – складна технічна система

Загальна протяжність залізничних колій (по мережі залізниць) становить майже 47 тис. км і характеризується даними, наведеними в табл. 2.3.

Конструкція залізничної колії розглядається в процесі функціонування (протягом «життєвого» циклу) як складна технічна система.

Правомірність такого підходу базується на певних ознаках, що притаманні технічним об'єктам, які належать за сучасними теоріями [7-9], до рангу складних технічних систем.

Таблиця 2.3

Протяжність залізничної колії по мережі залізниць України

Показник	Протяжність колій, тис. км, за станом на початок:	
	2000 року [6]	2011 року [3]
Експлуатаційна довжина головної колії,	22,1	21,67
у тому числі двоколійних ділянок	7,9	7,39
Розгорнута довжина головної колії	30	29,68
Розгорнута довжина станційних колій	16,3	14,47
Розгорнута довжина під'їзних колій	3,1	2,74

Головні положення цих теорій полягають, зокрема, у такому:

- складними вважаються такі технічні системи, елементи яких характеризуються функціональною різноманітністю; вихід у дефектні кожного з них (у процесі експлуатації) суттєво впливає на технічний стан системи;

- до складних технічних систем належать об'єкти, які конструктивно складаються з сукупності різнорідних елементів, що застосовуються для реалізації її (системи) функціонального призначення.

На основі загальних положень [7-9] визначаються такі ознаки, за якими конструкція залізничної колії належить до рангу складних технічних систем:

- поява відмови в роботі елементів конструкції залізничної колії напряду впливає на погіршення умов безпеки руху поїздів;

- значна кількість функціонально пов'язаних між собою елементів з різними фізико-механічними властивостями (наприклад, на 1 км колії (пряма ділянка) при ланковій конструкції верхньої будови налічується 80 рейок, 1840 шпал, 80 комплектів стикових та 2660 проміжних скріплень, майже 2 тис.м³ баластового (щебеневого, піщаного) матеріалу;

- можливість опису зовнішнього впливу на конструкцію залізничної колії та процесів її «старіння» методами ймовірно-статистичної теорії, яка, зокрема, знайшла застосування при визначенні рівня динамічного поїзного навантаження на колію та деформативно-напруженого стану її елементів;

- єдність мети і можливість визначення (розроблення) оптимальних інженерних рішень щодо забезпечення надійності

роботи (протягом «життєвого» циклу) конструкції залізничної колії;

- складність функціонування системи полягає в тому, що всі елементи конструкції залізничної колії в процесі експлуатації знаходяться в тісному взаємозв'язку, тобто зміна параметрів одного з них призводить до змінювання умов роботи інших елементів конструкції.

Таким чином, конструкція залізничної колії являє собою певну систему, яка підлягає відповідному управлінню в процесі її функціонування.

На мережі залізниць експлуатується конструкція верхньої будови колії двох видів: ланкова колія на дерев'яних шпалах і безстикова колія на залізобетонних шпалах.

Технічна політика колійного господарства спрямована на розширення полігону укладання безстикової колії, яка має відомі переваги порівняно з ланковою.

Безстикова колія температурно-напруженого типу є основною конструкцією верхньої будови колії на українських залізницях.

Регресійний аналіз [10] статистичних даних [2] дозволив визначити функціональну залежність зміни протяжності, тис. км, безстикової колії $L_{\text{безст.}}$ на головних коліях залізниць за період 1997-2007 років:

$$L_{\text{безст.}} = 14,87 + 0,50t \text{ (тис.км)}, \quad (2.1)$$

де t – рік експлуатації конструкції безстикової колії в межах розрахункового періоду.

Правильність застосування лінійного характеру залежності $L_{\text{безст.}} = f(t)$ підтверджується коефіцієнтом кореляції r і коефіцієнтом детермінації r^2 , значення яких у даному випадку становлять відповідно $r=0,992$ та $r^2=0,984$.

Для періоду 2007-2011 років залежність $L_{\text{безст.}} = f(t)$ має такий вигляд:

$$L_{\text{безст.}} = 19,9 + 0,371t \text{ (при } r=0,999 \text{ та } r^2=0,997) \quad (2.2)$$

Таким чином, у даний момент протяжність конструкції безстикової колії складає понад 70 %, а конструкції ланкової колії приблизно 30 % розгорнутої довжини головних колій залізниць.

При ланковій конструкції верхньої будови колії на ділянках, в основному, застосовуються рейки типу Р50 та проміжне костильне скріплення типу ДО.

Відповідними дослідженнями встановлено, що розрахунковий термін служби дерев'яних шпал (з проміжним скріпленням типу ДО, рейками типу Р50, на щебеновому баласті та при епюрі 1840 шпал на 1 км колії) визначається за формулою

$$t_{\text{шп}} = 20 - 0,27 \Gamma^{0,8}, \quad (2.3)$$

де $t_{\text{шп}}$ – розрахунковий термін служби дерев'яних шпал, роки;

Γ – вантажонапруженість ділянки залізниці, млн ткм бруто/км за рік.

Конструкція верхньої будови колії з дерев'яними шпалами експлуатується, в основному, на ділянках з вантажонапруженістю до 15 млн ткм бруто/км за рік, тобто розрахунковий термін служби дерев'яних шпал становить 15-20 років.

До 1991 року колійне господарство залізниць щорічно отримувало в середньому 2 млн дерев'яних шпал, починаючи з 1992 року обсяги цих поставок було зменшено в 7 разів, а потім вони зовсім припинилися [6].

За таких обставин на лініях з ланковою конструкцією верхньої будови колії з'явилася стійка тенденція зростання кількості дефектних дерев'яних шпал, які знаходяться в експлуатації (див. табл. 2.4).

Таблиця 2.4

Динаміка обсягів дефектних дерев'яних шпал, що знаходилися в експлуатації [6]

Показник	Значення показника на початок			
	1993 року	1994 року	1995 року	1996 року
Дефектні дерев'яні шпали, млн. шт.	4,8	8,8	12,8	14,4

Частка усіх дерев'яних шпал, %	11,3	20,7	30,0	33,4
--------------------------------	------	------	------	------

Наявність в експлуатації дефектних дерев'яних шпал погіршує умови безпеки руху поїздів і вимагає відповідного обмеження їх швидкості на певних ділянках залізниць.

Проблема підсилення конструкції верхньої будови колії на дерев'яних шпалах з проміжним костильним скріпленням існувала завжди та залишається актуальною і зараз. Одним з напрямків її вирішення є часткова заміна непридатних дерев'яних шпал залізобетонними.

На залізницях дозволено [11] укладання залізобетонних шпал замість непридатних дерев'яних при поточному утриманні та ремонтах колії. Впровадження цього способу підсилення конструкції ланкової колії (з дерев'яними шпалами) позитивно вплинуло на зменшення обсягів дефектних дерев'яних шпал, що знаходяться в експлуатації (див. табл. 2.5), і визначило появу нового виду конструкції верхньої будови колії – колія з комбінованою рейко-шпальною решіткою.

Таблиця 2.5

Динаміка зміни кількості дефектних дерев'яних шпал, які знаходилися в експлуатації [6]

Показник	Значення показника на початок			
	1996 року	1997 року	1998 року	1999 року
Дефектні дерев'яні шпали, млн. шт.	14,4	8,0	5,0	4,9
Частка усіх дерев'яних шпал, %	33,4	18,8	12,0	10,0

Звітні дані за останній період свідчать про існуючу тенденцію зменшення на мережі залізниць протяжності головної колії $L_{гол}$ на дерев'яних шпалах (див. табл. 2.6).

Таблиця 2.6

Динаміка зміни протяжності головної колії на дерев'яних шпалах

Показник	Значення показника на початок			
	2007 року	2008 року	2009 року	2010 року
Розгорнута довжина $L_{гол}$ на	7,18	6,12	5,47	5,21

дерев'яних шпалах, тис. км				
Частка непридатних дерев'яних шпал, %	24,2	20,7	18,5	17,5

2.2. Виробничі підприємства колійного господарства

Колійний комплекс залізниць містить певну низку спеціалізованих підприємств. На сьогодні (до реорганізації колійного комплексу залізниць) структура колійного господарства передбачає наявність таких підприємств (див. табл. 2.7).

Кожне підприємство колійного комплексу являє собою організаційно-виробничу систему, що забезпечує реалізацію певного технологічного (виробничого) процесу, ефективність якого визначається відповідною системою управління.

Виробнича діяльність підприємств колійного господарства поділяється на дві основні групи: технічне обслуговування колії та виготовлення матеріалів (елементів) її конструкції.

Безумовно, ці види діяльності відповідним чином пов'язані між собою. Визначальним виробничим процесом колійного комплексу є технічне обслуговування колії. Це обумовлюється вимогами [12], які передбачають, що всі елементи конструкції залізничної колії за міцністю і технічним станом повинні забезпечувати плавний і безпечний рух поїздів (зі встановленою швидкістю на певній ділянці залізниці).

Таким чином, кінцева продукція колійного господарства – це технічний стан конструкції колії (на пікеті, кілометрі, перегоні, напрямку). Якість її (продукції) визначається через ступінь відповідності фактичного стану конструкції залізничної колії (на певній ділянці) діючим вимогам щодо безпеки і плавності руху поїздів зі встановленими швидкостями.

Технічний стан конструкції залізничної колії (на певному етапі її «життєвого» циклу) характеризується сукупністю конкретних значень параметрів, які визначені діючою нормативно-технічною документацією та зафіксовані в певний момент часу (на певному етапі експлуатації).

Технічне обслуговування колії містить такі складові, як діагностика стану конструкції залізничної колії, її поточне утримання, виконання відповідних ремонтів протягом «життєвого» циклу конструкції.

Система технічного обслуговування колії передбачає сукупність нормативних вимог щодо попередження появи несправностей колії та їх ліквідації (у разі виникнення таких) у процесі функціонування конструкції залізничної колії.

Розглядання системи технічного обслуговування колії (як об'єкта теорії управління) пов'язане з питаннями функціонування конструкції залізничної колії протягом «життєвого» циклу.

Таблиця 2.7

Підприємства колійного комплексу (за станом на січень 2010 року)

Підприємство	Призначення підприємства	Кількість підприємств на мережі
1	2	3
Дистанція колії (ПЧ)	Організація поточного утримання конструкції залізничної колії на відповідній ділянці залізниці	109
Колійна машинна станція (КМС)	Виконання ремонтів конструкції залізничної колії на відповідному полігоні залізниці	38
Центр механізації колійних робіт (ЦМКР)	Забезпечення технічного обслуговування та ремонту спеціалізованих колійних машин, що застосовуються при виконанні колійно-ремонтних робіт	7
Рейкозварювальний поїзд (РЗП)	Виготовлення зварних рейкових плітей, ремонт старопридатних рейкових плітей і металевих частин стрілочних переводів, виготовлення ізолюючих клеєболтових стиків	6

Продовження табл. 2.7

1	2	3
Дистанція захисних лісонасаджень (ПЧЛ)	Забезпечення поточного утримання захисних лісонасаджень	26
Щебеновий завод (РПЗ) і піщаний кар'єр (ПЧП)	Виготовлення щебеневого баласту і піщаного баласту для потреб колійного господарства	20
Шпалопросочувальний завод (ШПЗ)	Просочування антисептиками дерев'яних шпал, мостових і стрілочних брусів	2
Завод залізобетонних шпал	Виготовлення залізобетонних шпал, мостових і стрілочних брусів	3

Стрілочний завод	Виготовлення стрілочних переводів і металевих елементів до них	1
------------------	--	---

2.3. Система функціонування залізничної колії

Під час експлуатації (функціонування) у конструкції залізничної колії (у цілому та зокрема в кожному її елементі) відбуваються відповідні процеси (під дією поїзного навантаження та впливом погодно-кліматичних факторів). Це обумовлює певну зміну технічного стану конструкції залізничної колії при напрацюванні тоннажу з тенденцією на погіршення його (стану) технічних показників (параметрів).

Процес функціонування конструкції залізничної колії супроводжується іншим процесом (поточне утримання колії та її періодичний ремонт протягом «життєвого» циклу), мета якого полягає в мінімізації негативних, дестабілізуючих технічний стан конструкції залізничної колії наслідків. У даному випадку розглядається технологія технічного обслуговування колії, яка, у свою чергу, підлягає певному управлінню.

Принципова схема функціонування конструкції залізничної колії наведена на рис. 2.1.

З позицій теорії управління ця система (див. рис. 2.1) належить до таких, що являють собою об'єкт для відповідного дослідження (управління).

При розгляданні технічного стану конструкції залізничної колії можуть застосовуватися такі підходи:

- сумативний, коли кожна її складова частина досліджується окремо, ізольовано відносно інших;
- цілісний, при якому вся система підлягає дослідженню як єдине ціле.



Рис. 2.1. Узагальнена схема функціонування конструкції залізничної колії

Система функціонування конструкції залізничної колії не зводиться до звичайної сукупності її складових блоків (підсистем), а включає їх у якості власних складових частин (моментів) з відповідними зв'язками. Тому дана система характеризується певною комплексністю й повинна розглядатися як одне ціле.

Дослідження систем функціонування конструкції при цілісному (системному) підході – доволі складна процедура яка зокрема передбачає:

- розглядання значної кількості вхідних (початкових) факторів (параметрів) і їх взаємозв'язків;
- оцінювання впливу цих факторів (параметрів) на стан і якість функціонування конструкції залізничної колії при напрацюванні тоннажу;
- розроблення альтернативних варіантів систем технічного обслуговування колії, прогнозу оцінку технічного стану конструкції залізничної колії протягом «життєвого» циклу.

Безумовно, існують інженерні задачі з удосконалення й підвищення якості функціонування конструкції залізничної колії, які можуть вирішуватися в рамках окремих підсистем традиційними методами. У той же час апріорно можна констатувати, що удосконалення системи управління колійним господарством пов'язано з цілісним розгляданням всієї системи функціонування конструкції.

Нижче наводяться деякі специфічні поняття (визначення), які стосуються систем функціонування конструкції.

Стратегія функціонування конструкції залізничної колії – сукупність прийнятих принципів, правил та управляючих (керуючих) дій, які визначають комплексний розвиток функціональних властивостей конструкції залізничної колії, технологій технічного обслуговування колії, матеріально-технічної бази колійного господарства.

Таке визначення обумовлює необхідність:

- системного підходу до проблеми підвищення ефективності функціонування конструкції залізничної колії;
- відповідної програми забезпечення узгодженої діяльності підприємств колійного господарства (у технологічному комплексі з улаштування, експлуатації та ремонту колії).

Стратегія використання конструкції залізничної колії – сукупність принципів і правил, які забезпечують певне управління процесом функціонування колії з метою досягнення безпечного та безперебійного руху поїздів зі встановленими швидкостями.

Стратегія технічного обслуговування колії (з контролем його параметрів) – сукупність правил з визначення режиму і технічного регламенту діагностики стану конструкції залізничної колії та прийняття управлінських (інженерних) рішень щодо необхідності, обсягів і строків виконання ремонтно-колійних робіт на основі інформації про фактичний стан колії.

Слід зазначити, що експлуатація конструкції залізничної колії характеризується наявністю об'єктивного процесу зміни технічного стану конструкції при напрацюванні тоннажу та суб'єктивного процесу технічного функціонування її (конструкції). При цьому останній може бути представлений як певна послідовність зміни режимів використання конструкції залізничної колії:

- режим використання колії за призначенням (по колії проходить графіковий поїзд);
- режим технічної діагностики конструкції залізничної колії (на колії знаходиться вагон-колієвимірвач, вагон-дефектоскоп і т. п.);

- режим технічного обслуговування колії (на колії виконується відповідний комплекс ремонтно-колійних робіт);
- режим очікування – період часу, коли конструкція залізничної колії знаходиться поза рамками вищезазначеного.

Окреслимо рамки системи, у межах якої можливо вивчення (дослідження) основних процесів, які характеризують функціонування конструкції залізничної колії на різних етапах її «життєвого» циклу. Масштаби і ступінь деталізації такої системи можуть бути різними та встановлюються залежно від конкретної проблеми, яка підлягає вирішенню.

Один з варіантів систем функціонування конструкції, який запропоновано в роботі [13], наведено на рис. 2.2. Він передбачає у своїй структурі наявність низки підсистем (див. табл. 2.8) з відповідними взаємозв'язками.

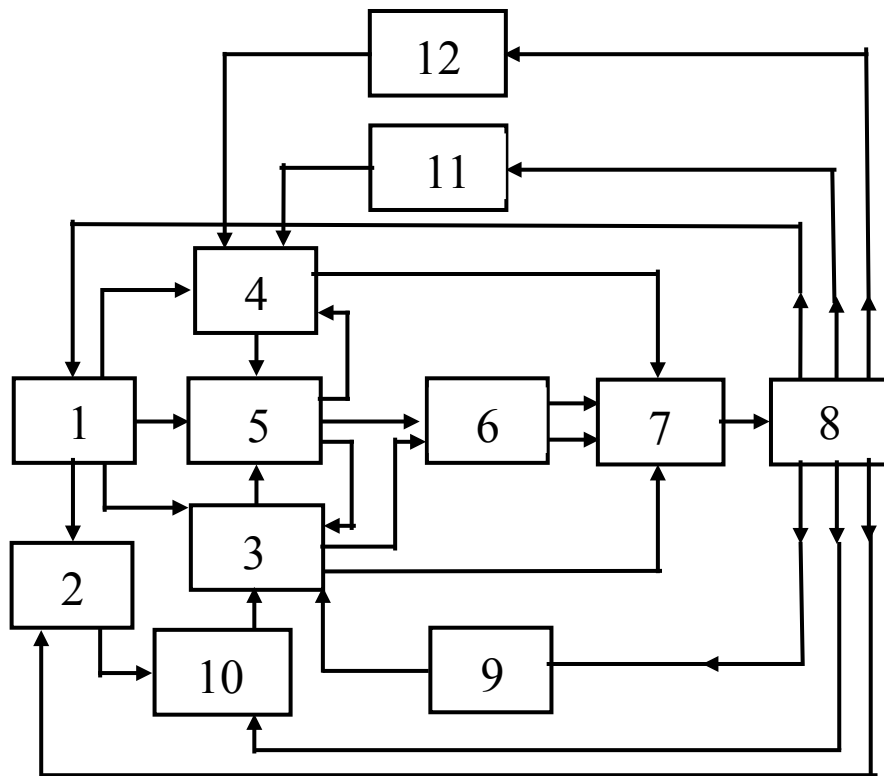


Рис. 2.2. Схема функціонування конструкції залізничної колії

Таблиця 2.8

Характеристика підсистем системи функціонування конструкції

Номер	Характеристика підсистеми
-------	---------------------------

підсистеми	
1	Управління функціонуванням системи
2	Монтаж рейко-шпальної решітки на виробничій базі КМС
3	Конструкція залізничної колії, яка укладена на дільниці залізниці при модернізації (капітальному ремонті) колії
4	Решта частини системи (за виключенням конструкції залізничної колії – підсистема №3)
5	Взаємодія конструкції залізничної колії з підсистемою №4
6	Контроль та оцінка технічного стану конструкції залізничної колії
7	Прогноз технічного стану конструкції залізничної колії
8	Прийняття рішення щодо відповідності технічного стану конструкції залізничної колії вимогам діючих нормативно-технічних документів
9	Виконання ремонтно-колійних робіт при поточному утриманні конструкції залізничної колії
10	Виконання ремонтів колії, що передбачені міжремонтною схемою (для умов дільниці залізниці)
11	Оцінка рівня впливу технічного стану конструкції залізничної колії на витрати, що пов'язані з обслуговуванням решти частини системи (підсистема №4)
12	Оцінка рівня впливу технічного стану конструкції залізничної колії на витрати, які пов'язані з ремонтом решти частини системи (підсистема №4)

2.4. Критерії якості функціонування залізничної колії

При вирішенні низки питань, що стосуються надійності та ефективності функціонування конструкції залізничної колії, основне місце займає моніторинг технічного стану колії та інтенсивності зміни його (стану) за сукупністю певних показників (критеріїв).

Технічний стан конструкції залізничної колії в процесі експлуатації оцінюється критеріями [13], наведеними в табл. 2.9.

Таблиця 2.9

Критерії якості функціонування конструкції залізничної колії

Умовне	Зміст критерію
--------	----------------

позначення	
Кр ₁	критерій напружено-деформованого стану колії (конструкції в цілому та окремих її елементів)
Кр ₂	критерій силової дії рухомого складу на конструкцію залізничної колії
Кр ₃	критерій повздовжньої стійкості рейко-шпальної решітки
Кр ₄	критерій горизонтальної стійкості рейко-шпальної решітки
Кр ₅	критерій стійкості колеса на рейці (недопущення наповзання гребенів коліс екіпажа на головку рейки)
Кр ₆	критерій комфортабельності руху екіпажа
Кр ₇	критерій цілісності елементів конструкції залізничної колії
Кр ₈	критерій параметричної надійності рейкової колії
Кр ₉	критерій ефективності функціонування конструкції залізничної колії
Кр ₁₀	критерій інтенсивності зміни технічного стану конструкції залізничної колії

Значення наведених вище критеріїв для експлуатаційних умов певної ділянки колії встановлюються за діючими методиками.

Технічні вимоги, що висуваються до стану конструкції залізничної колії, формують певну область допустимих (за надійністю конструкції, безпекою та безперебійністю руху поїздів) параметрів колії (область $D_{\text{техн}}$). Знаходження параметрів системи (конструкції залізничної колії) всередині вказаної області є гарантією забезпечення локальної мети (безпека руху), яка має найвищий ваговий коефіцієнт. У якості граничних значень критеріїв приймаються нормативи, які характеризують технічний стан конструкції залізничної колії перед появою відмови (певного виду) у її роботі.

Економічні вимоги, які висуваються до системи (до конструкції залізничної колії), визначають область $D_{\text{екон}}$ раціональних параметрів колії, які забезпечують ефективність процесу перевезень у частині, що залежить від колії. Вочевидь, при цьому має місце співвідношення $D_{\text{екон}} \in D_{\text{техн}}$.

Допустимі (за безпекою та безперервністю руху поїздів) відхилення критеріїв якості Kp_i стану колії у просторі параметрів визначають область їх допустимих значень $D_{\text{техн}}$.

Таким чином, знаходження комплексу значень критеріїв якості Kp_i у рамках області $D_{\text{техн}}$ є необхідною умовою забезпечення безпеки та безперервності руху поїздів із встановленими швидкостями на певній ділянці залізниці.

Областю допустимих (за економічними вимогами) параметрів $D_{\text{екон}}$ вважається така зв'язана область у просторі параметрів, у всіх точках якої забезпечуються економічні вимоги до системи (до конструкції залізничної колії) і її можливості.

Параметри системи є випадковими функціями часу (напрацьованого тоннажу). Тому вимоги, які висувуються до конструкції залізничної колії, можуть бути забезпечені лише з деякою ймовірністю P .

Однією з головних умов досягнення встановленої мети є забезпечення параметричної надійності конструкції залізничної колії, під якою розглядається ймовірність знаходження випадкового вектора $X(t)$ параметрів в області $D_{\text{екон}}$ протягом заданого часу функціонування системи (колії) t_T .

Вихід вектора $X(t)$ за межі $D_{\text{екон}}$ вважається параметричною відмовою системи в певному перетині колії. В інтервалі часу від 0 до t_T ймовірність цієї відмови становить $R(t)$. При цьому $R(t) \in P$.

Відхилення параметрів системи під час її функціонування можуть бути припустимими лише у визначених межах: $\sup Kp_i \leq [Kp]$; $Y_j(t) \in D_{\text{екон}}$. Тут Kp_i – локальні критерії якості функціонування конструкції залізничної колії; $[Kp]$ – допустимі значення цих критеріїв; $Y_j(t)$ – параметри конструкції залізничної колії.

Стан колії в конкретний момент часу може бути оцінено відповідним вектором $Y(t)$, складовими якого є параметри системи $Y_j(t)$. Параметрична надійність конструкції залізничної колії оцінюється ймовірністю знаходження $Y(t)$ в області $D_{\text{екон}}$ протягом часу t_T .

Якість планування робіт з технічного обслуговування колії значною мірою визначається обсягом і достовірністю інформації про стан конструкції залізничної колії, про інтенсивність процесів

накопичення деформацій і «старіння» конструкції колії в конкретних експлуатаційних умовах, можливістю передбачати (прогнозувати) спрямованість та інтенсивність їх (процесів) розвитку. У зв'язку з цим особливого значення набувають питання прогнозування мінливості технічного стану колії та формування математичної моделі такого прогнозування.

Моніторинг стану конструкції залізничної колії є основою системи управління якістю функціонування колії та містить:

- виявлення і контроль розвитку несправностей колії;
- оцінювання параметрів улаштування рейкової колії та їх відповідності проектним значенням;
- визначення стану елементів колії, їх залишкового ресурсу та на цій основі формування управлінських рішень на проведення ремонтно-колійних робіт;
- аналіз отриманих параметрів і характеристик колії і формування показників її технічного стану;
- оцінку технічного стану конструкції залізничної колії за встановленими показниками;
- прогнозування наступного стану колії на основі отриманих протягом тривалого періоду часу даних і розроблених математичних моделей функціонування конструкції залізничної колії;
- оцінку якості виконання ремонтно-колійних робіт і загального рівня системи технічного обслуговування колії на певній ділянці.

Удосконалення системи технічного обслуговування колії пов'язано зі створенням спеціальної інформаційно-діагностичної системи (служби), на яку покладаються такі питання:

- контроль стану конструкції залізничної колії всіма видами діагностичної техніки;
- оцінка технічного стану колії на даний момент часу;
- прогнозування цього стану (на пікеті, кілометрі, ділянці й т. д.) у деякий період інформаційного забезпечення підготовки управлінських рішень, у тому числі і планів виконання робіт з технічного обслуговування колії.

Моніторинг стану колії має за мету отримання відповіді на питання щодо відповідності технічного стану конструкції залізничної колії експлуатаційним вимогам, які висуваються до

неї. Проблема пошуку раціональної відповідності експлуатаційних вимог, зовнішнього впливу, рівня технічного обслуговування колії та технічного стану колії є однією з найважливіших.

Статистичний опис таких зв'язків може служити основою для призначення оптимальних швидкостей руху поїздів і для розроблення системи планування робіт з технічного обслуговування колії по її (колії) стану.

На даний момент основним методом контролю при управлінні процесом функціонування конструкції залізничної колії є контроль за відхиленнями рейкових ниток від регламентованих нормативними документами значень. Практичний досвід підтвердив достатню ефективність цього методу.

Недоліком контролю за відхиленнями є суттєве запізнення в процесі прийняття рішення. Тобто завжди існує деякий інтервал часу (іноді значний) між моментом початку відхилення від встановлених обмежень по параметрах, який система контролю (наприклад, колієвимірювальний вагон) не фіксує, і моментом часу, коли ці відхилення стають значними, фіксуються і використовуються при плануванні ремонтно-колійних робіт на ділянці. Окрім того, для прийняття рішення та ліквідації (усунення) виявлених несправностей рейкової колії також мають місце певні часові втрати.

Більш ефективним є метод контролю за збурюваннями, який передбачає визначення швидкості зміни контрольного параметра та прогнозування його відхилення від регламентованого значення на найближчий період часу. У цьому випадку запізнення при прийнятті управлінського рішення та наступному виконанні ремонтно-колійних робіт не буде таким суттєвим через те, що, встановивши прогнозні величини відхилень за час запізнення, можна запланувати виробництво ремонтно-колійних робіт з урахуванням такого прогнозу.

При певній системі зовнішніх дій на конструкцію залізничної колії визначаються допустимі значення локальних критеріїв якості $[Kp]$, параметрів рейкової колії $[X]$, силового навантаження $[Z]$, що передається на конструкцію залізничної колії, по кожній ділянці (по кожному кілометру), а також рівень

нормативної ймовірності безвідмовної роботи колії P_T . З урахуванням трудових і матеріальних ресурсів $R_{\text{можл}}$, які є в наявності, встановлюються можливі обсяги ремонтно-колійних робіт з технічного обслуговування колії $Q_{\text{можл}}$, що підлягають виконанню на конкретній ділянці колії протягом певного часу (сезон, місяць, декада). На основі оцінки фактичного стану конструкції залізничної колії і матеріалів інформаційного забезпечення управлінських рішень визначаються необхідні обсяги ремонтно-колійних робіт з технічного обслуговування колії $Q_{\text{необх}}$, при виконанні яких забезпечується нормативна ймовірність безвідмовної роботи конструкції залізничної колії, а також встановлюються необхідні для цього ресурси $R_{\text{необх}}$.

Співставлення $Q_{\text{можл}}$ з $Q_{\text{необх}}$ та $R_{\text{можл}}$ з $R_{\text{необх}}$ дозволяє зробити висновок відносно фактичної ймовірності безвідмовної роботи конструкції колії $P_{\text{факт}}$. При цьому повинне виконуватися співвідношення $P_{\text{факт}} \geq P_T$.

Управління системою може бути організовано за замкнутою схемою, яка реалізує принцип управління за відхиленням вихідного параметра системи $Y(t)$. При цьому вихідний параметр $Y(t)$ порівнюється зі встановленим допуском $[Y]$. Залежно від зафіксованого відхилення $\varepsilon(t)$ формується управляюча дія $\varepsilon_{\text{упр}}(t)$ на процес технічного обслуговування колії, а через нього – регулююча дія на конструкцію залізничної колії для зменшення (або ліквідації) величини відхилення $\varepsilon(t)$.

2.5. Силове навантаження конструкції залізничної колії в сучасних умовах

Основним виробничим процесом у колійному господарстві є технічне обслуговування колії. Якість продукції колійного господарства – технічний стан конструкції колії. Визначається як ступінь відповідності її стану вимогам безпеки і плавності руху поїздів зі встановленою швидкістю.

Ефективність технічного обслуговування колії безпосередньо пов'язана з приведенням стану конструкції залізничної колії у відповідність з експлуатаційними умовами певної дільниці, у тому числі й за показниками перевізного процесу.

На елементи конструкції залізничної колії передається силова дія від поїздів, рівень якої залежить, зокрема, від середнього осьового навантаження рухомого складу $P_{ос}^{брутто}$, середньої маси (ваги брутто) поїзда $Q_{поїзд}$ та середньої технічної швидкості його руху $V_{тех}$.

Визначення рівня силового навантаження конструкції залізничної колії від вище вказаних факторів має практичне значення для колійного господарства та напряму пов'язаного з питаннями організації системи технічного обслуговування колії.

Нижче наводяться результати відповідних досліджень з зазначеного напрямку [14-15].

При цьому необхідно мати на увазі, що результати цих досліджень:

- характеризують умови роботи (рівень силової навантаженості) не конкретного кілометра головної колії залізниць, а «умовного» кілометра її розгорнутої довжини $L_{гол.}^{розг.}$, тобто розглядаються усереднені по мережі залізниць експлуатаційні фактори дії рухомого складу на колію;

- визначають у якості основного показника роботи залізниць обсяг експлуатаційного вантажообігу у вантажному русі $Q_{експл.вант.}^{брутто}$, який становить приблизно 80 % загального вантажообігу $Q_{експл.}^{брутто}$ по мережі залізниць.

Середнє осьове навантаження вагона існуючого парку знаходиться за формулою

$$P_{ос}^{брутто} = \frac{P_{стат}^{нетто} + P_{тари}}{n}, \quad (2.4)$$

де $P_{стат}^{нетто}$ – статичне навантаження (нетто) на вагон;

$P_{тари}$ – середня маса (вага) вагона;

n – кількість осей у вагоні (при розрахунках приймається $n=4$).

Середня маса (вага) тари вантажного вагона існуючого парку встановлюється за формулою

$$P_{тари} = \frac{Q_{експл.}^{брутто} - Q_{експл.}^{нетто}}{W_{загал.}}, \quad (2.5)$$

де $Q_{\text{експл.}}^{\text{брутто}}$; $Q_{\text{експл.}}^{\text{нетто}}$ – відповідно загальний експлуатаційний вантажообіг з урахуванням та без урахування тари вагонів;
 $W_{\text{загал.}}$ – загальний пробіг вагонів.

Звітні показники роботи залізниць по мережі за період 1997-2007 роки [2] формувалися в просторові ряди та піддавалися відповідному регресійному аналізу за встановленою методикою [16].

Результати статистичної обробки математичними методами показників роботи залізниць протягом вказаного вище періоду наведені в табл. 2.10 При цьому було визначено, що функціональна залежність між значенням певного показника та поточним роком розрахункового періоду є лінійною, тобто відповідає математичній моделі вигляду $y = a + bx$. Вірогідність застосування вказаної математичної моделі підтверджується відповідними значеннями коефіцієнтів кореляції r і детермінації r^2 .

Таблиця 2.10

Результати статистичної обробки показників роботи залізниць за період 1997-2007 роки

Показник	Одиниця виміру	Функціональна залежність	Коефіцієнт	
			r	r^2
1	2	3	4	5
Експлуатаційний вантажообіг брутто (усього)	млрд ткм брутто	$Q_{\text{експл.}}^{\text{брутто}} = 298,79 + 17,48t$ (2.6)	0,94	0,88
Експлуатаційний вантажообіг нетто (усього)	млрд ткм нетто	$Q_{\text{експл.}}^{\text{нетто}} = 136,69 + 10,68t$ (2.7)	0,93	0,86
Середня маса (вага) вантажного поїзда	тис. т брутто	$Q_{\text{поїзд.}} = 3,13 + 0,02t$ (2.8)	0,97	0,95
Статичне навантаження (нетто) на вагон	т нетто	$P_{\text{стат.}}^{\text{нетто}} = 61,7 + 0,02t$ (2.9)	0,89	0,80
Середня технічна швидкість руху поїзда	км/год	$V_{\text{тех}} = 37 + 0,52t$ (2.10)	0,97	0,94
Загальний пробіг вагонів	млрд ваг.км	$W_{\text{загал.}} = 4,98 + 0,27t$ (2.11)	0,92	0,85

Продовження табл. 2.10

1	2	3	4	5
Середня маса (вага) тари «умовного» вагона	t	за формулою (2.4) $P_{\text{тари}} \approx 32$		
Середнє осьове навантаження від «умовного» вагона	$t/\text{вісь}$	$P_{\text{ос}}^{\text{брутто}} = 23,43 + 0,005t$ (2.12)	0,89	0,80
Кількість «умовних» вагонів в складі поїзда (у завантаженому стані)	умов. ваг	$n_{\text{ваг.}} = \frac{Q_{\text{поїзд.}}}{P_{\text{стат.}}^{\text{брутто}}} = 33,4$		

Примітка. t – поточний рік експлуатації колії в межах розрахункового періоду.

Нагадаємо, що за існуючою методикою регресійного аналізу статистичних даних [16] зв'язок між параметрами функції $y = f(x)$ вважається тісним при $r > 0,9$, добрим – при $r = 0,8 \div 0,85$ і задовільним – при $r \geq 0,5$, а коефіцієнт детермінації r^2 характеризує рівень зміни функції y залежно від аргументу x .

Вплив маси поїзда і швидкості його руху на конструкцію залізничної колії (тобто на рівень його силового навантаження) характеризується частотою і тривалістю дії колісних пар (з певним осьовим навантаженням) на рейки.

У нашому випадку, коли «умовний» поїзд у завантаженому стані складається з 33,4 «умовних» 4-вісних вагонів з осьовим навантаженням $P_{\text{ос}}^{\text{брутто}}$, а швидкість його (поїзда) руху становить $V_{\text{тех}}$, частота і тривалість дії колісних пар на конкретний переріз колії визначаються за формулами

$$\text{- частота дії колісних пар (Гц) – } \tau = 0,079V_{\text{тех}}; \quad (2.13)$$

$$\text{- тривалість дії колісних пар поїзда (с) – } t_{\text{поїзд}} = 1688/V_{\text{тех}} \quad (2.14)$$

Для оцінки рівня дії поїзного навантаження на конструкцію залізничної колії застосовується показник кінетичної енергії вантажного потоку, математична модель якого базується на відомому класичному законі $0,5mV^2$, для умов даних досліджень має такий вигляд:

$$K_{\text{кінет.}} = 0,5 (Q_{\text{експл.}}^{\text{брутто}} / L_{\text{гол.}}^{\text{розг.}}) V_{\text{тех}}^2, \quad (2.15)$$

де $L_{\text{гол.}}^{\text{розг.}}$ – розгорнута довжина головних колій ($L_{\text{гол.}}^{\text{розг.}} = 30$ тис.км).

У роботі [14] встановлено для вище визначених експлуатаційних факторів, що впливають на рівень силового навантаження на конструкцію залізничної колії, відносні коефіцієнти, які характеризують їх (факторів) зміну в межах розрахункового періоду (див. табл. 2.11).

Аналіз вище наведених результатів дозволяє констатувати, що за визначений період по мережі залізниць:

- загальний експлуатаційний вантажообіг збільшився в 1,56 разу;
- середня маса «умовного» поїзда зросла на 6 %;
- середня технічна швидкість поїздів була підвищена на 14 % і, як наслідок, на таку саму величину зросла частота дії коліс рухомого складу на елементи конструкції залізничної колії;
- обсяг кінетичної енергії, яка передається рухомим складом на колію, збільшився майже у 2,4 разу.

Таблиця 2.11

Відносні коефіцієнти зміни експлуатаційних факторів протягом розрахункового періоду

Експлуатаційний фактор	Коефіцієнт зміни експлуатаційного фактора k_i	Значення k_i станом на	
		1997 рік	2007 рік
Експлуатаційний вантажообіг бруutto (всього) $Q_{\text{експл.}}^{\text{бруutto}}$	$k_1 = 1 + 0,059t$ (2.16)	1,059	1,650
Середня маса (вага) вантажного поїзда $Q_{\text{поїзд}}$	$k_2 = 1 + 0,006t$ (2.17)	1,006	1,066
Статичне навантаження (бруutto) на вагон $P_{\text{стат.}}^{\text{бруutto}}$	$k_3 = 1 + 0,0002t$ (2.18)	1,0	1,0
Середня технічна швидкість руху поїзда $V_{\text{тех}}$	$k_4 = 1 + 0,014t$ (2.19)	1,014	1,150
Частота дії колісних пар поїзда τ	$k_5 = 1 + 0,014t$ (2.20)	1,014	1,150
Показник кінетичної енергії вантажного потоку $K_{\text{кінет}}$	$k_6 = 1 + 0,158t$ (2.21)	1,158	2,740
Розгорнута довжина головної колії $L_{\text{гол.}}^{\text{розг.}}$	$k_7 = 1$	1,0	1,0

Примітка. t – поточний рік експлуатації колії в межах розрахункового періоду.

Все це вказує (при тому об'єктивно) на підвищений рівень інтенсивності експлуатації головних колій залізниць протягом вказаного періоду.

У якості узагальнюючого показника, що характеризує рівень силової дії рухомого складу на конструкцію верхньої будови головних колій залізниць, застосовувалася така залежність:

$$k_{\text{загал.}} = k_1 k_4^2 / 2k_7. \quad (2.22)$$

Результати розрахунків свідчать, що за визначений період величина показника $k_{\text{загал.}}$ зросла з 1,07 до 1,81, тобто збільшилась майже на 70 %.

Цей факт ще раз підтверджує, що в сучасних умовах спостерігається інтенсифікація роботи конструкції залізничної колії під силовим навантаженням від рухомого складу.

У роботі [17] наводяться дані про щорічні зміни параметра $Q_{\text{експл.}}^{\text{брутто}}$ у період з 1991 року по 2011 рік (включно). При цьому вони (зміни) надаються не в абсолютних величинах (млрд ткм брутто), а у відносних – у вигляді процентів зменшення чи збільшення показника порівняно з певним базовим значенням $Q_{\text{експл.}}^{\text{брутто}}$, у якості якого розглядається загальний експлуатаційний вантажообіг попереднього календарного року.

У табл. 2.12 наведено дані з роботи [17], які характеризують зміну параметра $Q_{\text{експл.}}^{\text{брутто}}$ у 2008-2011 роках.

Таблиця 2.12

Зміна показника $Q_{\text{експл.}}^{\text{брутто}}$ у 2008-2011 роках

Зміна показника $Q_{\text{експл.}}^{\text{брутто}}$, % зменшення (-) або збільшення (+)			
2008 рік	2009 рік	2010 рік	2011 рік
- 2,1	-23,6	+11	+1,8

З урахуванням формули (2.6) і даних табл. 2.12 визначено [18] обсяги загального експлуатаційного вантажообігу у визначеному періоді (див. табл. 2.13).

Таблиця 2.13

Значення показника $Q_{\text{експл.}}^{\text{брутто}}$ у 2008-11 роках

Значення показника $Q_{\text{експл.}}^{\text{брутто}}$, млрд. ткм брутто

2008 рік	2009 рік	2010 рік	2011 рік
480,7	367,3	407,7	415
490,9*	394,6*	427,1*	468,4*

Примітка. * - за даними роботи [3].

Видно, що зміна параметра $Q_{\text{експл.}}^{\text{брутто}}$ протягом вказаного періоду відбувалася за деякою вогнутою кривою. Зміна загального експлуатаційного вантажообігу безпосередньо пов'язана з таким показником економіки, як обсяг валового внутрішнього продукту. У роботі [17] показано, що у 2008-2011 роках щорічні зміни валового внутрішнього продукту мали подібний характер.

Оцінка рівня дії поїзного навантаження на конструкцію залізничної колії здійснюється через показник кінетичної енергії вантажного потоку (див. формулу (2.15)). При цьому середня технічна швидкість руху поїзда приймалося $V_{\text{тех}} = 43$ км/год, тобто на рівні, який був досягнутий у 2007 році.

Співставлення даних табл. 2.13 і звітних даних роботи [2] свідчить про те, що загальний експлуатаційний вантажообіг залізниць у 2009 році опинився на рівні 2001 року, а потім почав повільно зростати і в 2011 році наблизився до рівня 2003 року.

З метою спрощення сприйняття результатів виконаних розрахунків вони (результати) надаються у вигляді відносних (умовних) коефіцієнтів k_i (у якості базових розглядаються значення відповідних показників роботи залізниць, які було досягнуто у 2007 році) (табл. 2.14).

Аналіз даних табл. 2.14 свідчить про те, що у визначений період часу спостерігається певне зниження показника кінетичної енергії вантажного потоку та, як наслідок, зменшення силової дії на конструкцію залізничної колії з боку рухомого складу.

Таблиця 2.14

Значення відносних коефіцієнтів k_i в 2007-2011 роках

Розрахунковий параметр (його відносний коефіцієнт k_i)	Значення коефіцієнта k_i по роках				
	2007 рік	2008 рік	2009 рік	2010 рік	2011 рік

Загальний експлуатаційний вантажообіг k_1	1,0	0,98	0,75	0,83	0,85
Середня технічна швидкість руху поїзда k_2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Розгорнута довжина головної колії k_3	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Показник кінетичної енергії вантажного потоку ($k_{загал}=0,5(k_1/k_3)k_2^2$)	1,0	0,98	0,75	0,83	0,85

Конструкція залізничної колії функціонує в умовах силового навантаження від коліс рухомого складу. Рівень цього навантаження суттєво впливає на її роботу (конструкції залізничної колії) та обумовлює зміну її технічного стану в процесі експлуатації. При напрацюванні тоннажу спостерігається стійка тенденція погіршення технічного стану конструкції залізничної колії через накопичення в ній залишкових деформацій, що призводить до зниження рівня безпеки руху поїздів.

Тому розглядання аспектів впливу динамічної дії рухомого складу на технічний стан конструкції залізничної колії пов'язано з актуальною проблемою, що стосується безпеки процесу перевезень.

Питанню взаємодії рухомого складу та конструкції залізничної колії присвячено багато досліджень, серед яких у якості фундаментальних можна відмітити роботи [19-21].

Раніше показано, що на сучасному етапі експлуатації українських залізниць спостерігаються стійкі тенденції зростання обсягів перевезень (див. табл. 2.10) і, як наслідок, підвищення силового навантаження від рухомого складу на конструкцію залізничної колії (див. табл. 2.11).

Динамічна дія рухомого складу на конструкцію залізничної колії поділяється на такі групи:

- вертикальні сили $P_{верг}$;
- горизонтальні поперечні (бокові) сили $P_{бок}$;
- горизонтальні повздовжні сили $P_{позд}$.

Нижче наводяться розрахункові формули для визначення величини визначених динамічних сил, що передаються на колію

від коліс найбільш поширеного виду рухомого складу – 4-вісного вантажного вагона.

За діючими правилами [22] розрахункова величина сили $P_{\text{верт}}$ встановлюється за формулою

$$P_{\text{верт}} = P_{\text{ст}} + 0,75j_{\text{рес}}z_{\text{рес}} + 2,5S, \quad (2.23)$$

де $P_{\text{ст}}$ – статичне навантаження колеса на рейку ($P_{\text{ст}} = 116$ кН);

$j_{\text{рес}}$ – жорсткість ресорного підвішування візка, яка приведена до одного колеса ($j_{\text{рес}} = 2000$ кН/м);

$z_{\text{рес}}$ – максимальний динамічний прогин ресор ($z_{\text{рес}} = 0,01 + 16 \cdot 10^{-7} V^2$ м);

S – середнє квадратичне відхилення динамічного навантаження колеса на рейку.

У кривих ділянках колії динамічна вертикальна сила $P_{\text{верт}}$, яка передається від коліс рухомого складу на рейки зовнішньої нитки, встановлюється [23] за формулою

$$P_{\text{вертR}} = P_{\text{верт}} + P_{\text{R}}, \quad (2.24)$$

де P_{R} – додаткове вертикальне навантаження на рейки зовнішньої нитки кривої від дії рамної сили екіпажа $Z_{\text{рам}}$, величина якої для 4-вісного вантажного вагона визначається за формулою

$$Z_{\text{рам}} = (1 + 0,0024V)(31,5 + 26a_{\text{нп}}), \quad (2.25)$$

де $a_{\text{нп}}$ – непогашене поперечне прискорення (при даних розрахунках прийнято $a_{\text{нп}} = 0,7$ м/с²).

Величина сили P_{R} знаходиться за формулою

$$P_{\text{R}} = Z_{\text{рам}} r_{\text{кол}} / 1,6, \quad (2.26)$$

де $r_{\text{кол}}$ – радіус колеса, м;

$1,6$ – відстань між осями рейок зовнішньої та внутрішньої ниток у кривій, м.

Під час руху екіпажа по кривій рамна сила $Z_{\text{рам}}$ зумовлює появу горизонтального поперечного навантаження $P_{\text{бокR}}$, що

передається від колеса на рейку. При дії 4-вісного вантажного вагона величина цього навантаження встановлюється [23] за формулою

$$P_{\text{бокR}} = (1+0,003V)(54 + 25a_{\text{нп}}). \quad (2.27)$$

На прямих ділянках колії при вилянні екіпажу від його коліс передається на рейки горизонтальна поперечна сила $P_{\text{бок}}$, для визначення ймовірної величини якої в роботі [24] запропонована розрахункова формула

$$P_{\text{бок}} = \mu P_{\text{верт}} V \sin \alpha (m_{\text{екв}} \beta_{\text{екв}})^{0,5} \Pi n_i, \quad (2.28)$$

де μ – коефіцієнт тертя псевдоковзання в зоні контакту колеса і рейки;

α – кут набігання гребеня колеса на рейку;

$m_{\text{екв}}$ – еквівалентна маса взаємодії колеса з рейкою в горизонтальній площині;

$\beta_{\text{екв}}$ – еквівалентна жорсткість колеса і рейки в горизонтальній площині;

Πn_i – добуток коефіцієнтів, що враховують стан рейкової колії та коліс екіпажа, конструкцію зв'язку між його візком і кузовом.

Повздовжні динамічні сили $P_{\text{позд}}$ в колії виникають тільки в зоні прогину рейки під дією колісного навантаження $P_{\text{верт}}$, тобто є локальними. Точка їх прикладення переміщається (уздовж колії за напрямом руху екіпажа) разом з колесом, яке викликає прогин рейки.

Величина сили $P_{\text{позд}}$ (за роботою [25]) може бути встановлена за формулою

$$P_{\text{позд}} = P_{\text{верт}} V^2 [(1 + \gamma) \psi / gh], \quad (2.29)$$

де γ – коефіцієнт, що враховує втрату кінетичної енергії колеса при його поступальному русі (для 4-вісного вантажного вагона $\gamma = 0,03-0,04$);

ψ – девіація зігнутої нейтральної осі рейки під колесом (при даних розрахунках приймається $\psi = 1$);

g – прискорення вільного падіння;

h – висота рейки (для рейки типу Р65 $h = 0,18$ м).

У роботі [26] для конструкції залізничної колії з рейками типу Р65, проміжним скріпленням типу КБ, залізобетонними шпалами (епюрою 1840 шт./км) на щебеновому баласті (розглядався літній період експлуатації колії) встановлено залежності зміни вище означених динамічних сил (через відносні коефіцієнти) при підвищенні технічної швидкості руху поїзда $V_{\text{тех}}$ (див. табл. 2.15).

Таблиця 2.15

Залежності зміни динамічного навантаження на колію в розрахунковому періоді

Динамічне навантаження на колію	Умовне позначення	Залежність зміни відносного коефіцієнта, що характеризує динамічну силу
Вертикальна сила	$P_{\text{верт}}, P_{\text{вертR}}$	$K_{\text{верт}} = 1 + 0,00127t$ (2.30)
Горизонтальна поперечна сила	$P_{\text{бок}},$	$K_{\text{бок}} = 1 + 0,00118t$ (2.31)
	$P_{\text{бокR}}$	$K_{\text{бокR}} = 1 + 0,00136t$ (2.32)
Горизонтальна поздовжня сила	$P_{\text{позд}}$	$K_{\text{позд}} = 1 + 0,0318t$ (2.33)

Примітка. t – поточний рік експлуатації конструкції залізничної колії в межах розрахункового періоду (1997-2007 роки).

У роботі [26] розглядається (при зростанні обсягів перевезень протягом розрахункового періоду) вплив динамічної дії «умовного» вантажного вагона на конструкцію залізничної колії «умовного» кілометра головної колії. При цьому вантажообіг на «умовний» кілометр колії («умовна» вантажонапруженість $\Gamma_{\text{умов}}$, млн ткм бруто / км за рік) визначається за формулою

$$\Gamma_{\text{умов}} = Q_{\text{експл.}}^{\text{брутто}} / L_{\text{гол.}} \quad (2.34)$$

Тоді функція $\Gamma_{\text{умов}} = f(t)$ відповідає математичній моделі

$$\Gamma_{\text{умов}} = 9,96 + 0,583t. \quad (2.35)$$

Контрольні питання

1. Складові транспортно-дорожнього комплексу, місце залізничного транспорту в цьому комплексі.
2. Структура основних фондів колійного господарства.
3. Ознаки, які визначають конструкцію залізничної колії як складної технічної системи.
4. Підприємства колійного господарства та їх призначення.
5. Основа розглядання колійного господарства в якості об'єкта науки управління.
6. Види виробничої діяльності колійного господарства.
7. Основна продукція колійного господарства.
8. Що таке технічний стан конструкції залізничної колії ?
9. Складові технічного обслуговування колії.
10. Що таке система технічного обслуговування колії?
11. Принципова схема функціонування конструкції залізничної колії.

3 ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ПРО СИСТЕМУ УПРАВЛІННЯ КОЛІЙНИМ КОМПЛЕКСОМ ЗАЛІЗНИЦЬ

Головне завдання колійного господарства полягає в утриманні конструкції залізничної колії в справному (працездатному) стані та забезпеченні на цій основі безпечного та плавного руху поїздів із встановленими швидкостями (на певній ділянці залізниці).

Для реалізації цього завдання існує відповідна система управління колійним господарством, яка передбачає наявність певних складових у своїй структурі:

- організаційно-адміністративний блок;
- блок управління фінансово-економічною діяльністю колійним господарством у цілому та його підприємств;
- блок управління персоналом колійного господарства в цілому та його підприємств;
- блок управління якістю функціонування конструкції залізничної колії.

Процес управління – це особливим чином орієнтоване на об'єкт діяння (у даному випадку розглядається конструкція залізничної колії), що забезпечує технічний стан його (об'єкта) відповідно до вимог діючої нормативно-технічної документації.

Процес управління в системі управління колійним господарством передбачає реалізацію циклічної послідовності таких етапів:

- підготовка рішення – розробляються рішення інженерного завдання, складаються їхні можливі варіанти, які базуються на зібраних у процесі моніторингу фактичних даних про технічний стан об'єкта (тобто конструкції залізничної колії на певній ділянці), ресурсів відповідного господарства, зовнішніх факторів впливу на об'єкт і оцінки показників, що характеризують процес функціонування об'єкта;
- прийняття рішення – вибір керівником (узгодження з відповідними службами) одного з можливих варіантів вирішення інженерного завдання та оформлення цього рішення у вигляді наказу (технічних умов; службової вказівки; директивного плану тощо);
- реалізація рішення – організація, облік і контроль виконання прийнятого рішення;
- аналіз та оцінка ефективності прийнятого та реалізованого рішення;

- підготовка (чергового) рішення і так далі за схемою, етапи якої наведені вище.

Для кожного рівня системи управління колійним господарством (лінійного – дистанція колії (ПЧ); дорожнього – служба колії (служба П); мережевого – Головне управління колійним господарством Укрзалізниці (ЦП УЗ)) існує своя система формування управлінських рішень, особливість яких обумовлюється змістом завдань, які розглядаються на відповідному рівні управління.

3.1. Інженерна підготовка виробництва в колійному господарстві

Управлінське рішення (у тому числі в системі управління колійним господарством) – це результат своєрідної діяльності певних фахівців (інженерів). Наука управління у прикладній формі вище зазначене розглядає як інженерну підготовку виробництва.

Інженерна підготовка виробництва охоплює широке коло питань і залежить від способу збору та обробки вихідної інформації, наявності проектно-кошторисної документації, номенклатури, складності та обсягу виробництва, потужності підприємства, існуючих ресурсів та інших показників. Основна мета інженерної підготовки виробництва – комплексний моніторинг технічного стану об'єкта (системи), визначення «вузьких» місць, розроблення обґрунтованих і технічно грамотних інженерних планів реалізації відповідних заходів за оптимальними технологіями.

Таким чином, інженерна підготовка розглядається як процес, що поєднує всі функції управління виробництвом та обґрунтовує інженерно-технічні та організаційно-управлінські рішення, їх реалізацію та подальшу оцінку отриманих результатів.

Колійне господарство є складною організаційно-технічною системою та не може ефективно функціонувати без якісної відповідної системи інженерної підготовки виробництва. У колійному комплексі планування ремонтно-колійних робіт, їх виконання та ресурсне забезпечення здійснюється власними

силами. Окрім того, існує потреба узгодження планів колійних робіт із суміжними службами залізниці.

Зазначене вище спонукає до удосконалення інженерної підготовки виробництва в колійному господарстві, що у свою чергу спрямовано на підвищення якості не тільки технічних (організаційних, технологічних), а й комплексних управлінських рішень.

Технічний стан конструкції залізничної колії є складовою ланкою перевізного процесу, тому поліпшення показників колійного господарства розглядається як засіб підвищення ефективності залізничної галузі в цілому.

Технологічна схема функціонування колійного комплексу може бути поділена на окремі етапи, кожний з яких забезпечується відповідним рівнем та обсягом інженерної підготовки виробництва. Реалізація інженерної підготовки виробництва повинна здійснюватися за відповідною методикою з урахуванням принципів єдності методів, засобів і термінології, що застосовуються в колійному господарстві, уніфікації організаційно-технологічних рішень і документації, а також з використанням відповідного математичного апарату. Окрім того, у повному обсязі повинна проводитися загальна організаційно-технічна підготовка кожного об'єкта (підприємства) до робіт.

На рис. 3.1 наведено алгоритм комплексної інженерної підготовки виробництва, який передбачає реалізацію ряду послідовних операцій (стадій).

Стадія 1 – оцінка за відповідними показниками технічного стану об'єкта (системи); прогноз його (стану) зміни; відповідна інформаційна база даних.

Комплексний моніторинг передбачає визначення рівня технічного стану об'єкта (системи) з позиції впливу на безпеку руху поїздів і на загальні показники експлуатаційної роботи залізниці.



Рис. 3.1. Алгоритм комплексної інженерної підготовки виробництва

При акумулюванні інформації слід враховувати, що її збільшений обсяг не завжди призводить до покращення якості інженерної підготовки виробництва. Тому з загальної інформаційної сукупності потрібно виділити ту частину, що безпосередньо стосується інженерної задачі, яка розглядається.

Залежно від мети інженерної підготовки виробництва формується перелік параметрів (показників), визначаються вимоги щодо їх точності, а також способи (методи) їх отримання. Як правило, початкові дані, які були одержані при діагностуванні об'єкта (системи), підлягають відповідній обробці та доповненню матеріалами з існуючої інформаційної бази.

Стадія 2 – формування альтернативних планів, вибір основного варіанта інженерної підготовки виробництва та підготовка до його реалізації.

На цьому етапі, використовуючи результати комплексного аналізу стану об'єкта (системи), розробляється низка альтернатив, які являють собою сукупність відповідних заходів у різному сполученні. Далі (під заданий обсяг інвестицій) складаються альтернативні плани, на основі яких формується область ефективних інженерних рішень. Заключний крок цієї стадії полягає у визначенні остаточного (оптимального) варіанта інженерної підготовки виробництва.

Під прийнятий план інженерної підготовки виробництва складається відповідна проектно-кошторисна документація, здійснюється ресурсне забезпечення, визначаються його виконавці.

Стадія 3 – організація і контроль за виробництвом робіт.

Інженерна підготовка на цьому етапі присутня не в прямому вигляді й має місце у випадку відхилення прийнятої технології виконання робіт від планових параметрів.

При цьому необхідно враховувати, що виробнича система, яка функціонує у взаємозв'язку з процесом перевезень, не може (на практиці) ідеально дотримуватися планових завдань. На неї (систему) впливають різноманітні фактори внутрішнього та зовнішнього характеру. При такій ситуації задача інженерної підготовки виробництва полягає у визначенні моменту, коли відхилення від планового завдання становиться незворотним і може призвести до порушення «рівноваги» всієї системи.

Стадія 4 – моніторинг реалізації плану інженерної підготовки виробництва з аналізом наслідків і (за необхідності) розробленням управляючих (керуючих) дій.

На цьому етапі здійснюється аналіз внутрішньої складової роботи колійного господарства. При цьому основна увага

приділяється не тільки об'ємним показникам, а й тому, як вони (показники) були одержані та який ефект досягнуто (наприклад, покращення технічного стану колії; зниження витрат ручної праці; підвищення ефективності використання ресурсів тощо).

Оцінюючи ефективність управлінських рішень, можна визначити імовірні недоліки у плануванні, виконанні та підготовці керуючої (управляючої) дії.

Розглянутий на рис. 3.1 алгоритм проведення інженерної підготовки виробництва являє собою невід'ємну складову частину системи управління колійним господарством.

3.2. Система підготовки управлінських рішень у колійному господарстві

Матеріал цього пункту базується на роботі [27].

Вище зазначалося, що в колійному господарстві основним виробничим процесом є технічне обслуговування колії, основна мета якого обумовлена вимогами [12], а продукцією колійного господарства є технічний стан залізничної колії на певній ділянці колії. Якість цієї продукції визначається через ступінь відповідності конструкції залізничної колії (за її технічним станом) щодо забезпечення безпеки та плавності руху поїздів.

Вимоги (підвищення швидкості руху, ваги й довжини поїздів, осьового навантаження), що стоять перед перевізним процесом, спрямовані на збільшення рівня прибутків залізниці та одночасно обумовлюють необхідність утримання конструкції залізничної колії у справному стані.

Рівень технічного стану конструкції залізничної колії на конкретній ділянці безпосередньо залежить від системи її технічного обслуговування та пов'язаний з наявністю відповідної основи (технічні, технологічні, матеріальні, фінансові та людські ресурси) і якістю організації виробництва (виробничого процесу), що ґрунтується на професіоналізмі кадрового персоналу, його здатності вирішувати інженерні задачі, які виникають, за оптимальним варіантом на основі прийняття відповідних управлінських рішень.

Ремонтно-колійні роботи, які передбачаються системою технічного обслуговування колії, виконуються за робочими

технологічними процесами, які розробляються для умов конкретної дільниці колії на основі типових. Якість складання цих (робочих) технологій виконання ремонтно-колійних робіт напряму пов'язана з професіоналізмом (кваліфікацією) виконавця (інженерно-технічного персоналу) і якістю прийнятого інженерного (управлінського) рішення.

До складу комплексу робіт з технічного обслуговування колії входять діагностика та моніторинг технічного стану залізничної колії на конкретній дільниці залізниці.

Діагностика конструкції залізничної колії передбачає контроль параметрів її технічного стану на певному етапі експлуатації та співставлення цих параметрів з допустимими значеннями, які встановлені діючими нормативно-технічними документами. На основі даних, які отримані в процесі діагностування технічного стану залізничної колії, формується відповідне інженерне (управлінське) рішення щодо необхідності призначення до виконання на конкретній ділянці певного комплексу ремонтно-колійних робіт.

Моніторинг технічного стану залізничної колії базується на сумарних (узагальнених) результатах періодично проведених процедур з діагностування конструкції та спрямований на визначення (прогнозування) рівня її технічного ресурсу. Результати цього моніторингу складають основу для прийняття відповідних інженерних (управлінських) рішень, що спрямовані на визначення (формування) переліку заходів з комплексу ремонтно-колійних робіт, які потрібно здійснити з метою забезпечення працездатного стану конструкції залізничної колії.

Ефективність діяльності колійного комплексу залізниць пов'язана, у першу чергу, із зниженням собівартості ремонтно-колійних робіт, що виконується для утримання в справному стані конструкції залізничної колії в процесі експлуатації (протягом її «життєвого» циклу). Досягнення цієї мети безпосередньо пов'язане з процесом управління якістю технічного стану колії (у світовій практиці цей процес отримав назву «управління якістю»).

Результати практичного досвіду технічного обслуговування колії за певний період експлуатації конструкції залізничної колії становлять основу для складання планів розвитку відповідних

підприємств колійного господарства. Зміст цих планів спрямовується на удосконалення системи ведення колійного господарства.

Аналіз системи технічного обслуговування колії (існуючої на конкретній ділянці залізниці) передбачає розглядання не тільки показників технічного стану конструкції залізничної колії та реалізованих ремонтно-колійних робіт, а й певних аспектів технології інженерної підготовки виробництва.

Основна мета і призначення системи підготовки інженерних рішень з питань технічного обслуговування колії передбачають розроблення планів виконання ремонтно-колійних робіт на основі комплексного аналізу та оцінки технічного стану залізничної колії, прогнозу можливості його (стану) зміни в процесі подальшої експлуатації з урахуванням відповідних ресурсів.

Окрім складання планів виконання ремонтно-колійних робіт, зазначена вище система інженерних рішень у колійному господарстві застосовується для вирішення інших завдань, наприклад для складання:

- заявок щодо обмеження швидкості руху поїздів на основі плану ремонтів конструкції залізничної колії на певній ділянці;
- пропозицій про призначення додаткових спостережень відповідними технічними засобами діагностування фактичного стану колії на окремих ділянках.

Нині управлінські рішення, які стосуються системи технічного обслуговування колії на ділянках, протяжність яких перевищує кілометр, є пріоритетом для дорожнього (служба П) і мережевого (ЦП УЗ) рівнів управління. На лінійному рівні (ПЧ) здійснюється оперативне управління технічним обслуговуванням колії на певній ділянці. Зміст управління на цьому рівні полягає в реалізації заходів, які передбачаються встановленим планом виконання ремонтно-колійних робіт (для певної дистанції колії).

Управлінські рішення формуються на основі аналізу даних про фактичний стан конструкції залізничної колії, ресурсів колійного господарства та факторів зовнішнього впливу (вимог процесу перевезення; рівня динамічної дії рухомого складу на колію; природно-кліматичних умов).

На дорожньому та мережевому рівнях інженерно-технічний персонал, який формує управлінське рішення, і керівник, який

затверджує це рішення, мають справу не з самою конструкцією залізничної колії, а з її моделлю. Як правило, ця модель являє собою об'єкт у графічному вигляді з найбільш суттєвими його характеристиками (параметрами) та орієнтована на підготовку конкретного управлінського рішення.

До числа таких моделей можна віднести найбільш поширені в колійному господарстві:

- колієвимірювальна стрічка, призначена для аналізу стану геометрії рейкової колії при підготовці рішень про усунення зафіксованих її (колії) відступів (відхилень) від діючих норм утримання;

- таблиця 5 технічного паспорта дистанції колії, де наводяться кількісні та якісні характеристики елементів верхньої будови колії. Ця інформація застосовується при складанні щорічних планів виконання ремонтно-колійних робіт;

- картка залізничної кривої з даними її натурального обстеження, що використовується для прийняття рішення щодо приведення кривої в проектне положення або виконання робіт з її переулаштування.

Рівень якості планування залежить від повноти вірогідності та наочності моделі, що відображає умови експлуатації й показники технічного стану конструкції залізничної колії на дільниці, а також результати виконаних на ній ремонтно-колійних робіт.

Існуючі графічні моделі мають статичний характер, тобто містять інформацію про стан конструкції тільки на конкретний момент часу. А моделі повинні представляти в більш повному вигляді показники технічного стану об'єкта та враховувати динаміку їх зміни протягом «життєвого» циклу конструкції залізничної колії, що безпосередньо впливає на прийняття рішення про ремонт колії.

Тому потрібна (для кожної дільниці залізниці) динамічна модель процесу технічного обслуговування колії, яка б враховувала зміну умов експлуатації, зовнішніх факторів, обсяг і якість виконаних ремонтно-колійних робіт.

Залежності детермінованого або стохастичного виду, які пов'язують показники технічного стану конструкції залізничної колії з експлуатаційними параметрами на дільниці, є

інформаційною базою системи підготовки управлінських рішень. Подібні залежності є результатом відповідних наукових і практичних досліджень за роботою конструкції залізничної колії в процесі її функціонування при певних експлуатаційних умовах.

Система діагностики фактичного стану конструкції залізничної колії розглядається як сукупність взаємопов'язаних нормативно-правових документів, технічних, методичних і програмних засобів, що застосовуються для виявлення несправностей колії, які викликали або можуть обумовити появу відмови в роботі конструкції залізничної колії в процесі її функціонування.

Як правило, діагностика стану колії, що реалізується на лінійному рівні, спрямована на забезпечення безпеки руху поїздів на дільниці через виявлення місць, де необхідно виконати невідкладні роботи (гостродефектні рейки; відступи від норм утримання рейкової колії 4-го та 5-го ступеня тощо), і містить у своєму складі такі етапи: збір даних, які характеризують фактичний стан конструкції залізничної колії, їх аналіз та оцінка відповідності їх діючим нормам.

У процесі підготовки управлінських рішень на дорожньому і мережевому рівнях, використовуючи систему діагностики, встановлюються місця несправностей колії та можливі причини їх появи в першу чергу на ділянках відносно значної протяжності (декілька пікетів – перегін) з особливими умовами експлуатації: швидкісний рух поїздів; рух поїздів підвищеної маси (ваги) і довжини; рух поїздів з підвищеним осьовим навантаженням тощо.

На основі інформаційної бази даних колійного господарства з застосуванням відповідних методик та алгоритмів визначаються ділянки колії зі специфічними особливостями (параметрами експлуатації):

- параметри ділянки колії суттєво відрізняються від аналогічних для дільниць, які знаходяться в подібних умовах експлуатації;

- обсяги робіт з технічного обслуговування колії (витрати на поточне утримання та ремонти колії) значно перевищують той рівень, який сформувався на дільницях з подібними умовами експлуатації;

- технічний стан конструкції залізничної колії в процесі її функціонування суттєво погіршується через значний рівень відмов у роботі окремих елементів верхньої будови колії (наприклад, певного типу скріплень, рейок, шпал та ін.);

- собівартість технічного обслуговування колії значно перевищує середній рівень по мережі або по залізниці (такі ділянки колії розглядаються як «бар'єрні» місця).

У таких випадках діагностика полягає в оцінці ступеня впливу експлуатаційних параметрів на зміну стану конструкції залізничної колії та зростання обсягів ремонтно-колійних робіт. Здійснюється вона методами статистичної обробки даних із встановленням кореляційних залежностей, через які визначаються можливі причини нестабільності ділянки колії. Результати діагностування є основою для планування технічних заходів, які спрямовані на підсилення конструкції залізничної колії та підвищення її довговічності, накопичення ресурсів (фінансових; колійної техніки; кадрового персоналу) лінійних підрозділів для забезпечення вимог перевізного процесу, а також суттєвого зниження рівня можливих відмов у роботі елементів верхньої будови колії.

Практичний досвід свідчить про те, що при підготовці управлінських рішень з питань технічного обслуговування колії навіть класичні методи статистичного аналізу (побудова гістограм, діаграм розкиду, різноманітного виду графіків залежностей параметрів, які характеризують технічний стан конструкції залізничної колії в певних умовах експлуатації) застосовується не повною мірою.

Сучасна система управління якістю розглядає статистичні методи аналізу як основний прикладний інструмент, який дозволяє отримати вірогідні кількісні оцінки ефективності реалізації виробничих процесів.

Використання статистичних методів аналізу виробничих процесів і їхніх результатів у системі підготовки управлінських рішень необхідно розглядати як реальну альтернативу заходам з поліпшення технічного обслуговування колії, які потребують значних витрат, в умовах, коли розроблення та впровадження нових конструкцій залізничної колії займають досить тривалий час, а зростання вартості матеріалів верхньої будови колії суттєво

випереджає підвищення їхньої якості. Статистичні методи аналізу спрямовані на вивчення, узагальнення та застосування існуючого (на певній ділянці) досвіду утримання конструкції залізничної колії у звичайних умовах.

Ефективно вирішувати завдання комплексного аналізу та оцінки стану колії, діагностування, розроблення планів виконання ремонтно-колійних робіт можливо тільки за допомогою обчислювальної техніки та комп'ютерної підготовки управлінських рішень з технічного обслуговування колії. Ця комп'ютерна підготовка повинна розглядатися як складова частина автоматизованої системи управління колійного господарства.

Системи підтримки прийняття рішень є програмно-технологічним інструментом як для осіб, які формують рішення, – інженерно-технічний персонал, так і для осіб, які приймають рішення, – керівний склад ПЧ (служби П; ЦП УЗ).

Система підготовки управлінських рішень з утримання конструкції залізничної колії призначена для реалізації таких заходів:

- подання у вигляді графіків, схем і таблиць параметрів, які характеризують фактичний стан конструкції залізничної колії, для його комплексного аналізу, оцінки та діагностування;
- діагностування технічного стану конструкції залізничної колії;
- прогнозування стану конструкції залізничної колії та вірогідності появи відмов у її роботі протягом заданого інтервалу часу;
- моделювання розвитку ситуації (оцінка стану конструкції залізничної колії залежно від прийнятого рішення щодо проведення того чи іншого виду ремонтно-колійних робіт і (або) обмеження швидкості руху графікових поїздів);
- формування пропозицій (заявок) на видачу попереджень про обмеження швидкості руху графікових поїздів;
- формування плану ремонтно-колійних робіт у вигляді декількох альтернативних варіантів, які мають кількісні характеристики ефективності, за якими особи, які приймають рішення обирають один з варіантів (найбільш оптимальний);

- формування рекомендацій з додаткового збору даних про технічний стан об'єктів колії засобами діагностики.

Підготовка управлінських рішень спирається на інформаційну базу даних колійного господарства, яка містить, зокрема, такі відомості:

- умови експлуатації (швидкість руху поїздів, осьове навантаження рухомого складу, напрацьований тоннаж тощо);

- параметри конструкції об'єктів залізничної колії (земляного полотна; верхньої будови колії; профілю і плану лінії; штучних споруд; стрілочних переводів тощо);

- характеристики щодо фактичного стану об'єктів залізничної колії, які одержані технічними засобами діагностики при візуальних оглядах;

- прогноз технічного стану об'єктів залізничної колії, який базується на основі математичних моделей накопичення відмов у роботі конструкції колії;

- ресурси підприємства (підрозділу) колійного господарства тощо.

Дані, що використовуються для комплексного аналізу, оцінки та планування, методики і алгоритми їх обробки, розрізняються для систем підготовки управлінських рішень на лінійному, дорожньому та мережевому рівнях.

На дорожньому та мережевому рівнях повинні формуватися декілька альтернативних рішень, зокрема планів ремонту конструкції залізничної колії з урахуванням його технічного стану (фактичного й прогнозного). При виборі оптимального варіанта необхідно розглядати ремонтні ресурси підприємства колійного господарства, виходячи зі встановлених вимог з безпеки руху поїздів та економічної доцільності, тобто на основі оптимізації співвідношень витрат на ремонт конструкції залізничної колії і подальше її утримання та можливих фінансових втрат перевізного процесу. Це завдання необхідно вирішувати через моделювання розвитку ситуації для кожного варіанта плану виконання ремонтно-колійних робіт.

Результати діагностування конструкції залізничної колії, комплексного аналізу та оцінки виконання середньо- та довгострокових планів ремонтно-колійних робіт, які реалізуються на мережевому рівні, є основою для коригування (за

необхідності) нормативно-технічної документації з системи технічного обслуговування колії.

Управлінське рішення формує варіанти організації виробництва, які характеризуються відповідними підсумковими показниками роботи системи. Прийняття таких рішень (як альтернатив організації виробництва) передбачає процедуру, яка пов'язана з аналізом етапів її реалізації та якістю інженерної підготовки виробництва, тобто дослідженню підлягають варіанти управлінського рішення з відповідними технологіями організації виробництва.

Розрізняють два види моделей технологічного процесу розроблення управлінського рішення: деталізований, агрегований [28].

Деталізована модель передбачає наявність повного набору етапів і процедур (урахування факторів дії зовнішнього середовища – формування проблемної ситуації – оформлення управлінського рішення – контроль його виконання).

Практичний досвід свідчить про те, що через значну різноманітність ситуацій осіб, які приймають рішення, не завжди дотримуються зазначеної послідовності дій. Вони (особи, що приймають рішення) орієнтуються на специфіку завдання:

- складність його вирішення;
- часова ознака;
- інформаційна визначеність;
- терміновість розроблення;
- методи, які застосовуються.

При цьому залежно від факторів, які впливають на систему, можна перейти від деталізованої моделі розроблення управлінського рішення до агрегованої схеми через виключення чи поєднання окремих процедур.

Деталізований варіант формування інженерного рішення доцільно застосовувати при розгляданні проблем розвитку та функціонування підприємства.

Етапи пошуку ефективних варіантів безпосередньо пов'язані з методами, які застосовуються при дослідженні проблеми. При цьому можна визначити спільні моменти, присутність яких обов'язкова для усіх методів. До них (з позиції системотехніки) належать такі етапи:

- уточнення завдання та вибір мети;
- формування варіантів альтернатив і їх аналіз;
- вибір оптимального рішення;
- представлення результатів.

При використанні теорії дослідження операцій та системного аналізу поетапно визначаються мета, альтернативні засоби її досягнення, ресурси, критерії вибору альтернатив, математичні моделі, які пов'язують зазначені параметри з факторами зовнішнього середовища.

На рис. 3.2 наведена принципова схема розроблення та прийняття управлінського рішення. Ця модель містить усі обов'язкові етапи й поєднує деталізований та агрегований підходи до вирішення проблеми (інженерного завдання).

У процесі виробничої діяльності в «ланках» підприємства виникають ситуації, які потребують коригування прийнятих інженерних рішень. Ці ситуації слід розглядати як сукупність обставин, які з'являються під впливом внутрішніх і зовнішніх дій, що дестабілізують «штатний» режим функціонування системи та викликають потребу її переведення до нового етапу. Необхідність розроблення нових або коригування раніше прийнятих рішень може бути пов'язана з питанням збереження функціонування об'єкта (системи), появою нової мети, виникненням випадкових обставин та іншими причинами.

Ефективність функціонування виробничої структури характеризується через системну доцільність, яка враховує її здатність до саморегулювання та самоорганізації, а також спроможність досягнення визначеної мети при змін зовнішніх умов. Колійне господарство належить до систем, функціонування яких знаходиться під значним впливом параметрів зовнішнього середовища. Зокрема при реалізації основного виробничого процесу колійного господарства – технічне обслуговування конструкції залізничної колії – управлінські рішення, які приймаються в системі управління колійним господарством, повинні враховувати вимоги (інтереси) суміжних служб залізниці та підлягають відповідному узгодженню з ними.

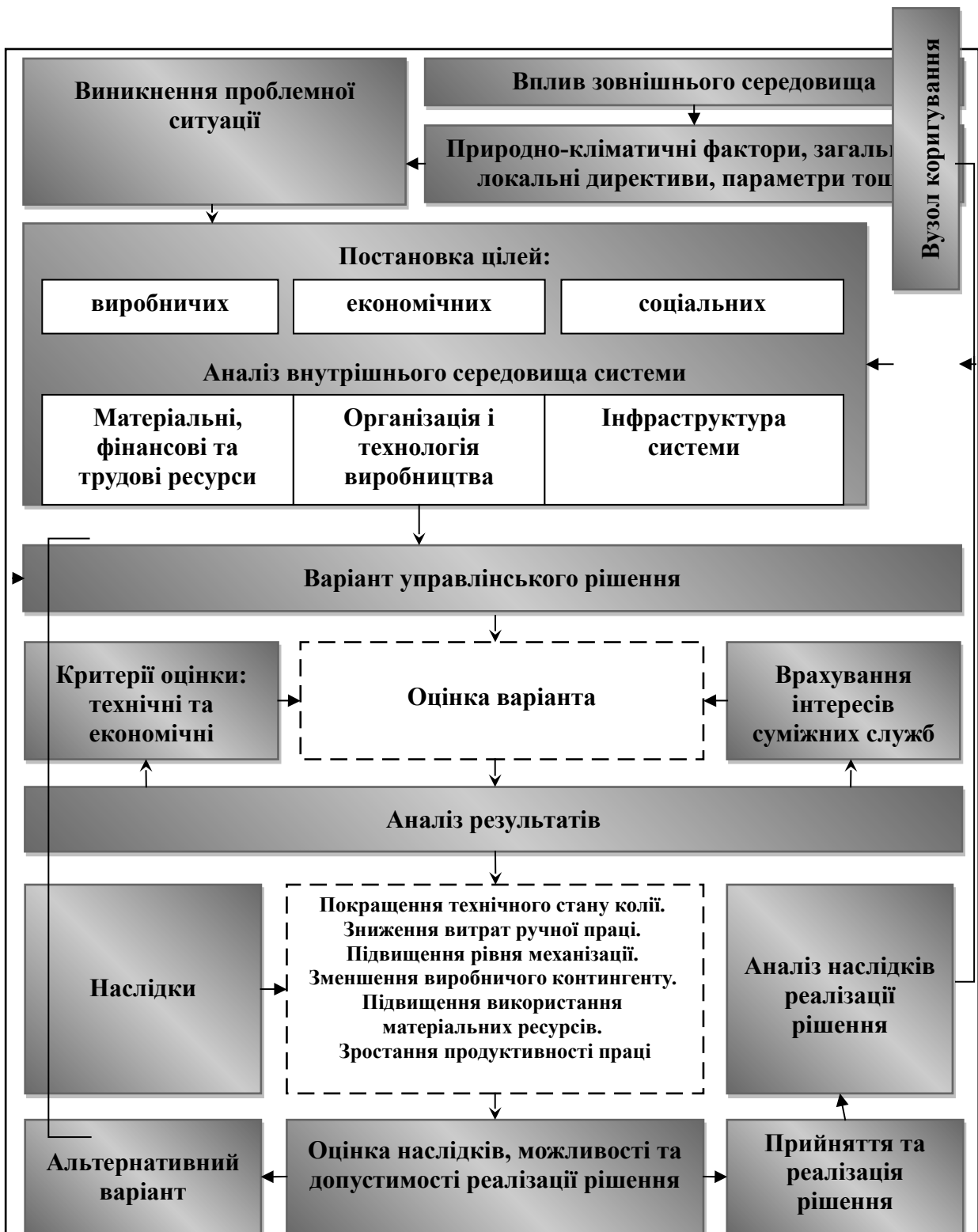


Рис. 3.2. Принципова схема розроблення та прийняття управлінського рішення

Процес управління виробництвом потребує ретельного аналізу як принципів (наприклад, управління за ресурсами, управління за рівнем надійності, управління за фактичним станом

тощо), так і функцій управління (організаційна структура, методи, інформаційна база та ін.). Усі функції процесу управління взаємопов'язані і в сукупності складають систему «підтримки» управлінського (інженерного) рішення.

В умовах реформування галузі залізничного транспорту (при певному обмеженні матеріальних і фінансових ресурсів, зміні характеру виробничих зв'язків та інших факторів) питання щодо прийняття інженерних рішень у системі управління колійним господарством мають відповідну складність.

Сучасні вимоги (інтенсифікація виробництва, підвищення рівня продуктивності праці, зниження собівартості продукції) обумовлюють внесення відповідних коректив до системи управління колійним господарством.

Контрольні питання

1. Складові системи управління колійним господарством.
2. Етапи процесу управління в системі колійного господарства.
3. Алгоритм комплексної інженерної підготовки виробництва.
4. Стадії інженерної підготовки виробництва.
5. На чому базується моніторинг технічного стану залізничної колії?
6. Що таке система діагностики стану конструкції залізничної колії?
7. Що визначається на основі інформаційної бази колійного господарства?
8. Для чого призначена система підготовки управлінських рішень з утримання конструкції залізничної колії?
9. Які відомості містить інформаційна база даних колійного господарства?
10. Принципова схема розроблення та прийняття управлінського рішення.

4 ОРГАНІЗАЦІЙНА СТРУКТУРА КОЛІЙНОГО КОМПЛЕКСУ ЗАЛІЗНИЦЬ

Матеріали цього розділу базуються на роботі [29].

Враховуючи специфіку залізничного транспорту як виробництва і особливості виробничої діяльності колійного господарства, цей об'єкт управління є складною соціально-економічною системою.

У структурному відношенні колійне господарство складається з різних за технологією праці лінійних підрозділів: дистанцій колії (ПЧ), колійних машинних станцій (КМС), дистанцій захисних лісосмуг (ПЧЛ), рейкозварювальних підприємств (РЗП) та ін., виробнича діяльність яких об'єднана однією метою – допомогти дистанціям колії якісно здійснювати поточне утримання залізничної колії.

Якісне поточне утримання залізничної колії гарантує безпеку руху поїздів з дозволеними швидкостями, що є продуктом виробничої діяльності дистанцій колії (ПЧ).

Дистанції колії структурно складаються з околотків і вони (околотки) є основними осередками виробничого процесу цієї системи.

Елементами виробництва є люди і знаряддя праці.

Виробництво – це сукупність і взаємозв'язок цих елементів і воно характеризується своїми специфічними законами розвитку, що дозволяє розглядати це виробництво як особливу систему і виділити управління нею в самостійний вид управлінської діяльності.

Кожна господарська система і її виробничий осередок являють собою єдність двох підсистем: керована і керуюча (об'єкта і суб'єкта управління).

Наприклад, у системі дистанції колії, як виробництва, до керуючої підсистеми належить весь адміністративно-управлінський апарат штабу дистанції колії на чолі з начальником, а до керованої підсистеми – околотки і бригади. У свою чергу колійний майстер порівняно з бригадиром колії є керуючою підсистемою, бригадир – керованою.

В усіх наведених випадках відношення між керуючою і керованою підсистемами є відносинами між людьми.

На робочих місцях здійснюється другий вид управління – управління засобами праці, тобто управління речами.

На сучасному виробництві основними засобами праці є машина. У системі співвідносин «людина-машина» людина виступає як суб'єкт управління, машина – як об'єкт.

Таким чином, виробничим осередком, у рамках якого здійснюється взаємодія людини і техніки, є робоче місце. Усі інші виробничі осередки (бригади, околотки, дільниці, дистанція колії) являють собою більшу чи меншу сукупність взаємопов'язаних робочих місць. Отже, потрібна погоджена дія працівників як керівників засобами праці на своїх робочих місцях. Цю функцію управління здійснює особлива група людей і вона називається управлінським апаратом.

Отже, виробництво передбачає два види управління: управління засобами праці і управління людьми (працівниками), інакше кажучи, управління виробництвом – це управління людьми (працівниками), а вони у свою чергу управляють засобами праці, виробляючи продукцію, яка може бути в тій чи іншій формі.

Інакше кажучи, управління – це те, що треба зробити, тобто спонукати інших до потрібних дій.

Мовою науки це звучить так: управління – це сукупність взаємопов'язаних економічних, соціальних і адміністративних, замішаних на політиці дій (впливів) на колектив або окремого працівника для досягнення поставленої певної мети.

Усіх працівників виробництва розподіляють на управлінський апарат і безпосередніх учасників виробничого процесу.

Працівники, зайняті управлінською працею на виробництві, між собою розподіляються на керівників діями людей (керівників усіх рангів) і виконувачів (інженерів, економістів, програмістів і т. п.). Останні керують тільки речами.

Виконувачі й персонал поділяються на спеціалістів і технічних виконавців (технічний персонал). Разом їх відносять до інженерно-технічних працівників.

До технічного персоналу належать працівники, які виконують допоміжну роботу з втілення функцій управління (технічні секретарі, друкарки, стенографістки та ін.).

Керівників поділяють:

- на персонал, який належить до лінійних керівників (бригад, околотків);
- персонал, який здійснює функції керівників дистанції колії.

Головною метою управління є отримання максимально можливих результатів при мінімальних витратах.

В існуючій системі управління поки що діє принцип одноосібності і демократичного централізму, тобто поєднання політичного і економічного (господарського) управління, планового ведення господарчих дій.

Принцип демократичного централізму передбачає єдність централізованого керівництва і широкої активності працівників в управлінні виробництвом.

Принцип єдності, політичного і економічного управління передбачає всебічний облік і аналіз об'єктивних факторів розвитку виробництва, науково-технічного прогресу, внутрішніх і зовнішніх факторів.

У процесі управління виникають різні управлінські відносини, у першу чергу це зв'язки між управлінським апаратом, з одного боку, і безпосередніми учасниками процесу виробництва – з іншого (колійний майстер, бригадир).

Різні зв'язки існують всередині самої сфери управління. Це відносини різних органів управління по вертикалі (міністерство, Укрзалізниця, залізниця). Відносини носять ієрархічний характер, тобто характер прямого підпорядкування нижчих вищим органам влади.

Різнобічні зв'язки існують і всередині кожного управлінського органу (всередині Укрзалізниці, залізниці) – це зв'язки між керівниками і виконавцями.

Із сказаного видно, що структура управління визначається структурою виробництва.

Тісний зв'язок існує також і між формами управління і формами власності. Останнє визначає характер і масштаби управління виробництвом.

Відомо, що економічні закони проявляють себе через діяльність людини. У цьому зв'язку очевидна велика роль управління, як фактора організуючої і направляючої дії

працівників на основі пізнання і використання економічних законів.

Форми управління повинні відповідати зміні форм виробництва і формам власності, сприяти їх подальшому розвитку.

4.1. Основні положення управління

Залізнична колія є фундаментом залізничного транспорту, від стану якої залежить швидкість руху поїздів, якість перевезень, безпека руху.

Безпека руху поїздів – основний закон у діяльності залізничного транспорту і вся діяльність колійного господарства пов’язана з виконанням цього закону, із забезпеченням рівня швидкості руху поїздів, створенням можливості виконання якісних показників залізницею.

Для того щоб стан колії відповідав сучасним вимогам, потрібна достатня її міцність і стійкість, комфортабельний проїзд пасажирів, і для цього необхідно мати сучасні виробничі фонди, пристойне фінансування, кадри фахівців і здібних менеджерів.

Загальний алгоритм схеми управління колійним господарством залізниці можна відобразити так, як вказано на рис. 4.1.

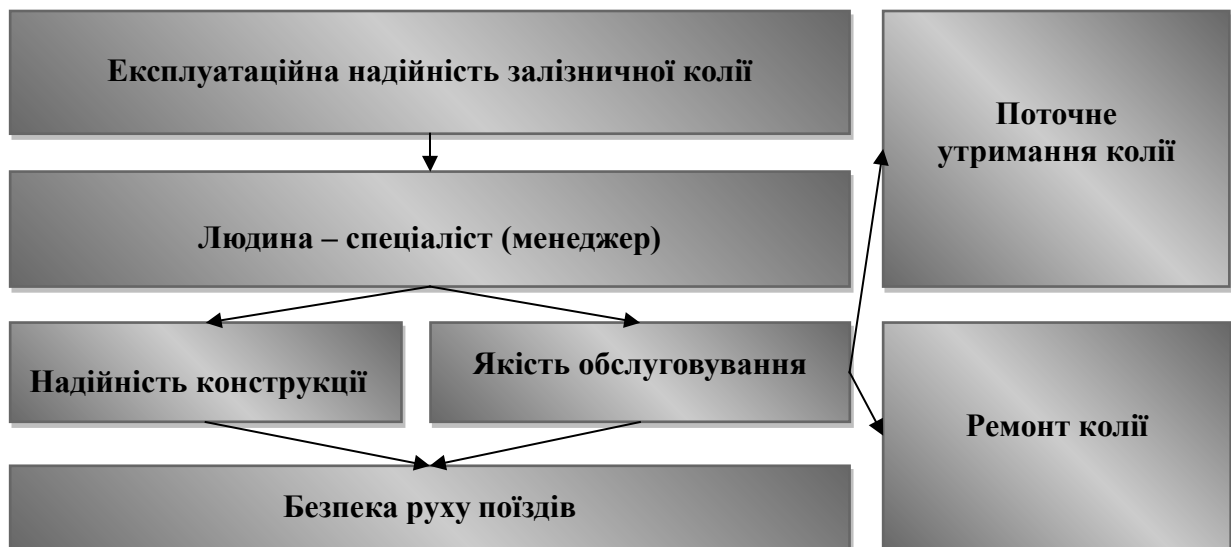


Рис. 4.1. Алгоритм моделі управління колійним комплексом залізниці

Колійне господарство – складний комплекс, до складу якого входять різні виробничі підрозділи і їх технологічну діяльність бажано об'єднати та направити на здійснення загальної мети – забезпечення безпеки руху поїздів з максимальними швидкостями.

У цьому полягає головна мета управління колійним господарством залізниці.

Ця мета може бути якісно здійснена головним менеджером (начальником служби колії), якщо він опирається на колегіальну думку штабу спеціалістів.

Блок «Надійність конструкції» є продуктом діяльності наукових і виробничих колективів нашої галузі і головна мета управління колійним господарством залізниці полягає в тому, щоб вчасно і якісно цю надійність зберігати і відновлювати обслуговуванням.

Блок «Якість обслуговування» у системі управління колійним господарством залізниці є головною метою менеджера (начальника служби колії).

Діючою системою ведення колійного господарства передбачено, що якість обслуговування залізничної колії забезпечується поточним утриманням і ремонтами колії.

Поточне утримання залізничної колії буде здійснюватися якісно тільки в тому разі, якщо відповідні ремонти колії будуть виконуватися вчасно і в потрібному обсязі. Це є аксіомою в діяльності працівників колійного господарства. І якщо ця умова виконується, безпека руху поїздів (залежно від стану колії) безперечно забезпечується.

На рис. 4.2 наведено модель, яка відтворює вищесказане.

На рис. 4.2:

«А» – сума факторів, що негативно позначаються на проектному стані залізничної колії (дія поїздів, атмосфери і т. д.).

«В» – якість обслуговування залізничної колії (поточне утримання + ремонти).

Якщо якість управління забезпечує рівновагу, тобто $A = B$, то такий стан «терезів» можна назвати нестійким (критичним).

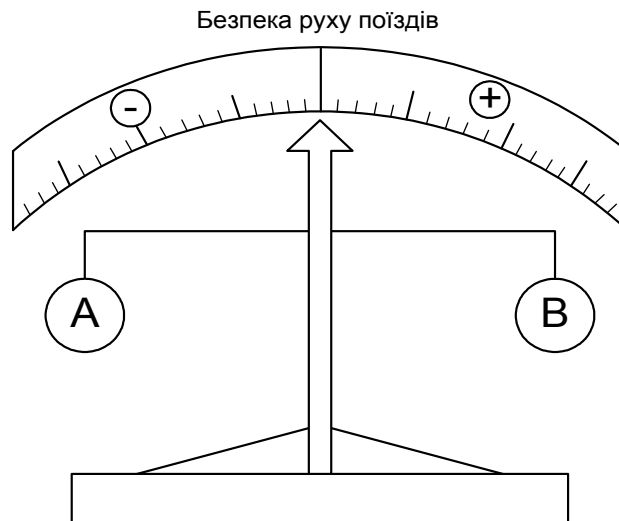


Рис. 4.2. Модель «терези» забезпечення безпеки руху поїздів залежно від якості стану залізничної колії

Якість управління повинна забезпечувати умову, коли $A < B$ (рис. 4.3), тобто протидія негативним факторам є успішною і колійне господарство залізниці працює ефективно, не створює перешкоди процесу перевезень і дає можливість залізниці якісно використовувати свої основні фонди.

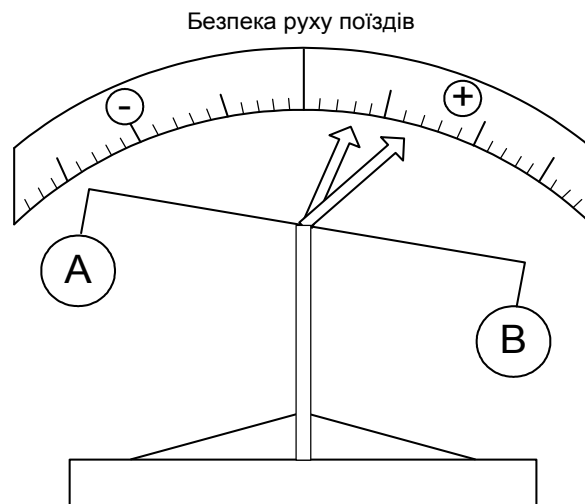


Рис. 4.3. «Терези» якості управління колійним господарством залізниці ($A < B$)

Положення «терезів» (рис. 4.4), коли $A > B$, яскраво демонструє модель негативного управління колійним господарством залізниці, нездібності головного менеджера

керувати діяльністю складної виробничої системи, якою є колійне господарство залізниці. Якщо управління колійним господарством відповідає такому положенню «терезів», менеджера треба змінювати як нездібного.

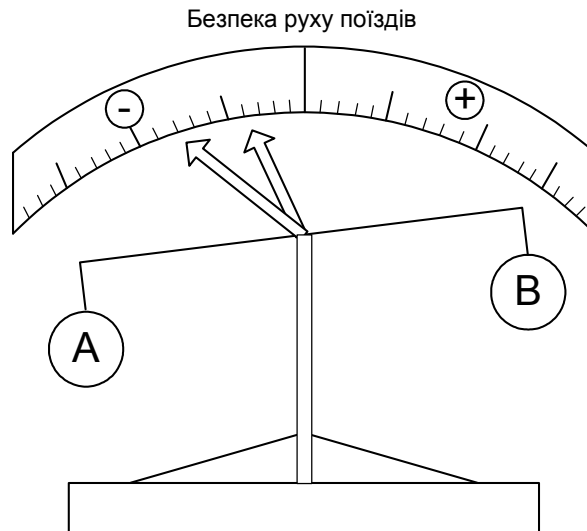


Рис. 4.4. Така модель «терезів» не має права на існування ($A > B$)

Враховуючи особливості, роль і значення колійного господарства залізниці для якості перевезень, існує необхідність у розвитку цього господарства, фінансування не за залишковим принципом, а в першу чергу за таким принципом, що дасть можливість створити надійний плацдарм для ефективного розвитку основних фондів інших служб господарства залізниці.

Управління колійним господарством зводиться до управління діяльністю усіх підрозділів колійного господарства, тобто якістю обслуговування (блок В).

4.2. Оцінка структури управління колійним господарством

Управління є особливою виробничою функцією ціленаправленої і узгодженої дії менеджера на виробничі колективи або окремих працівників для досягнення певної мети. У колійному господарстві цією метою є постійне утримання колії в справному стані.

Управління – спонукання підлеглих до виконання поставленої мети.

Система управління пройшла довгий шлях від прямого пригнічення працівника до ділового економічного співробітництва.

Управління колійним господарством залізниці має свої специфічні особливості, що обумовлено характером залізничного виробництва, кінцевою метою якого є перевізний процес.

Особливістю управління колійним господарством є підпорядкування своїх господарчих цілей загальним залізничним цілям – виконання планових завдань з перевезення.

Колійне господарство знаходиться в складі залізниці і в той же час є підрядником до залізниці, оскільки воно обслуговує фундамент перевізного процесу – залізничну колію.

Для перевізного процесу важливим є якість стану залізничної колії, від якості залежить швидкість руху поїздів. Колійники повинні постійно піклуватися що якість стану колії. Якість роботи головного менеджера (начальника служби), колійного майстра і бригадира колії оцінюється якістю стану колії.

Виходячи з цих обставин можна констатувати – стиль і методи управління колійним господарством полягають в управлінні експлуатаційною надійністю залізничної колії.

До цього часу управління колійним господарством, як і в цілому залізничним транспортом, домінує адміністративно-командний метод управління (волюнтаристичний). Від уміння, розуму і здібностей керівника залежить успіх справ на виробництві.

Колійне господарство зі своїми підрозділами не створюють закінчену транспортну продукцію, а лише забезпечують необхідні умови для її створення в цілому залізницею.

Якість обслуговування залізничної колії колійним господарством якісно позначається на кінцевій продукції залізниці.

Гарні здібності повинен мати керівник колійного господарства для об'єднання зусиль своїх підрозділів і спрямування їх зусиль на виконання головної мети залізниці.

Успіхом в управлінні колійним господарством є перехід від волюнтаристичних методів управління до економічних відносин замовника (залізниця) і підрядника (колійне господарство).

В управлінні вкрай потрібний матеріальний стимул, тобто матеріальна зацікавленість за кінцевий результат роботи.

На рис. 4.5 наведена схема управління залізничним транспортом.

Організаційна структура управління залізничним транспортом (рис. 4.5) складається з 3-х рівнів і залізниця має статус підприємства.

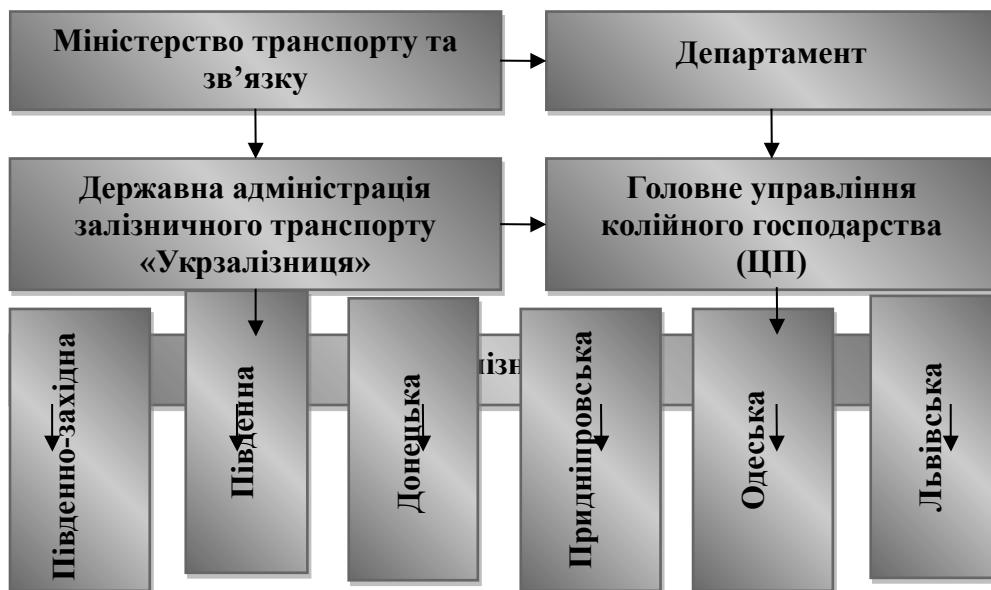


Рис. 4.5. Схема управління залізничним транспортом України

Система організації управління складається з двох основних частин:

- організаційно-функціональна;
- організаційно-структурна.

Організаційно-функціональна включає в себе визначення складу органів управління, прав і обов'язків кожної ланки управління, взаємовідносин між ними, а також рух інформації у ході виробничих процесів.

Організаційно-структурна частина включає питання розроблення структурних схем управління. Вони встановлюють склад і кількість виробничих ланок.

Структура управління колійним господарством визначена структурою управління залізничним транспортом (генеральною схемою).

Генеральна схема управління базується на співвідношенні територіального і галузевого (функціонального) принципів.

Специфіка перевізного процесу вимагає організаційної єдності систем усієї мережі залізниць України і в таких умовах доцільно й ефективно керувати з одного центру.

Територіальними підприємствами є залізниці, діяльністю яких керує державна адміністрація залізничного транспорту – Укрзалізниця, у складі якої діють головні управління по кожному господарству. Діяльність колійного господарства в технічному і технологічному плані здійснює головне управління колійного господарства (ЦП).

Схема управління кожною залізницею передбачає розподілення управління на відповідні служби – служби колії (П).

Галузеві функції управління колійним господарством здійснюються за дворівневою схемою «Укрзалізниця – залізниця».

Головними функціональними обов'язками ЦП є забезпечення успішної роботи колійного господарства залізниць, координація їх дій в обслуговуванні залізничної колії, проведення єдиної технічної і технологічної політики, забезпечення новою колійною технікою і технологіями для здійснення перевізного процесу на рівні встановлених планів і сучасних стандартів, конкурентоспроможність і відповідність світовим стандартам.

Залізниця – багатопрофільне державне підприємство залізничного транспорту, виконує державне замовлення на перевезення і діє для задоволення попиту населення, промисловості і сільського господарства в перевезеннях при забезпеченні безпеки руху поїздів, збереженні вантажів при ефективному використанні своїх ресурсів.

Служба колії залізниці є мозковим центром (штабом) колійного господарства і здійснює оперативне керівництво діями своїх лінійних підрозділів з тим, щоб якісно обслуговувалася

залізнична колія з усіма її спорудами для гарантованого здійснення перевізного процесу.

Для обслуговування колії вся довжина колій на залізниці поділена між дистанціями колії (ПЧ). Вони є головними лінійними підрозділами та їх діяльність повинна здійснюватися якісно.

Всі інші підрозділи колійного господарства (КМС, ПЧЛ, РСРП і т. д.) допомагають ПЧ якісно виконувати свої обов'язки.

Дистанції колії (ПЧ) у своїй структурі мають дільниці, околотки і робочі відділки, які очолюють відповідно начальники дільниць (ПЧУ), колійні майстри (ПД) і бригадири колії (ПДБ). Усі вони на дистанції мають свої порядкові номери.

На рис. 4.6 наведена структурна схема апарату управління службою колії, ПЧ та КМС без допоміжних відділів. На кожній залізниці ця схема відкоригується з урахуванням особливостей залізниці.

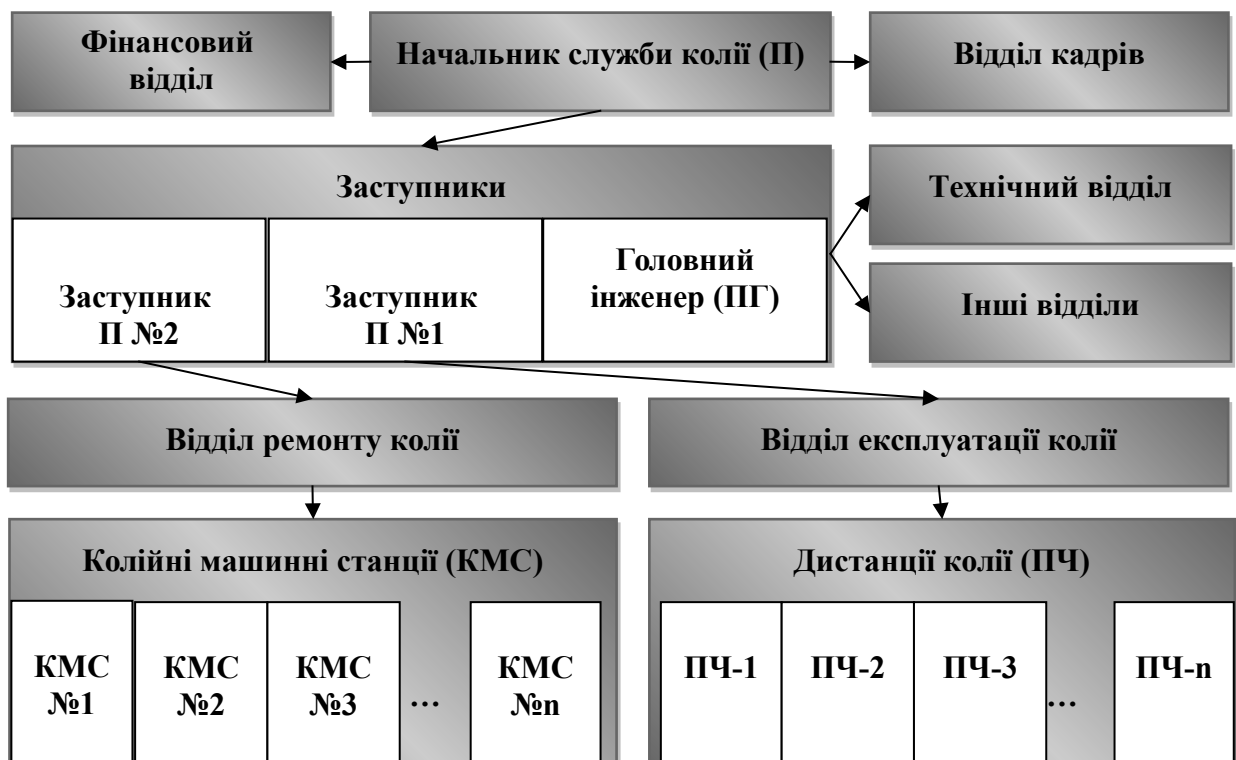


Рис. 4.6. Структурна схема апарату управління службою колії залізниці (штаб колійного господарства)

Начальник служби колії (П) через своїх заступників (Заступник П №1, Заступник П №2 і ПГ) здійснює управління



діяльністю апарату служби і через нього всім колійним господарством залізниці.

Заступник П №1 є першим заступником начальника служби. Під час відсутності начальника служби він виконує його обов'язки, сам безпосередньо керує поточним утриманням залізничної колії, що є головною функцією діяльності колійного господарства, тобто планує, організує і контролює діяльність дистанцій колії.

Заступник П №2 – відповідальний за виконання ремонтів колії, тобто планує, організує і контролює виробничу діяльність колійних машинних станцій (КМС), здійснює заходи з оздоблення КМС новою технікою і технологіями.

Головний інженер (ПГ) є теж заступником начальника служби і забезпечує вирішення завдань, пов'язаних з технічною політикою колійного господарства у сферах науково-технічних рішень, модернізації і автоматизації, вирішенням завдань соціального розвитку, охорони праці і навколишнього середовища. У своєму підпорядкуванні має технічний відділ, відділ інженерних споруд, охорони праці, служби колії.

Перераховані заступники регулярно інформують начальника служби про стан справ у колійному господарстві і підлеглих лінійних підрозділах, а сам начальник служби здійснює кадрову політику служби відносно всіх своїх лінійних підрозділів, тобто підготовку кадрів, розставлення (використання) на місцях, ротацию та перепідготовку спеціалістів. Не існує важливішої роботи, як робота з кадрами, і цією роботою повинні якісно займатися, разом з начальником служби, особисто усі керівники лінійних підрозділів колійного господарства, колійні майстри і бригадири колії.

Структурна схема управління апаратом служби колії і колійним господарством постійно повинна удосконалюватися з широким залученням електронно-обчислювальної техніки і нової ефективної технології організації праці і управління.

4.3. Характерні риси структури управління дистанцією колії (ПЧ) і форми організації поточного утримання колії

Дистанція колії (ПЧ) є лінійним підрозділом колійного господарства залізниці, який займається поточним утриманням залізничної колії і усіх її споруд і безпосередньо відповідає за безпеку руху поїздів з максимальними швидкостями.

На рис. 4.7 наведено схему структури управління дистанцією колії. На схемі вказана вертикаль здійснення поточного утримання від Заступник ПЧ до бригадира колії.

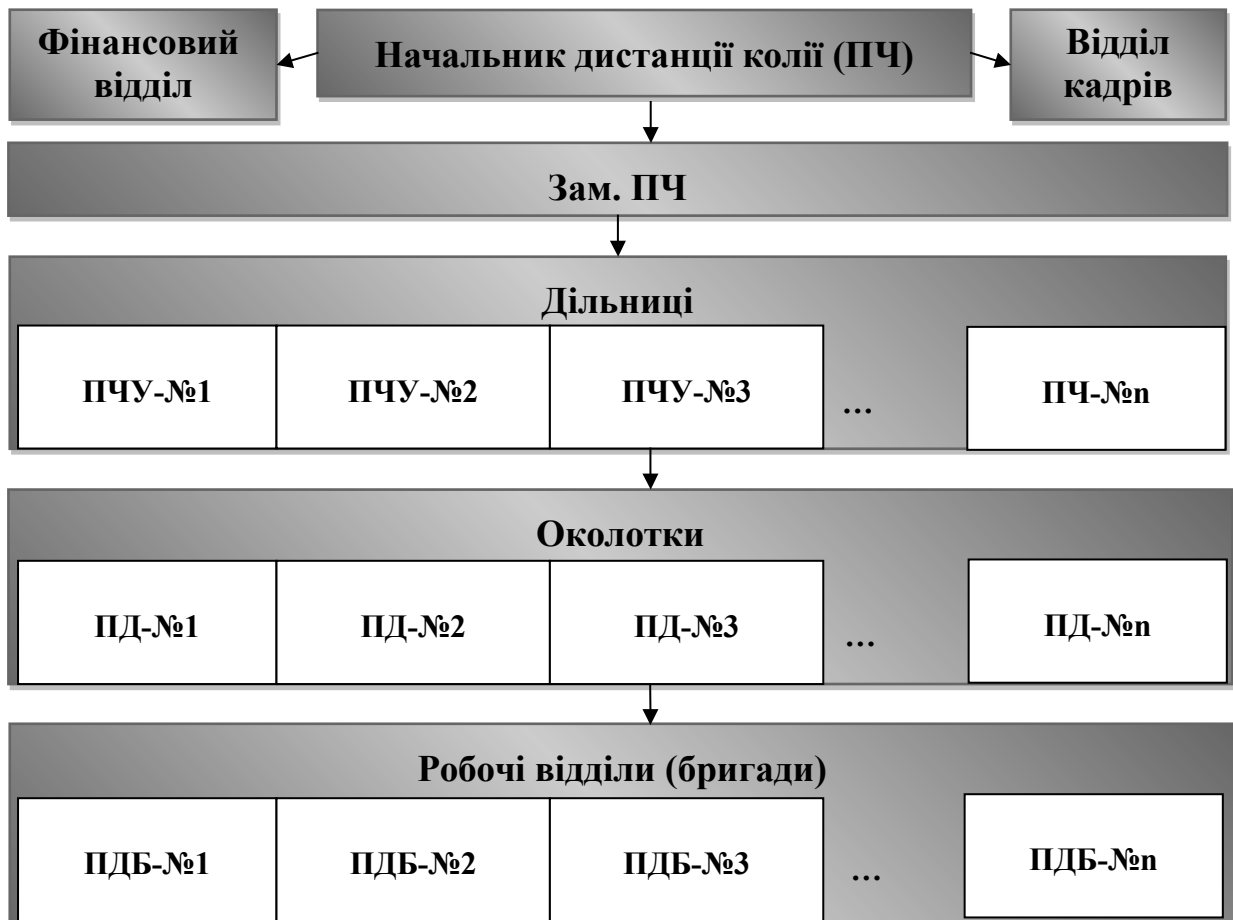


Рис. 4.7. Схема структури управління поточним утриманням колії на дистанції

Об'єми і номенклатура робіт з поточного утримання колії залежать від типу верхньої будови, розмірів руху поїздів, місцевих кліматичних і природних умов, а також періоду після останньої модернізації (капітального ремонту) колії.

Річний план роботи дистанції колії по кожному околотку, робочому відділенню і кілометру колії на майбутній рік

складається на основі осіннього огляду колії, даних технічного паспорту, показників вагонів-колієвимірвачів.

За результатами весняного огляду стану колії ці плани коригуються.

Річний план робіт з поточного утримання колії складають з урахуванням сезону робіт.

Основним видом оперативного планування робіт з поточного утримання колії на околотку і робочому відділенні є планування на півмісяця.

На основі огляду і перевірки стану колії складається план-графік. У ньому, як правило, на перші дні планують виконання невідкладних робіт, а потім – планово-попереджувальних.

Дистанція колії (ПЧ) здійснює поточне утримання залізничної колії, як правило, десь на 150÷200 км одноколійних дільницях і 200÷300 км – на двоколійних, що обумовлюється спеціальними розрахунками.

Як видно з рис. 4.7, дистанція колії має декілька дільниць (2÷4 дільниці), роботою на яких керують начальники дільниць (ПЧУ).

Кожна дільниця складається з 3÷5 околотків, діяльністю яких керують колійні майстри (ПД), і кожний околоток у своєму складі має 2÷4 робочі відділення, які очолюють бригадири колії (ПДБ).

Кількісний склад робочих відділень на околотку залежить від прийнятої структурно-організаційної форми здійснення поточного утримання колії.

В умовах, коли роботи з поточного утримання виконуються, в основному, з використанням ручного інструменту і механізмів, передбачено п'ять структурних форм: 1, 2, 3 – для перегонів і малих станцій, 1 ст, 2 ст – для вузлових і великих станцій.

Форма 1 (рис. 4.8) – на околотку створюють дві робочі бригади:

- мала – чисельність 5÷6 монтерів колії для виконання невідкладних робіт на всьому околотку;

- укрупнена – механізовану бригаду чисельністю 14÷16 люд.

Для виконання на всьому околотку планово-попереджувальних робіт.

На чолі кожної бригади знаходиться бригадир колії.

Ця форма передбачена для дільниць колії, де тип верхньої будови відповідає розмірам вантажонапруженості, осьовому навантаженню і швидкостям руху поїздів, де не порушуються міжремонтні норми ремонту колії і всі працівники живуть на станціях.

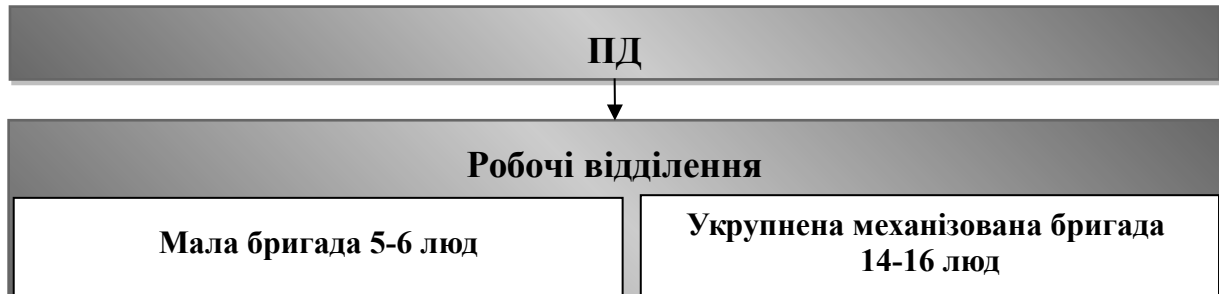


Рис. 4.8. Структурно-організаційна форма 1

Форма 2 (рис. 4.9) передбачає створення на околотку 2÷3 робочих відділень чисельністю 10÷12 люд на чолі з бригадиром колії. Кожна бригада на своїй дільниці виконує спочатку невідкладні, а потім планово-запобіжні роботи.



Рис. 4.9. Структурно-організаційна форма 2

Ця форма, як правило, застосовується практично завжди.

Форма 3 (рис. 4.10) – на околотку (його робочих відділеннях) створюються малі бригади чисельністю 5÷6 люд і механізована бригада чисельність 14÷16 люд, яка працює за графіком на ділянках усіх робочих відділень, виконуючи планово-запобіжні роботи. При виконанні робіт механізовану бригаду колійний майстер, як правило, об'єднує з малою (малими) бригадою (бригадами).

Ця форма може застосовуватися в будь-яких випадках.

Бригадир колії на своєму робочому відділенні відповідає за стан колії, безпеку руху поїздів і техніку безпеки працівників, а бригадир механізованої бригади відповідає за якість робіт, які виконує бригада, безпеку руху поїздів під час виконання робіт, техніку безпеки працівників, використання і збереження механізмів та інструменту.

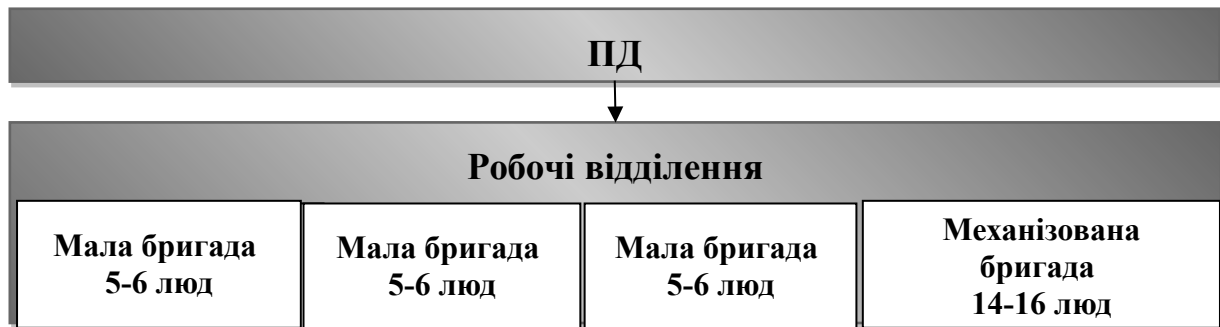


Рис. 4.10. Структурно-організаційна форма 3

Форма 1 ст – на околотку створюють укрупнену механізовану бригаду чисельністю 17÷20 люд і декілька малих спеціалізованих бригад чисельністю 5÷6 люд, а саме для утримання стрілочних переводів, рейкових кіл і ізолюючих стиків і т. п. на чолі з бригадирами колії.

Механізована бригада виконує планово-запобіжні роботи.

Форма 2 ст – околоток складається з 2÷3 робочих відділень, кожне чисельністю 5÷6 люд і механізованої бригади.

Колійний майстер при всіх структурних формах несе відповідальність за якість стану колії і всіх колійних споруд, безпеку руху поїздів, техніку безпеки, планування та організацію роботи бригад, колійних мостових і тунельних обхідників і чергових по переїздах.

Протягом тривалого часу перераховані структурні форми ефективно застосовувалися на поточному утриманні.

Зараз сама конструкція залізничної колії та умови експлуатації зазнали корінних змін, а існуючі форми організації поточного утримання залишилися старими і вони зазнають зараз тільки шкоду. Вони (форми) ні технічно, ні організаційно, ні технологічно не відповідають сучасним вимогам при переході з механізованих форм на машинізоване поточне утримання.

Використання колійних машин при поточному утриманні колії було спрямоване, перш за все, на збільшення обсягів планово-запобіжних робіт з метою покращення стійкості і стабільності колії і, у першу чергу, на дільницях з простроченими термінами виконання ремонтів колії, де потрібно виконувати роботи з суцільного виправлення стану колії як у плані, так і профілі, змащення та підкріплення клемних болтів та ін.

У реальних умовах експлуатації встановлені міжремонтні терміни виконання ремонтів часто порушуються, а в деяких випадках ігноруються, від чого з'являється велика кількість кілометрів з простроченим терміном ремонтів.

На таких дільницях вибіркові роботи з поточного утримання колії приносять більше шкоди ніж користі, погіршуючи загальний стан колії.

У багатьох випадках доцільним є проведення планово-попереджувальних робіт із суцільним підбиттям шпал, виправленням у профілі і плані.

Якщо зараз проаналізувати стан справ з поточного утримання залізничної колії, то можна побачити, що його практично нема на залізницях України через дефіцит монтерів колії.

Колійні бригади за своєю чисельністю не відповідають встановленим нормативним розрахункам. Через це вони не можуть виконувати потрібний обсяг робіт. Вони не є технологічними тому, що самотійно не можуть технологічно правильно виконувати роботи з поточного утримання колії. Їх праця не має матеріальної зацікавленості і т. д.

Із вищесказаного випливає, що якщо зберегти існуючі структурні форми при переході до машинізованого поточного утримання, то вони ще більше, ніж при механізованому, будуть погіршувати якість виконання планово-попереджувальних робіт.

Можна і далі критикувати існуючі структурні форми. Ясно одне, їх необхідно змінювати, слід знаходити нові, ті, які б покращили якість організації поточного утримання на основі використання машинізованих комплексів.

Як свідчить досвід, для виконання планово-запобіжних робіт з машинами необхідно мати бригади чисельністю

18÷20 люд. Для виконання невідкладних робіт необхідно мати малі спеціалізовані бригади чисельністю 5÷6 люд.

На основі практичного і наукового досвіду можна сказати: щоб вищевикладене стало можливим, необхідно збільшити приведену довжину діляниць до 90 км (десь 70 км головних колій, 100 стрілочних переводів і 25 км станційних колій).

Такий розподіл бригад по видах робіт поточного утримання колії в нових організаційно-структурних формах у майбутньому потребує змін у системі оцінки стану колії, оплати і стимулювання праці.

З урахуванням всього вищесказаного пропонуються дві можливі структурні форми організації машинізованого поточного утримання:

- форма 1М (рис. 4.11) – ділянична, тобто дистанція колії ділиться на ділянки довжиною від 40 до 80 км (розгорнутої довжини), на чолі з начальником ділянки (ПЧУ). У свою чергу кожен діляничний обслуговує ділянична бригада (18 ÷ 20 люд) і малі спеціалізовані бригади чисельністю 5÷6 люд.



Рис. 4.11. Організаційно-структурна форма 1М

Для виконання більших за обсягом невідкладних робіт створюють одну чи дві ділянкові експлуатаційні бригади у складі 6÷8 монтерів колії на чолі з бригадиром.

Керує всіма бригадами на робочих відділеннях та експлуатаційною бригадою на ділянці колійний майстер з експлуатації.

Ці бригади і їх керівники несуть відповідальність за забезпечення безпеки руху поїздів на дільниці, чергових по переїздах, мостових і колійних обхідників, два рази на місяць оглядають колію і стрілочні переводи, планують невідкладні роботи, перевіряють якість виконання планово-запобіжних робіт.

До обов'язків начальника дільниці (ПЧУ) входить загальне керування поточним утриманням колії, контроль за роботою колійних майстрів і бригадирів колії, організація планово-запобіжних і невідкладних робіт, відповідальність за безпеку руху поїздів, техніку безпеки, а також він є матеріально відповідальним;

- форма 2М (рис. 4.12) – дільниця з околотками і робочими відділеннями. Довжина дільниці приблизно 60÷80 км, околотку – 25÷30 км, робочого відділення – 6÷10 км.

Колійна бригада робочого відділення виконує невідкладні роботи. Бригадир разом з колійним майстром планують роботи. Обов'язки бригадира, колійного майстра та начальника дільниці ті ж, що при формі 1М.

Планово-запобіжні роботи виконує дільнична механізована бригада в складі 18÷22 чол.

Дозволяється за узгодженням з начальником дистанції колії збільшувати чисельний склад дільничної механізованої бригади за рахунок місцевого відділку.

Для умов машинізованого поточного утримання колії розробляється табель оснащення дистанції колійними машинами і кількість машин можна визначити за формулою

$$M_i = \frac{W_i}{w_{\text{дн}} \cdot N}, \quad (4.1)$$

де W_i – потрібний річний обсяг i -го виду робіт на дистанції, що підлягає виконанню машинами даного типу;

$w_{\text{дн}}$ – денний виробіток однієї машини;

N – кількість днів роботи машини за рік.

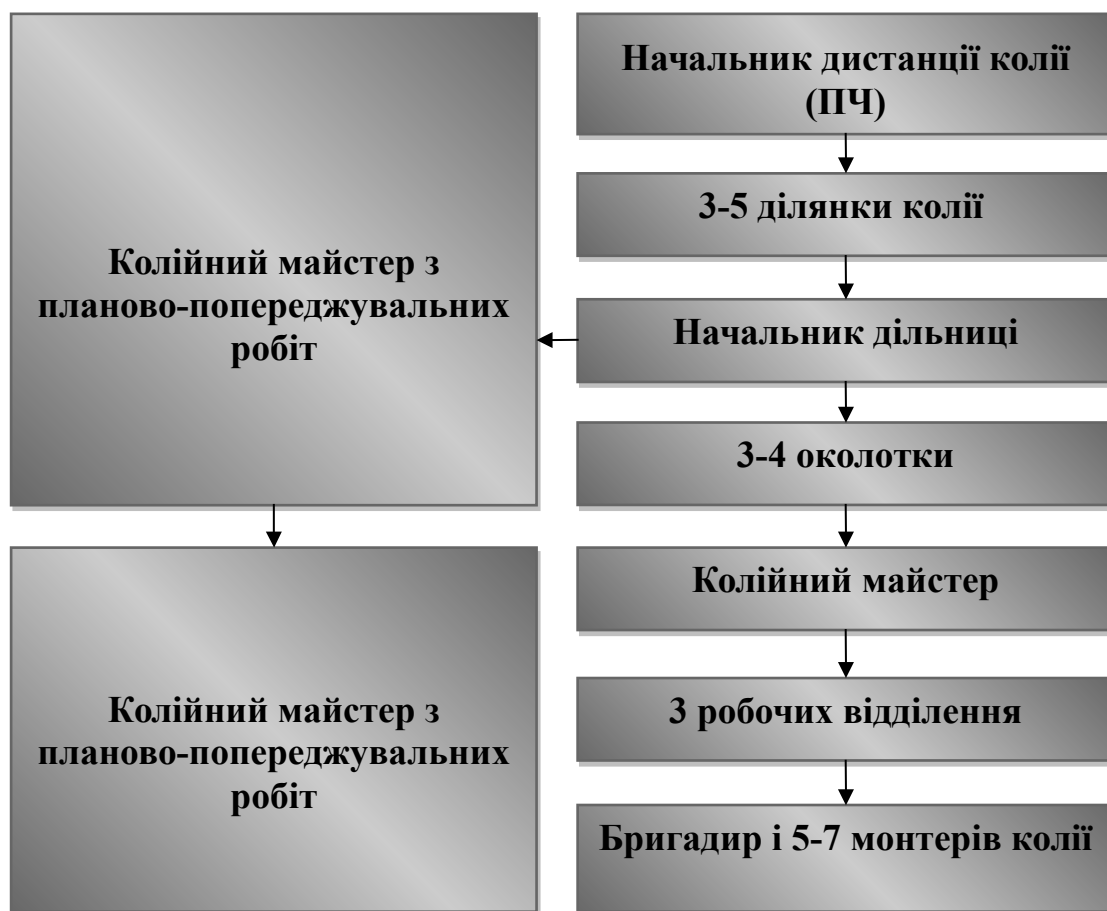


Рис. 4.12. Організаційно-структурна форма 2М

Денний виробіток машини знаходять за формулою

$$w_{\partial n} = w_2 \cdot t, \quad (4.2)$$

де w_2 – виробіток машини за годину;
 t – час роботи машини.

На машинізоване поточне утримання в першу чергу повинні бути переведені дистанції колії, що обслуговують дільниці з інтенсивним рухом пасажирських поїздів і великими швидкостями.

При плануванні планово-запобіжних робіт необхідно передбачати технологічні «вікна» достатньої тривалості залежно від обсягу робіт і складу машинізованого комплексу.

З урахуванням викладеного та вимог сучасності пропонується такий варіант організаційної структури колії.

Як приклад наводимо склад машинізованого комплексу для виконання планово-запобіжних робіт з виправлення профілю і плану безстикової колії: СМ, РОМ, ПМГ, ХДВ, ВПО-3000, Р-2000, СК. Тут СМ – снігоприбиральна машина; РОМ – рейкоочисна машина; ПМГ – колійний моторний гайковерт; ХДВ – хопер-дозаторна вертушка; ВПО-3000 – виправно-підбивально-опоряджувальна машина; ВПР-1200 – виправно-рихтувальна машина; Р-2000 – рихтувальна машина; СК – стабілізатор баласту.

Машинізований комплекс створюється з колійних машин, які є на даній залізниці, і його склад затверджується начальником служби колії.

Як показує практичний досвід, доцільно окремі машини та машинізовані комплекси утримувати на спеціальних підприємствах, які дають змогу якісніше їх обслуговувати і ремонтувати.

Застосування колійних машин при поточному утриманні колії значною мірою підвищить продуктивність праці та якість стану колії.

Головним показником прогресивності структури управління колійним господарством, тобто системи поточного утримання колії та її ремонту, є характер розподілу усіх витрат праці.

На рис. 4.13 зображено проект нової структури машинізованої дистанції колії, який був запропонований у свій час службою колії Південної залізниці.

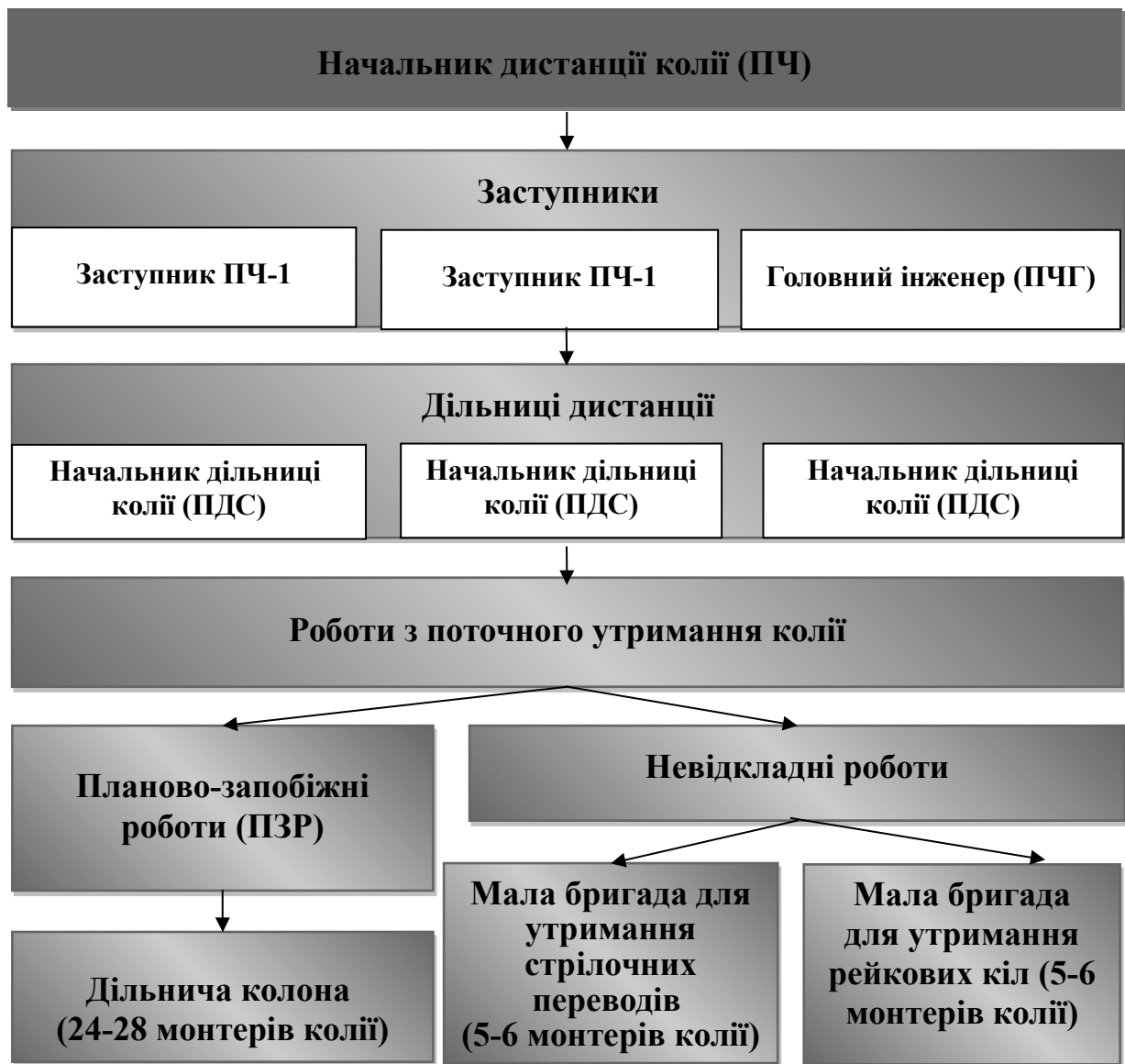
Ремонти колії виконують колійні машинні станції.

Основним планом діяльності та управління колійною машинною станцією є виробничо-фінансовий план.

Служба колії затверджує на кожний рік планові показники:

- програму робіт з ремонту колії;
- загальний фонд заробітної плати;
- прибуток КМС.

На основі заданих службою показників складається виробничо-фінансовий план. Виходячи з заданих показників складається план з роботи. До його складу входять завдання зі зростання продуктивності праці, чисельність працівників і фонд заробітної плати.



На основі цих документів здійснюється управління КМС, апарат служби колії контролює якість виконання цих планів.

На основі продуктивності праці, завдання з поліпшення рівня продуктивності праці в заданому обсязі робіт, визначають чисельний склад КМС:

$$N = \frac{L_{np}}{q(1 + p)}, \quad (4.3)$$

де L_{np} – обсяг роботи КМС, км привед;

q – середньорічний виробіток одного працівника КМС;

p – заданий процент підвищення продуктивності праці, частки одиниці.

Під час управління колійним господарством велике значення мають концентрація і спеціалізація, що є об'єктивною закономірністю розвитку виробництва та лінійних підрозділів, покращення якості і дієвості системи управління.

Характерною особливістю концентрації є збільшення приведеної довжини колій, які обслуговуються дистанціями та околотками, річної програми ремонтів колії однією КМС.

Через укрупнення та спеціалізацію робіт, як правило, покращується використання колійних машин, збільшується їх виробіток і продуктивність праці, стабільнішою та якіснішою стає колія.

Разом із концентрацією (укрупненням) потрібно застосовувати і спеціалізацію виробництва, тобто при поточному утриманні необхідно створювати спеціалізовані бригади з ремонту стрілочних переводів, рейкових кіл, спеціалізовані бригади з рихтування колії і т. д.

Спеціалізація спонукає впровадження нової техніки, зростання продуктивності праці, зниження собівартості та підвищення якості робіт, які виконуються.

Спеціалізація повинна все ширше і ширше знаходити своє втілення в організаційних формах підрозділів колійного господарства.

Сукупну приведену економію, пов'язану з застосуванням спеціалізації, пропонується розраховувати за формулою

$$\Pi = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{p}{100} (C_1 - C_2) - E_n(k_2 - k_1), \quad (4.4)$$

де i – кількість спеціалізованих бригад;

p – річний обсяг роботи, грн;

C_1 і C_2 – витрати на заробітну плату до та після застосування спеціалізації, %;

k_1 і k_2 – вартість виробничих фондів, відповідно до та після застосування спеціалізації, грн.

Економічна ефективність укрупнення КМС дає скорочення витрат на управлінський персонал, зменшення потреби в основних фондах, покращення використання техніки. Це є

основою технічної та технологічної політики діяльності як служби колії.

4.4. Основні завдання колійної машинної станції (КМС) і її характеристика

Колійна машинна станція (КМС) є механізованим спеціальним підрозділом колійного господарства залізниці. Вона виконує ремонти колії, здійснює виробничу діяльність за затвердженим планом.

Завдання КМС такі:

- виконання робіт на залізниці з реконструкції, модернізації, капітального, середнього, комплексно-оздоровчого ремонтів колії, „лікування” земляного полотна, сніго- і водоборотьби та ін.;
- організація колійних робіт з мінімальними витратами коштів, максимальне використання високоефективної техніки і новітніх технологій;
- ефективне використання „вікон”;
- впровадження досягнень науки, техніки, передового досвіду, максимальне використання виробничих потужностей, підвищення рівня машинізації на ремонтах;
- впровадження заходів з економної витрати матеріалів, пального, електроенергії, зниження собівартості ремонту колії.

За організаційною структурою КМС складаються, як правило, із 3-х колон:

- підготовчі, основні і опоряджувальні роботи (колійна колона);
 - збирання та розбирання ланок рейко-шпальної решітки і стрілочних переводів (колона бази);
 - механічний цех,
- а також з виробничо-технічного відділу, бухгалтерії та відділу кадрів (рис. 4.14).

Залежно від оснащення машинами та механізмами, а також від цільових задач, структурний склад КМС (рис. 4.8) може мати й інші особливості.

Колійна колона та колона бази складаються з бригад. Колонами керують виконроби.

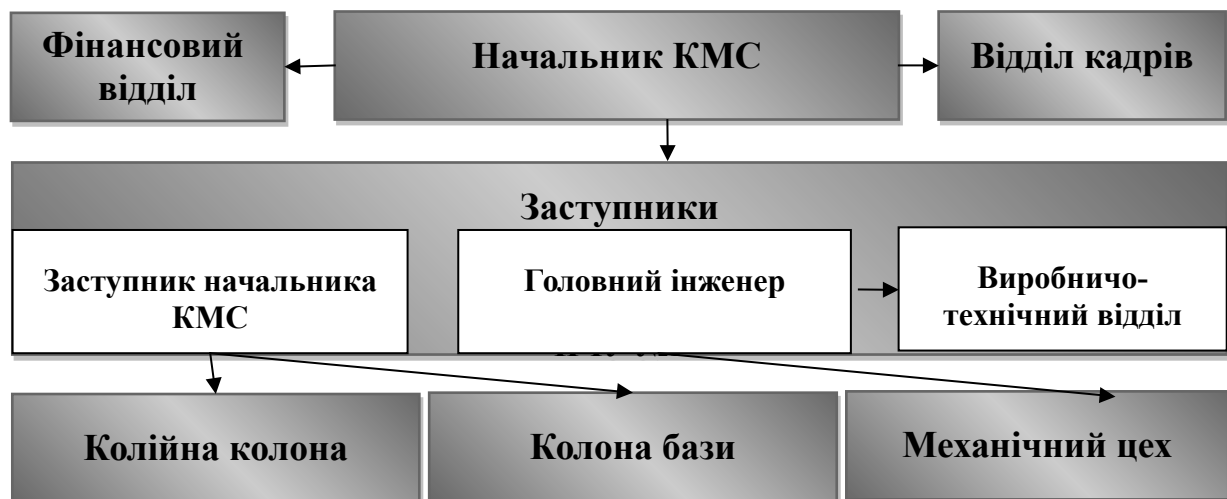


Рис. 4.14. Організаційна структура колійної машинної станції

КМС поділяються на чотири групи залежно від встановленого обсягу ремонтних робіт.

Колійна машинна станція здійснює свою виробничу діяльність на основі перспективних і річних виробничо-фінансових планів, які розробляються КМС і узгоджуються службою колії. КМС постійно звітує про їх виконання.

4.5. Вибір раціональної організаційної структури

Відомо, що вибір форми ведення поточного утримання колії, яка буде прийнятною для тієї чи іншої дистанції, враховуючи місцеві техніко-експлуатаційні особливості, полягає в порівнянні фактичного контингенту монтерів колії з плановим.

Розрахунки контингенту можуть бути виконані так:

- кількість монтерів колії при структурі бригад за формою № 1 буде

$$N_1 = n_o \cdot n_m + n_o \cdot n_y + n_d, \quad (4.5)$$

де n_o – кількість околотків;

n_m – кількість монтерів колії в малій бригаді (5÷6 люд);

n_y – кількість монтерів колії в укрупненій бригаді, залежить від створення в ній ланок підбивально-рихтувальних, ланок з виправлення кривих (рихтовання), утримання стрілочних переводів, рейкових кіл тощо (спеціалізовані бригади). Орієнтовано склад укрупненої бригади рекомендують приймати 25÷30 люд.

n_{∂} – чисельність дільничної бригади, яка виконує планово-запобіжні роботи по всій дільниці;

- при структурі за формою № 2 кількість працівників знаходиться як

$$N_2 = n_o \cdot n_b \cdot n_m + n_{\partial}, \quad (4.6)$$

де n_b – кількість бригад на кожному околотку;
 n_m – кількість монтерів у бригаді (10÷12 люд);

- при структурі за формою № 3:

$$N_3 = n_o \cdot n_b \cdot n_m + n_o \cdot n_y \cdot n_{\partial}, \quad (4.7)$$

де n_b – кількість бригад на околотку залежно від місцевих умов;
 n_y – кількість монтерів колії в механізованій бригаді (12÷16 люд) і 5÷6 люд, якщо створюється механізована ланка.

У результаті підрахунків за формулами (4.5) ÷ (4.7) може бути отримана різна кількість контингенту монтерів колії N_1 , N_2 і N_3 , при цьому значення N_3 може бути два: N_3' і N_3'' .

Вибір структури може бути виконано порівнянням розрахункового (або планового) контингенту з отриманою необхідною кількістю монтерів колії. При цьому можуть бути такі випадки:

$N_p > N_1; N_2; N_3'; N_3''$ – можна прийняти будь-яку форму;
 $N_1 > N_p; N_2; N_3'; N_3''$ – рекомендуються форми № 2 або № 3;
 $N_1; N_2 > N_p; N_3'; N_3''$ – рекомендується прийняти форму № 3;
 $N_1; N_2; N_3' > N_p; N_3''$ – рекомендується тільки № 3 з механізованими (спеціальними) бригадами.

Обов'язковою умовою застосування будь-якої структурної форми є виконання плану усіх підбивально-виправних робіт за літній сезон.

Тому як рекомендація для дільниць з великими розмірами вантажонапруженості може бути прийнята форма № 2 як більш прийнятна.

Можливо, що розрахунки та порівняння контингенту з розрахунковим або плановим можуть вказати на суттєву різницю з можливим контингентом. У цьому випадку керівник робіт може прийняти будь-яке рішення, яке дає змогу привести у відповідність розрахунковий і потрібний контингент.

Можливе деяке скорочення контингенту в бригадах (ланках), перегляд номенклатури утворюваних бригад, зміна кількості робочих відділень і бригад.

Рисунок 4.14 – Проект нової структури машинізованої дистанції колії

Контрольні питання

1. З яких лінійних підрозділів за технологією праці в структурному відношенні складається колійне господарство?
2. Що є продуктом виробничої діяльності дистанцій колії (ПЧ)?
3. Що є основними осередками виробничого процесу на дистанції колії?
4. Які два види управління передбачає виробництво?
5. Що є головною метою управління?
6. Загальний алгоритм схеми управління колійним господарством залізниці.
7. З яких 3-х рівнів складається організаційна структура управління залізничним транспортом?
8. Схема управління залізничним транспортом України.
9. Структурна схема апарату управління служби колії залізниці (штаб колійного господарства).
10. Схема структури управління поточним утриманням колії на дистанції.
11. На основі чого складається річний план роботи дистанції колії по кожному околотку, робочому відділенню і кілометру колії на майбутній рік?
12. Хто керує всіма бригадами на робочих відділеннях та експлуатаційною бригадою на ділянці?

5. ТЕХНІЧНИЙ СТАН ЗАЛІЗНИЧНОЇ КОЛІЇ – ГОЛОВНИЙ ОБ'ЄКТ УПРАВЛІННЯ В КОЛІЙНОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Вище зазначалося (див. п. 2.2), що основною продукцією колійного господарства є технічний стан конструкції залізничної колії, яка знаходиться в експлуатації. Згідно з п. 3.1 [12] «усі елементи залізничної колії... за ... станом мають забезпечувати безпечний і плавний рух поїздів із швидкостями, встановленими на даній ділянці». На сучасному етапі з урахуванням програми [4] зазначена вимога доповнюється таким: при ефективному функціонуванні конструкції залізничної колії (на певній ділянці), що у свою чергу передбачає оптимальні витрати на улаштування колії та її експлуатацію протягом «життєвого» циклу.

Якість продукції колійного господарства (технічний стан конструкції залізничної колії) визначається рівнем відповідності її показників діючим вимогам.

5.1. Технічний стан залізничної колії та його види

Під технічним станом залізничної колії розглядається сукупність певних властивостей об'єкта (конструкції залізничної колії), які схильні до змін у процесі його експлуатації та характеризуються в конкретний момент часу ознаками, які встановлені відповідною технічною документацією на цей об'єкт.

Технічний стан колії визначається через порівняння фактичних значень її характеристик з нормативними, які регламентуються діючою технічною документацією.

Конструкція залізничної колії в процесі експлуатації може знаходитися в одному з таких станів (див. рис. 5.1):

Стан I – стан конструкції залізничної колії без відступів від норм і допусків на її улаштування та утримання (справний стан);

Стан II – стан конструкції залізничної колії з відступами від норм і допусків на її улаштування та утримання, але повністю працездатний (несправний, але повністю працездатний стан);

Стан III – стан конструкції залізничної колії з відступами від норм і допусків на її улаштування та утримання, але частково працездатний, тобто з місцевим обмеженням швидкості руху поїздів (несправний, але частково працездатний стан);

Стан IV – непрацездатний, але неграничний стан конструкції залізничної колії (місцева повна відмова в роботі колії; потребує

огороження сигналами зупинки до відновлення працездатного стану);

Стан V – граничний стан конструкції залізничної колії (подальша експлуатація колії небезпечна без виконання її ремонту відповідного виду).

Кожний з зазначених технічних станів конструкції залізничної колії характеризується певною сукупністю кількісних значень її параметрів і якісних ознак. Номенклатура цих параметрів та ознак, а також межі їх допустимих значень визначені діючою нормативно-технічною документацією.

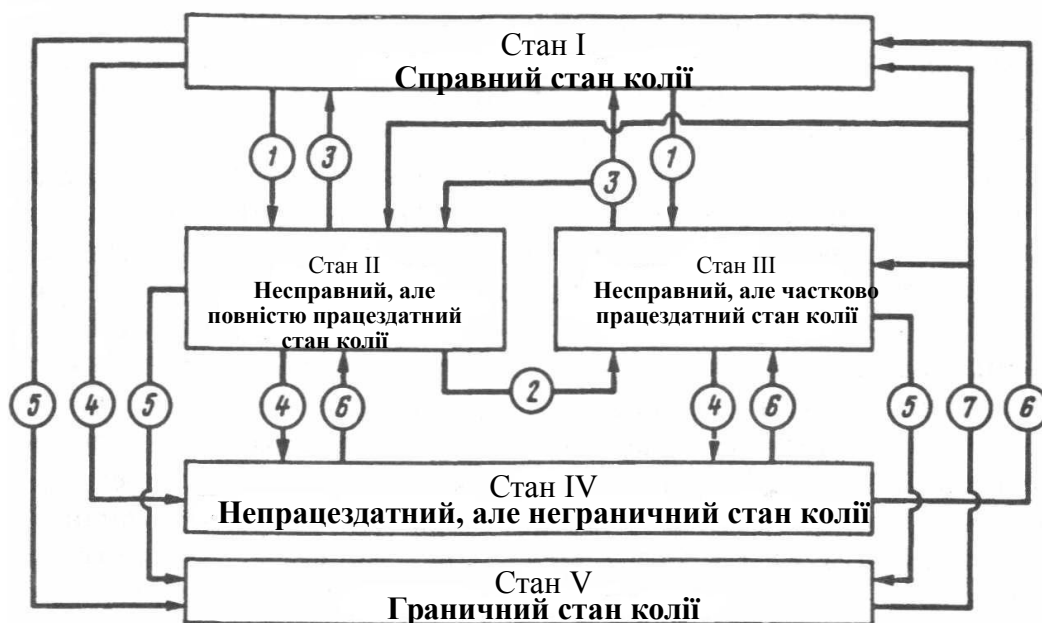


Рис. 5.1. Схема основних видів технічного стану конструкції залізничної колії в процесі експлуатації:

- 1 – накопичення пошкоджень колії; 2 – часткова відмова колії;
- 3 – поточне утримання (технічне обслуговування) колії;
- 4 – повна відмова колії; 5 – перехід у граничний стан (через появу несправностей колії, які не підлягають усуненню при її поточному утриманні); 6 – відновлення працездатного стану колії;
- 7 – ремонт колії відповідного виду (модернізація, капітальний, середній, комплексно-оздоровчий та ін.)

Якщо в процесі експлуатації конструкція залізничної колії зі стану I переходить у стан II, то ця подія називається пошкодженням колії. У випадку, коли конструкція залізничної колії зі стану I або II переходить у стан III, тобто в несправний,

але частково працездатний стан (з обмеженням швидкості руху поїздів), то ця подія розглядається як часткова відмова в роботі колії. У разі, коли конструкція залізничної колії зі стану I, II або III переходить у стан IV, тобто в непрацездатний стан, то ця подія являє собою повну відмову в роботі колії.

Прикладом технічного стану I конструкції залізничної колії з утримання рейкової колії є її оцінка «відмінно» за показниками колієвимірального вагона. Стан II відповідає відхиленням (відступам) 2-го та 3-го ступенів від норм утримання рейкової колії, тобто такий її стан виходить за межі допусків на улаштування та утримання й штрафується відповідною кількістю балів, але конструкція залізничної колії при цьому є цілком працездатною (швидкість руху поїздів не обмежується). Стан III з утримання рейкової колії відповідає наявності відхилень (відступів) 4-го ступеня (коли встановлюється обмеження швидкості руху поїздів), а стан IV виникає при появі в рейковій колії відхилень (відступів), через які пропускання поїздів не дозволяється.

У граничний стан V конструкція залізничної колії переходить, залишаючись частково або повністю працездатною, зі станів II або III. Для конструкції залізничної колії характерні три граничних стани:

- перший, при появі якого виконується комплексно-оздоровчий ремонт колії (КОРК);
- другий, при появі якого виконується середній ремонт колії (СРК);
- третій, при появі якого виконується модернізація (капітальний ремонт) колії (МК; КРК).

На деяких дільницях (залежно від їхніх експлуатаційних умов і встановлених міжремонтних схем) протягом строку служби конструкції залізничної колії комплексно-оздоровчий і навіть середній її ремонт не виконується, оскільки перший, а іноді і другий граничний стан колії не настає, внаслідок можливості забезпечення працездатності конструкції (за станом баласту, шпал, проміжних скріплень) у процесі її поточного утримання між суміжними МК (або КРК).

Покращення технічного стану конструкції залізничної колії в процесі її функціонування досягається через виконання

ремонтів колії, робіт з відновлення її працездатності (повністю або частково) стану та з ліквідації (усунення) несправностей (пошкоджень, розладів) колії.

Основним і єдиним призначенням конструкції залізничної колії є забезпечення безперебійного пропускання поїздів із встановленою швидкістю. Тому практичне значення має розгляд та оцінка в першу чергу тих показників технічного стану колії, які впливають на затримки поїздів на певній поїздо-дільниці (на ділянці між вантажними станціями).

Основними оціночними показниками технічного стану конструкції залізничної колії є:

- параметр потоку відмов у роботі конструкції або середнє напрацювання на відмову (показники безвідмовності);
- ресурс напрацьованого тоннажу (млн т брутто) або строк служби конструкції (роки) між суміжними МК або КРК (показники довговічності);
- інтервал часу або трудомісткість відновлення працездатного стану конструкції після її відмови (показники ремонтпридатності).

Управляти технічним станом конструкції залізничної колії можна тільки через зміну величин зазначених показників.

Слід зазначити, що технічний стан конструкції залізничної колії в цілому і технічний стан будь-якого її елемента – це різні поняття, які оцінюються відповідними показниками. Обумовлюється це тим, що конструкція залізничної колії в цілому є об'єктом, який ремонтується та відновлюється після відмови в умовах її функціонування, а окремі елементи конструкції належать до об'єктів, які в умовах функціонування не ремонтуються та не відновлюються після відмови, а підлягають заміні на нові (або старопридатні). Для таких об'єктів, що не підлягають ремонту в умовах функціонування конструкції залізничної колії, основними показниками технічного стану є ймовірність безвідмовної роботи і середнє (або γ -процентне) напрацювання до відмови.

Практичний досвід експлуатації конструкції залізничної колії показав, що з загальної кількості її повних відмов (місця, які до відновлення працездатного стану колії огорожуються сигналами зупинки) майже 95 % складають поодинокі відмови

рейок. Тому в якості основного показника технічного стану конструкції залізничної колії (на мережі залізниць у цілому, на залізниці, на дистанції колії й т. д.), як правило, використовують середню (по мережі, по залізниці, по дистанції колії й т. д.) кількість N поодиноких відмов рейок за рік на 1 км розгорнутої довжини головної колії.

Розділивши значення N на середню (по мережі, по залізниці, по дистанції колії) вантажонапруженість Γ , одержимо середнє значення параметра потоку повних відмов α , а результат дії Γ / N надасть середнє значення напрацювання на відмову β .

Відомо, що конструкція залізничної колії в процесі експлуатації може знаходитися в технічному стані певного виду. Для цілей практичного діагностування конструкції залізничної колії можна виділити три основні групи її технічного стану: повна працездатність $R(1)$; обмежена працездатність $R(2)$ (на ділянці колії рух поїздів здійснюється з обмеженою швидкістю); непрацездатність $R(0)$.

Перехід конструкції залізничної колії зі стану $R(1)$ в інший (за працездатністю) стан відбувається за схемами, графічні моделі яких наведені на рис. 5.2.

Модель 1 (див. рис. 5.2, а) характеризує плавний (повільний) перехід конструкції залізничної колії за період часу t_1 зі стану $R(1)$ у стан $R(2)$ без досягнення стану $R(0)$. Це притаманно зворотним процесам «старіння», які виникають через затримку виконання на ділянці колії ремонтно-колійної роботи i -го виду. Своєчасне виконання ремонтно-колійних робіт запобігає переходу конструкції залізничної колії в непрацездатний стан.

Модель 2 (див. рис. 5.2, б) характеризує подальший розвиток процесу, який розглядався вище: перехід конструкції залізничної колії за період часу t_2 зі стану $R(2)$ у стан $R(0)$ (при цьому $t_2 > t_1$). Така ситуація можлива при тривалій затримці виконання ремонтно-колійних робіт на ділянці колії, а також у разі зниження несучої здатності підшпальної основи.

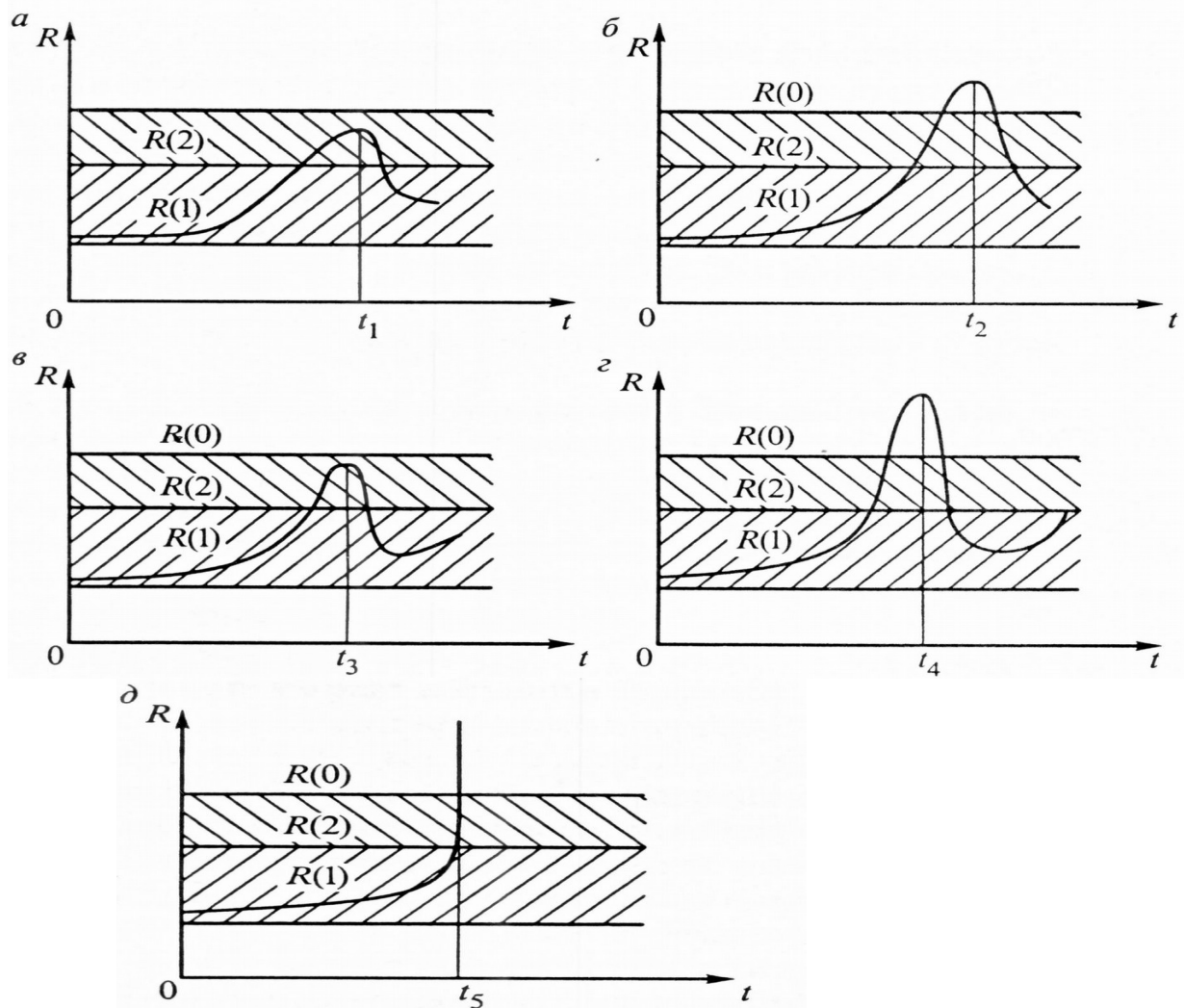


Рис. 5.2. Графічні моделі переходу конструкції залізничної колії з повної працездатності до її іншого виду

Модель 3 (див. рис. 5.2, в) характеризує ситуацію, коли перехід конструкції залізничної колії із стану $R(1)$ у стан обмеженої працездатності за певний період часу t_3 набуває доволі інтенсивного (стрибкоподібного) характеру, але при цьому стан $R(0)$ не досягається. Такі випадки можливі, наприклад, при підвищених осіданнях колії в період тривалих дощів.

Модель 4 (див. рис. 5.2, г) характеризує ситуацію, коли має місце різкий (стрибкоподібний) перехід конструкції залізничної колії зі стану $R(1)$ у непрацездатний стан за період часу t_4 , але з подальшим поверненням у стан $R(1)$. Така ситуація можлива, наприклад, при зламі рейки; після виконання на ділянці певної ремонтно-колійної роботи (заміна рейки на нову) конструкція залізничної колії відновлює свій працездатний стан.

Модель 5 (див. рис. 5.2, д) характеризує ситуацію, коли спостерігається раптовий і незворотний перехід конструкції залізничної колії зі стану $R(1)$ у стан $R(0)$ у момент часу t_5 . Ця модель має місце, наприклад, при неочікуваному руйнуванні насипу земляного полотна під поїздом (випадок аварії на перегоні Гречани – Ларга Південно-Західної залізниці в липні 1969 року).

У групі «повна працездатність» можна виділити дві підгрупи технічного стану конструкції залізничної колії:

- справний стан – технічний стан об'єкта відповідає всім вимогам діючої (нормативно-технічної, конструкторської) документації;

- несправний стан – технічний стан об'єкта, при якому останній не відповідає хоча б одній із встановлених (діючою документацією) вимог.

5.2. Основні терміни та визначення для характеристики технічного стану колії

У таблиці 5.1 наводяться основні терміни та визначення, які застосовуються для характеристики технічного стану конструкції залізничної колії.

Таблиця 5.1

Основні терміни та визначення для характеристики технічного стану колії

Термін	Визначення
1	2
Загальні поняття	
1. Справний стан колії	Стан конструкції залізничної колії без відступів від встановлених норм і допусків на її улаштування та утримання
2. Працездатний стан колії	Стан конструкції залізничної колії без відступів від норм і допусків на її улаштування та утримання або з відступами від зазначених норм і допусків, якщо забезпечується безпечний рух поїздів із встановленою швидкістю

Продовження табл. 5.1

1	2
3. Частково працездатний стан колії	Стан конструкції залізничної колії з відступами від норм і допусків на її улаштування та утримання, якщо забезпечується безпечне пропускання поїздів з обмеженою швидкістю (місьове обмеження швидкості руху). Значення параметрів колії, при досягненні яких обмежується швидкість руху поїздів, регламентовані відповідною нормативно-технічною документацією
4. Непрацездатний стан колії	Стан конструкції залізничної колії, при якому значення хоча би одного параметра, який характеризує здатність безпечно пропускати поїзду, не відповідає вимогам діючої нормативно-технічної документації
5. Граничний стан колії	Стан конструкції залізничної колії, при якому її подальша експлуатація без виконання МК (або КРК) недопустима або недоцільна за економічними показниками
6. Напрацювання (напрацьований тоннаж)	Обсяг пропущеного по конструкції залізничної колії вантажу (млн т брутто) за певний час її експлуатації
7. Довговічність колії	Здатність конструкції залізничної колії зберігати працездатний стан до появи граничного стану при встановленій системі її поточного утримання та ремонтів
Пошкодження та відмови колії	
8. Пошкодження колії	Подія, яка полягає в порушенні справного стану конструкції залізничної колії при збереженні її працездатності, що забезпечує безпечне пропускання поїздів із встановленими швидкостями
9. Часткова відмова колії	Подія, що полягає в місцевому частковому порушенні працездатного стану конструкції залізничної колії, у результаті якого виникає потреба в локальному обмеженні швидкості руху поїздів. Місце з частковою відмовою огорожується сигналами зменшення швидкості. Ознаки і параметри часткових відмов, які потребують огороження сигналами зменшення швидкості, регламентовані відповідною нормативно-технічною документацією

Продовження табл. 5.1

1	2
10. Повна відмова колії	Подія, яка полягає в місцевому повному порушенні працездатного стану конструкції залізничної колії, у результаті якого виникає потреба в тимчасовому (на період виконання робіт з відновлення працездатного стану) огороженні місця відмови сигналами зупинки. Ознаки та параметри повних відмов, які потребують огороження сигналами зупинки, регламентовані відповідною нормативно-технічною документацією.
11. Раптова відмова колії	Відмова, яка характеризується стрибкоподібною зміненою одного або низки заданих параметрів конструкції залізничної колії до величини, яка перевищує допустиме значення з забезпечення її працездатного стану
12. Поступова відмова колії	Відмова, яка виникає внаслідок поступової зміни значень одного або низки заданих параметрів конструкції залізничної колії до величини, що перевищує допустиме значення з забезпечення її працездатного стану
13. Виробнича відмова колії	Відмова, яка виникає внаслідок порушення встановленого процесу виготовлення (виробництва) конструкції залізничної колії та її елементів
14. Технологічна відмова колії	Відмова, яка передбачається технологічними процесами виконання колійних робіт з ремонту і поточного утримання конструкції залізничної колії
15. Технічна відмова колії	Відмова, яка виникає внаслідок накопичення в процесі експлуатації залишкових деформацій (втомлювальних і зносових пошкоджень) конструкції залізничної колії при дотриманні вимог діючих нормативів на її поточне утримання
16. Експлуатаційна відмова колії	Відмова, яка виникає внаслідок порушення правил експлуатації конструкції залізничної колії та її поточного утримання
17. Відмови 1-ї групи	Відмови конструкції залізничної колії, які впливають на процес перевезень (викликають затримки або простій поїздів)
18. Відмови 2-ї групи	Відмови конструкції залізничної колії, які не впливають на процес перевезень (не викликають затримки або простій поїздів)

Продовження табл. 5.1

1	2
19. Причини відмови	Явища, процеси, події та стани, які обумовлюють появу відмови конструкції залізничної колії
20 Відмови 1-го типу	Відмови конструкції залізничної колії, які піддаються прогнозуванню (це технічні та технологічні відмови)
21. Відмови 2-го типу	Відмови конструкції залізничної колії, які не піддаються прогнозуванню (це виробничі та експлуатаційні відмови, а також відмови, які з'являються внаслідок природних стихійних явищ)
22. Питома кількість відмов	Кількість відмов конструкції залізничної колії на одиниці її протяжності (на 1 км, 100 км і т. д.); для часткових відмов – на даний момент часу, для повних відмов – на заданий період часу (або на заданий обсяг напрацьованого тоннажу)
23. Питома протяжність колії з частковими відмовами	Протяжність (км) конструкції залізничної колії з частковими відмовами на 100 км її довжини (або у процентах на даний момент часу)
Показники технічного стану колії	
24. Середнє напрацювання на відмову	Відношення обсягу напрацьованого тоннажу на ділянці колії до кількості відмов конструкції залізничної колії протягом цього періоду
25. Швидкість накопичення відмов колії	Кількість відмов у роботі конструкції залізничної колії за одиницю часу (за рік, місяць, добу й т. д.)
26. Повна питома кількість відмов колії	Кількість відмов у роботі конструкції залізничної колії на одиниці її протяжності протягом періоду між суміжними МК (КРК)
27. Технічний ресурс	Обсяг напрацьованого тоннажу конструкцією залізничної колії від МК (КРК) до переходу її в граничний стан
28. Призначений ресурс	Обсяг напрацьованого тоннажу конструкцією залізничної колії від МК (КРК) до моменту, коли повинен бути призначений до виконання її черговий ремонт (КОРК; СРК; МК або КРК)
Функції та умови працездатності колії	
29. Функція накопичення i -го виду пошкодження колії	Функція накопичення i -го виду пошкоджень (дефектів, розладів) конструкції залізничної колії h_i ; залежно від обсягу напрацьованого тоннажу T

Продовження табл. 5.1

1	2
30. Функція накопичення i -го виду відмови колії	Функція накопичення i -го виду відмов конструкції залізничної колії N_i залежно від обсягу напрацьованого тоннажу T
31. Функція працездатності колії з обмеження кількості пошкоджень i -го виду	Функція $[h_i] - h_i$, де $[h_i]$ – допустиме значення (норматив) i -го виду пошкоджень (дефектів, розладів) конструкції залізничної колії
32. Функція працездатності колії з обмеження кількості відмов i -го виду	Функція $[N_i] - N_i$, де $[N_i]$ – допустима кількість (норматив) i -го виду відмов конструкції залізничної колії
33. Умова працездатності колії за кількістю пошкоджень і відмов i -го виду	$[h_i] - h_i \geq 0$ $[N_i] - N_i \geq 0$

5.3. Ознаки технічного стану конструкції колії

Технічний стан конструкції залізничної колії характеризується значеннями певних параметрів, які регламентовані відповідними нормативними документами та зафіксовані в конкретний момент часу.

На основі співставлення фактичних значень цих параметрів з нормативними (допустимими) встановлюється рівень відповідності технічного стану конструкції залізничної колії експлуатаційним умовам, які мають місце на певній ділянці залізниці.

Параметри, які характеризують технічний стан конструкції залізничної колії (та її елементів) як справний, визначені відповідними нормативно-технічними та конструкторськими документами ([12, 30] та ін.).

Критерієм граничного стану є ознака (або сукупність ознак) технічного стану об'єкта, що визначена відповідною нормативно-технічною документацією.

Для конструкції залізничної колії критерії, які характеризують її технічний стан як граничний (на певному етапі експлуатації колії), встановлені роботами [30-31] і наведені нижче в табл. 5.2 - 5.10.

Таблиця 5.5

**Критерії граничного стану конструкції залізничної колії
для призначення ПСРК та СРК**

Вид ремонту	Категорія колії	Основні критерії		Додаткові критерії	
		Забрудненість щебеневого баласту, % від маси	Кількість шпал з виплесками, % /км	Кількість непридатних, %/км	
				шпал	елементів скріплень
ПСРК	Ш1	30 і більше	3	3 / -	8 / 10
	I ;II;III-a	30 і більше	5	5 / 10	10 / 12
	IV-a	30 і більше	10	8 / 10	15 / 20
СРК	Ш1	30 і більше	3	3 / -	8 / 10
	I ;II;III-a	30 і більше	5	5 / 10	10 / 12
	III-б	30 і більше	8	8 / 12	12 / 15
	IV; V	30 і більше	10	10 / 15	15 / 20
	VI	30 і більше	15	15 / 20	20 / 25
	VII	СРК призначається до виконання начальником дистанції колії за узгодженням начальника Служби колії			

Примітки: 1. Чисельник – для колії на залізобетонних шпалах; знаменник – для колії на дерев'яних шпалах.

2. Рівень забрудненості щебеневого баласту і кількість шпал з виплесками оцінюються в рік перед виконанням ремонту колії.

Таблиця 5.6

**Критерії граничного стану конструкції залізничної колії
для призначення КОРК та Вмаш**

Вид ремонту	Категорія колії	Основні критерії		Додаткові критерії		
		Кількість відступів від норм утримання рейкової колії 2-го і 3-го ступеня, шт./км	Забрудненість щебеневого баласту, % від маси	Кількість непридатних, %/км		Кількість шпал з виплесками, % /км
				шпал	елементів скріплень	
1	2	3	4	5	6	7
КОРК	Ш1	30 і більше	до 30	до 3 / -	до 3	6 / 8
	I;II; III-a	35 і більше	до 30	4 / 6	до 3	8 / 10
	III-б	40 і більше	до 30	6 / 8	5	10 / 12
	IV; V	45 і більше	до 30	8 / 10	8	12 / 15
	VI	50 і більше	до 30	12 / 15	12	15 / 20
	VII	КОРК призначається до виконання начальником дистанції колії				

Продовження табл. 5.6

1	2	3	4	5	6	7
Вмаш	Ш1	20 і більше	до 30	до 3 / -	до 3	3 / 4
	I;II; III-а	25 і більше	до 30	до 3 / 4	до 3	4 / 5
	III-б	35 і більше	до 30	4 / 6	до 3	5 / 6
	IV; V	40 і більше	до 30	6 / 8	5	6 / 8
	VI	45 і більше	до 30	8 / 12	8	8 / 10
	VII	Вмаш призначається до виконання начальником дистанції колії				

Примітки: 1. Чисельник – для колії на залізобетонних шпалах; знаменник – для колії на дерев'яних шпалах.

2. Кількість відступів від норм утримання рейкової колії 2-го і 3-го ступеня (враховуються перекося, осідання та відступи у плані рейкової колії) встановлюється за показниками вагона-колієвимірвача як середня за останні три місяця.

Таблиця 5.7

Критерії граничного стану для призначення модернізації та капітального ремонту стрілочних переводів

Категорія колії	Напрацьований тоннаж, % від нормативного	Кількість непридатних брусів, % / перевід	
		залізобетонних	дерев'яних
Ш1; I; II; III-а; IV-а	100	3 і більше	5 і більше
III-б; IV-б; V; VI	100	5 і більше	20 і більше
VII	КРсп призначається начальником дистанції колії		

Примітки: 1. Нормативний тоннаж для призначення Мсп (КРсп) визначається відповідним документом.

2. При меншій кількості непридатних брусів замість Мсп (КРсп) може бути виконана суцільна заміна металевих частин стрілочного переводу із заміною непридатних брусів.

Таблиця 5.8

**Критерії граничного стану для призначення
середнього ремонту стрілочних переводів**

Категорія колії	Основні критерії		Додаткові критерії	
	Забрудненість щебеневого баласту, % від маси	Кількість брусів з виплесками, % / перевід	Кількість непридатних, %/перевід	
			брусів	елементів скріплень
Ш1; I ;II; III-а; IV-а	30 і більше	до 10	до 10	до 15
III-б; IV-б; V; VI	30 і більше	до 15	до 15	до 20
VII	СРсп призначається начальником дистанції колії			

Примітка: рівень забрудненості щебеневого баласту і кількість брусів з виплесками оцінюються в рік перед виконанням ремонту стрілочного переводу.

Таблиця 5.9

**Критерії граничного стану рейок (за їх зносом),
що експлуатуються на головних коліях**

Умови експлуатації головної колії	Вид зносу рейок	Допустима величина зносу рейок типу, мм	
		P65;UIC 60	P50
Головна колія на ділянках зі швидкістю руху пасажирських поїздів 121-140 км/год	Приведений знос головки рейки	9	7
Головна колія на ділянках з $\Gamma > 10$ млн ткм бруто/км за рік і зі швидкістю руху поїздів 120 км/год і менше		12	10
Головна колія на ділянках з $\Gamma < 10$ млн.ткм бруто/км за рік		16	13
Головна колія на ділянках зі швидкістю руху пасажирських поїздів 121-140 км/год	Боковий знос головки рейки	7	6
Головна колія на ділянках з $\Gamma > 10$ млн ткм бруто/км за рік		15	13

Таблиця 5.10

**Критерії граничного стану металевих елементів (за їх зносом)
стрілочних переводів, які експлуатуються в головних коліях**

Металеві елементи переводу та вид їх зносу	Швидкість руху поїздів, км/год.			
	пасажирські поїзди – 121-140	вантажні поїзди – 81 - 90	пасажирські поїзди – 101-120	пасажирські поїзди – до 100; вантажні поїзди – до 80
	Тип рейок Р65; UIC60		Тип рейок Р65; UIC60; P50	
Вертикальний знос, мм: рамні рейки	5	8	6	8
гостряки	5	8	6	8
осердя хрестовини (у перетині 40 мм) і вусовики (у місці найбільшого зносу)	5	6	5	6
рейки з'єднувальних колій	6	9	10	10 (P50) 12 (P65; UIC60)
Боковий знос, мм: рамні рейки і гостряки (у місці найбільшого зносу)	5	8	6	8
рамні рейки проти вістря гостряків	5	6	6	6

5.4. Прогнозування технічного стану залізничної колії

Мета прогнозування полягає в забезпеченні достовірної інформації, яка необхідна для планування та прийняття найбільш ефективних рішень з технічного обслуговування конструкції залізничної колії.

Можна виділити два основні завдання прогнозування:

- прогнозування технічного стану конструкції колії;
- прогнозування техніко-економічного ефекту від прийняття того чи іншого керуючого рішення щодо утримання (або ремонту) конструкції залізничної колії.

Друге завдання є більш складним і містить у собі перше. Нижче розглядаються лише питання прогнозування технічного стану верхньої будови колії.

Прогнозування – це певна процедура відповіді на питання «що, де та коли?» [32]. Відповідь може бути надана тільки в імовірнісному плані, оскільки неможливо абсолютно достовірно визначити місце, час і вид виникнення дефекту колії, який очікується.

На практиці основним методом прогнозування є побудова монотонних детермінованих функцій екстраполяції показників стану елементів верхньої будови колії. Ці функції встановлюються, як правило, методом найменших квадратів за зафіксованими значеннями показників.

Екстраполяційні методи базуються на передумові про те, що закон зміни показника стану колії, який мав місце в минулому, зберігається і в майбутньому (з урахуванням поправок через можливу зміну умов функціонування конструкції залізничної колії).

Модель прогнозу будується на вивченні закономірності зміни стану елементів верхньої будови колії та інтенсивності розвитку їх розладу залежно від певних експлуатаційних факторів.

При складанні прогнозної моделі здійснюється взаємопов'язаний вибір:

- кількісного показника, який характеризує стан елемента верхньої будови колії;
- методу осереднення показника;
- протяжності (довжини) ділянки колії, на якій визначається показник;
- допустимого горизонту (часового інтервалу) прогнозу;
- методу визначення похибки (помилки) прогнозу залежно від величини горизонту;
- методу врахування отриманого результату на наступному етапі прогнозування.

Прогнозування детермінованими методами підлягають лише інтегральні показники, що характеризують у цілому стан ділянки колії (довжиною від одного до кількох пікетів).

Розвиток окремого дефекту колії (наприклад, відхилення в геометрії рейкової колії) прогнозувати (тобто оцінити в майбутньому зростання амплітуди відхилення) детермінованими методами в принципі неможливо. Поведінка такого дефекту

носить імовірнісний характер і тому заздалегідь визначити місце та час його появи нереально. Можна розглядати лише ймовірність виникнення дефекту з певними характеристиками на ділянці колії і (або) на інтервалі часу.

Інтегральні показники – це статистичні характеристики (сума; середні значення; середньозважені значення; середньоквадратичне відхилення) параметрів елементів колії, які підлягають вимірюванню. За рахунок осереднення на деякому відрізку (інтервалі) вони мають детермінований (передбачений) характер поведінки та можуть бути спрогнозовані існуючими методами, які застосовуються при аналізі часових рядів (наприклад, методом експоненціального згладжування).

Центральна проблема прогнозування стосується вибору ділянки колії, для якої визначається інтегральний показник. Ця ділянка колії повинна бути оптимальною за протяжністю з точки зору монотонності поведінки показника в часі, однорідним за конструкцією верхньої будови колії та умовами експлуатації. В іншому випадку достовірність прогнозу суттєво знижується.

Приклади інтегральних показників:

- для геометрії рейкової колії – сума відступів від норм утримання по видах на відрізках довжиною 0,5 – 1,0 км; середньоквадратичне відхилення перекосу, осідання та рихтування на відрізках довжиною 100-300 м; середнє значення ширини рейкової колії та середньоквадратичного відхилення ширини рейкової колії в кривих;

- для скріплень і шпал – кількість непридатних (дефектних) скріплень і дерев'яних шпал на відрізках довжиною 0,5-1,0 км;

- для рейок (боковий знос головки рейки) – середнє значення бокового зносу та його середньоквадратичне відхилення в кривих.

У разі, коли для елемента верхньої будови колії неможливо побудувати інтегральний показник, застосовується інший параметр – кількість (інтенсивність) відмов.

Приклади кількості відмов елементів верхньої будови колії:

- для рейок – кількість рейок, які вилучені протягом року з колії за дефектами контактено-втомленого характеру (на відрізках колії довжиною від одного до декількох кілометрів);

- для баластового шару – кількість виплесків (на відрізках колії довжиною 0,5-1,0 км).

Інтегральний показник є кількісною величиною та визначається одним або декількома параметрами колії, які підлягають вимірюванню. В останньому випадку цей показник є комплексним.

Приклад комплексного показника – сума відступів рейкової колії за осіданнями, перекосами та рихтуванням на ділянках довжиною 0,5-1,0 км.

Одним із завдань прогнозування є вибір його допустимого горизонту (інтервалу часу) і пов'язаного з ним методу знаходження похибки. Тобто в моделі повинна мати місце функціональна залежність помилки прогнозу від часу (обсягу напрацьованого тоннажу), на який він (прогноз) виконується.

Завдання прогнозування технічного стану конструкції залізничної колії реалізується на основі інформаційних технологій, оскільки його рішення пов'язане з виконанням досить складних розрахунків, необхідністю збереження у відповідній базі даних про фактичні (раніше встановлених) значення показників та іншу інформацію, яка стосується функціонування конструкції залізничної колії (на певній ділянці залізниці).

При цьому важливим компонентом реалізованої моделі є збереження (накопичення), облік і метод використання раніше отриманих результатів прогнозу на наступному його етапі. Повинен застосовуватися адапційний (досить простий) алгоритм прогнозування, який передбачає коригування функції прогнозу залежно від отриманої похибки (помилки). Це забезпечить постійний контроль процедури й суттєво вплине на стійкість і достовірність результатів прогнозування.

При побудові моделі прогнозу потрібно знати характер поведінки інтегрального показника технічного стану колії, інтенсивності відмов елементів верхньої будови колії та їх взаємозв'язок.

Поведінка інтегрального показника (значення) у загальному випадку характеризується логарифмічною функцією від часу (або напрацьованого тоннажу T):

$$P = P_0 + a_0 \ln(a_1 T). \quad (5.1)$$

На окремих інтервалах спостереження (напрацьованого тоннажу) поведінка інтегрального показника може бути представлена лінійною (або квадратичною) функцією.

Поведінка кількості (обсягу) відмов у роботі елементів колії N характеризується експоненціальною (або ступеневою) функцією

$$N = b_0 e^{kT}; \quad (5.2)$$

$$N = c_0 x^{dT}. \quad (5.3)$$

Коефіцієнти в цих формулах (a_0 ; a_1 ; b_0 ; c_0 ; k ; d) залежать від конструкції залізничної колії та умов її експлуатації і визначаються за результатами статистичного аналізу даних, які зафіксовані під час досить тривалих спостережень за функціонуванням конструкції залізничної колії.

Параметр P_0 визначає величину інтегрального показника, який характеризує технічний стан верхньої будови колії в початковий момент часу її експлуатації. У момент часу t_N (або після напрацювання тоннажу T_N), коли спостерігається поява відмов верхньої будови колії (за відповідним показником стану) значення інтегрального показника становить P_N .

Припустимо, що:

- $[N_1, N_2]$ – інтервал значень кількості відмов, починаючи з якого суттєво зростає інтенсивність деформацій і розладів конструкції залізничної колії;

$[t_1, t_2]$ – інтервал часу (або напрацьованого тоннажу $[T_1, T_2]$), на якому інтегральний показник досягає значень P_1 та P_2 , а ці значення відповідають кількості відмов N_1 і N_2 .

Інтервал $[N_1, N_2]$ визначає допустимий (прийнятий) рівень безпеки, який пов'язаний з технічними можливостями засобів діагностики реєстрації (фіксування) відмов колії (у процесі регулярних спостережень зі встановленою періодичністю перевірок) і можливостями лінійних підрозділів із своєчасного їх (відмов) усунення.

На інтервалі $[t_1, t_2]$ (для умов певної ділянки колії) слід призначати до виконання ремонтно-колійні роботи i -го виду з тим, щоб забезпечити допустимий рівень відмов конструкції залізничної колії. Відповідні значення інтегрального показника є граничними (пороговими) для призначення ремонтно-колійних

робіт. Вибір конкретного порогового значення на інтервалі [P_1 , P_2] пов'язаний з наявністю ресурсів (людських, матеріальних, фінансових) для проведення ремонтно-колійних робіт.

Взаємозв'язок між інтегральним показником і кількістю відмов носить стохастичний характер, тобто конкретному значенню P відповідає певний параметр N , величина якого визначається з деякою ймовірністю.

У разі, якщо розподіл інтегрального показника як випадкової величини наближається до нормального закону (а це, як правило, виконується на практиці для більшості інтегральних показників стану верхньої будови колії), достатньо просто з заданою ймовірністю визначити відповідне значення параметра N .

Поведінка інтегрального показника характеризується асимптотичним наближенням до граничного порогу, тому залежність $P = f(T)$ описується логарифмічною функцією.

Контрольні питання

1. Що таке технічний стан конструкції залізничної колії?
2. Види технічного стану конструкції залізничної колії.
3. Схема основних видів технічного стану конструкції залізничної колії.
4. Оціночні показники технічного стану конструкції.
5. Графічні моделі переходу конструкції залізничної колії з працездатного стану в інший стан.
6. Що таке справний стан конструкції залізничної колії?
7. Що таке несправний стан конструкції залізничної колії?
8. Основні терміни та визначення, які застосовуються для характеристики технічного стану конструкції залізничної колії.
9. Що таке критерій граничного стану конструкції залізничної колії?
10. Критерії граничного стану конструкції залізничної колії для призначення ремонтно-колійних робіт.
11. Основні задачі прогнозування технічного стану конструкції залізничної колії.
12. Який вибір здійснюється при складанні прогнозової моделі?

6. МОДЕЛЮВАННЯ ВІДМОВ У РОБОТІ ЕЛЕМЕНТІВ ЗАЛІЗНИЧНОЇ КОЛІЇ

Технологія формування управляючого рішення (при управлінні технічним станом конструкції залізничної колії) реалізується за певним алгоритмом, який передбачає такі етапи: етап I – діагностування об'єкта; етап II – оцінка фактичного стану об'єкта; етап III – аналітична модель об'єкта; етап IV – прогнозування стану об'єкта; етап V – розроблення та оптимізація управляючої дії на об'єкт; етап VI – виконання управляючої дії.

У даному розділі розглядаються питання, які стосуються III – IV етапів зазначеного алгоритму. Матеріал, що викладається нижче, базується на дослідженнях [33-39].

6.1. Математична модель накопичення вертикальних деформацій колії в процесі експлуатації

Залізнична колія як технічна конструкція постійно знаходиться під дією рухомого складу та природно-кліматичних умов. Під впливом цих факторів у конструкції колії (у її елементах) з'являються деформації (пружні та залишкові). У процесі експлуатації при напрацюванні тоннажу залишкові деформації поступово зростають і виходять за межі встановлених допусків до норм утримання залізничної колії, тобто в конструкції з'являються несправності (розлади, дефекти), які з часом можуть перетворюватися у відмови в роботі колії. Під поїзним навантаженням у підшпальній основі виникають місцеві осідання (відхилення за рівнем, перекося та осідання рейкових ниток), порушується геометрія рейкової колії. З часом при напрацюванні тоннажу розвиваються нерівномірні залишкові деформації колії, які негативно впливають на умови взаємодії конструкції верхньої будови та рухомого складу. Це призводить до погіршення умови безпеки руху поїздів і скороченням строку служби елементів конструкції колії.

Своєчасне усунення несправностей колії, що виникають у процесі її експлуатації, виконується в рамках поточного

утримання колії як складової частини її технічного обслуговування.

Практичний досвід і відповідні дослідження визначили, що при поточному утриманні колії роботи з усунення несправностей конструкції в профілі становлять значну частку: при дерев'яних шпалах – 30÷50 %, а при залізобетонних шпалах – 60÷80 % загальних витрат на поточне утримання колії.

Після ремонту колії (модернізація, капітальний, середній) відбувається стабілізація її верхньої будови. Якщо за початок відліку напрацьованого на дільниці тоннажу прийняти момент повної стабілізації підшпальної основи (баластового шару) у вертикальній площині, інтенсивність зростання середніх залишкових деформацій колії може бути описано таким диференціальним рівнянням:

$$f(T) = dH/dT, \quad (6.1)$$

де H – середня залишкова деформація колії у вертикальній площині;

T – тоннаж бруто, який був пропущений по дільниці після стабілізації колії.

Величина dH/dT характеризує швидкість зростання залишкових деформацій колії зі збільшенням обсягу напрацьованого тоннажу на дільниці.

Досвід експлуатації колії показує, що в період після повної стабілізації колії залишкові деформації баластового шару зростають відносно повільно. Тому функцію $f(T)$, яка являє собою залежність інтенсивності зростання середніх залишкових деформацій від пропущеного по дільниці тоннажу, можна прийняти лінійного вигляду

$$f(T) = 2aT+b. \quad (6.2)$$

Після підстановки виразу (6.2) у рівняння (6.1) маємо

$$dH/dT = 2aT+b. \quad (6.3)$$

Розв'язок рівняння (6.3) має такий вигляд:

$$H(T) = aT^2 + bT + g, \quad (6.4)$$

де g – довільна постійна.

При $T=0$ параметри $H(0)$ і g теж дорівнюють нулю. Умова $g=0$ відповідає тому, що на момент стабілізації підшпальної основи її залишкові деформації у вертикальній площині відсутні.

Відповідними дослідженнями, які базувалися на результатах спостережень за станом дослідних ділянок залізничної колії, встановлено, що величина параметра H знаходиться в межах 0,6-2,1 мм/100 млн т бруто.

У практичному відношенні не менш важливим показником є інтенсивність зростання дисперсії залишкових деформацій підшпальної основи колії у вертикальній площині, яка визначає нерівності колії (її рейкових ниток), які з'являються в процесі її експлуатації.

Інтенсивність зростання дисперсії залишкових деформацій колії у вертикальній площині може бути описана таким диференціальним рівнянням:

$$\varphi(T) = dD_H/dT, \quad (6.5)$$

де D_H – дисперсія залишкових деформацій колії у вертикальній площині.

Величина dD_H/dT характеризує швидкість зростання дисперсії залишкових деформацій колії зі збільшенням обсягу напрацьованого тоннажу на дільниці.

Якщо функцію $\varphi(T)$ прийняти лінійною (за аналогією з виразом (6.2)), тобто:

$$\varphi(T) = 2cT + d, \quad (6.6)$$

то рівняння (6.5) матиме вигляд

$$dD_H/dT = 2cT + d. \quad (6.7)$$

Рівняння (6.7) має такий розв'язок:

$$D_H(T) = cT^2 + dT + e, \quad (6.8)$$

де e – довільна постійна.

Залежність типу (6.8) була запропонована для оцінки спектральної щільності вертикальних нерівностей колії (її рейкових ниток), які виникають у процесі її експлуатації. Параметр $e = D_H^0$ являє собою дисперсію вертикальних нерівностей колії на момент повної стабілізації підшпальної основи після ремонту колії. Величина коефіцієнтів c та d залежить від низки факторів: середнє напруження у баласті під шпалою (при дії статичного осьового навантаження); дисперсія напружень в баласті; якість баластового матеріалу; товщина баластового шару; стан земляного полотна та його основної площадки; кліматичні умови; рівень технічного обслуговування конструкції колії на дільниці.

Дослідженнями за роботою баластового шару встановлено, що після повної стабілізації колії дисперсія залишкових деформацій її підшпальної основи у вертикальній площині зростає практично прямо пропорційно напрацьованому тоннажу на дільниці. Виходячи з цього має місце така залежність:

$$dT = D_H - D_H^0, \quad (6.9)$$

де D_H^0 – дисперсія залишкових деформацій колії у вертикальній площині на момент повної стабілізації підшпальної основи після ремонту.

Вище вказувалося, що на величину параметра D_H впливає ряд факторів, серед яких у якості визначальних розглядаються напруження в баласті під шпалою, які виникають при дії на колію рухомого складу, і дисперсія цих напружень. При цьому функція $\varphi(T)$ може бути подана як

$$dD_H/dT = A\sigma_{бал}^n - B, \quad (6.10)$$

де \mathbf{A} , \mathbf{B} , \mathbf{n} – постійні величини, які визначаються апроксимацією даних експериментальних спостережень за інтенсивністю зростання дисперсії D_H на обраних ділянках колії;

$\sigma_{\text{бал}}$ – максимальні ймовірні напруження в баласті під шпалою.

Величина \mathbf{B} в правій частині рівняння (6.10) враховує виконання робіт з виправлення колії в профілі при її поточному утриманні та залежить від контингенту монтерів колії на ділянці, а також від якості виконання робіт.

За відсутності на ділянці колії поточного утримання параметр $\mathbf{B}=\mathbf{0}$. Якщо прийняти для цього випадку $\sigma_{\text{бал}} = \text{const}$ та проінтегрувати рівняння (6.10), отримуємо такий результат:

$$D_H - D_H^0 = AT\sigma_{\text{бал}}^n. \quad (6.11)$$

Вираз (6.11) відповідає залежності (6.8) у випадку, коли $c=0$, а $d=A\sigma_{\text{бал}}^n$.

Якщо прийняти припущення, що терміни між двома суміжними виправленнями колії у профілі визначаються певним нормованим параметром $\Delta D = D_H - D_H^0$, то величини $\sigma_{\text{бал}}$ та T пов'язуються таким співвідношенням:

$$AT\sigma_{\text{бал}}^n = \Delta D = \text{const}. \quad (6.12)$$

Таким чином, якщо на двох ділянках колії (умовно №1 та №2) при інших умовах мають місце напруження в баласті під шпалою відмінної величини (відповідно $\sigma_{\text{бал1}}$ та $\sigma_{\text{бал2}}$), то обсяги напрацьованого тоннажу, які визначають необхідність виконання на ділянці чергового виправлення колії у профілі (відповідно T_1 та T_2), пов'язуються таким співвідношенням:

$$T_1 / T_2 = (\sigma_{\text{бал2}} / \sigma_{\text{бал1}})^n. \quad (6.13)$$

Максимальні напруження в баласті під шпалою знаходиться за формулою

$$\sigma_{\text{бал}} = \sigma_{\text{сер}} + 2,5\sqrt{D_{\text{бал}}}, \quad (6.14)$$

де $\sigma_{\text{сер}}$ – середні напруження в баласті під шпалами (визначаються за діючою методикою розрахунку залізничної колії на міцність);

$D_{\text{бал}}$ – дисперсія напружень $\sigma_{\text{сер}}$ (встановлюється емпіричним шляхом для умов певної ділянки колії).

Розглянемо випадок, коли в правій частині рівняння (6.10) додаток $B \neq 0$, тобто на ділянці виконуються роботи з виправлення колії за профілем при її поточному утриманні. Тут слід зазначити:

- теоретично можна укомплектувати бригади монтерів колії так, щоб зростання дисперсії D_H взагалі не було (тобто слід прийняти $B = A\sigma_{\text{бал}}^n$), але таке рішення не є оптимальним і на практиці не може бути реалізованим;

- очевидно, існує певний оптимальний баланс між контингентом бригад з поточного утримання колії і термінами виконання робіт з виправлення колії за профілем;

- ці терміни визначаються інтенсивністю зростання дисперсії залишкових деформацій колій у вертикальній площині при збільшенні обсягу напрацьованого тоннажу на ділянці.

У даному разі, коли додаток $B \neq 0$, формула (6.11) набуває такого вигляду:

$$D_H - D_H^0 = AT\sigma_{\text{бал}}^n - B. \quad (6.15)$$

У якості висновку слід зазначити, що запропонована математична модель накопичення деформацій колії у вертикальній площині при напрацюванні тоннажу дозволяє визначати прогностичні терміни виконання робіт з виправлення колії за профілем на ділянках з певними експлуатаційними умовами.

6.2. Математична модель накопичення деформацій колії в плані при напрацюванні тоннажу

Під дією бокових (поперечних) сил, які передаються від коліс рухомого складу на рейки, у конструкції з'являються місцеві залишкові деформації в горизонтальній площині, тобто порушується геометрія рейкової колії. З часом при напрацюванні тоннажу ці нерівномірні деформації колії розвиваються, рейкові нитки втрачають своє проектне положення в плані.

За своїм окресленням на прямих і кривих ділянках колії рейкові нитки набувають хвилеподібного характеру, який з достатньою для практичних цілей точністю може бути віднесений (поза зонами рейкових стиків) до синусоїдального з довжиною хвилі 8-10 м. Зростання залишкових деформацій рейкових ниток у плані при напрацюванні тоннажу негативно впливає на процес взаємодії конструкції верхньої будови та рухомого складу. Це призводить до погіршення умови безпеки та плавності руху поїздів, а також сприяє скороченню строку служби елементів колії.

Своєчасне усунення несправностей конструкції залізничної колії, які виникають у процесі її експлуатації, здійснюється при поточному утриманні колії.

Сучасні конструкції залізничної колії не є абсолютно пружними, а мають пружнодисипативні властивості. Внутрішня в'язкість матеріалів верхньої будови колії (гумові та полімерні елементи проміжних скріплень; щебеневий баласт) розглядається як джерело розсіювання енергії, тобто є основною причиною накопичення залишкових деформацій у конструкції залізничної колії.

Питанню накопичення залишкових деформацій рейкової колії в горизонтальній площині при експлуатації конструкції залізничної колії присвячено ряд праць, які базувалися на статистичному аналізі відповідних експериментальних даних, що були отримані під час спостережень за роботою конструкції залізничної колії (безстикова колія; рейкові пліти зварені з рейок типу Р65; проміжне скріплення типу КБ; щебеневий баласт) на дослідних ділянках, і дозволили, зокрема, визначити, що:

- середнє значення інтенсивності накопичення залишкових деформацій рейкової колії в плані становить 0,027 м/млн. т;

- при зміні експлуатаційних умов на ділянці колії інтенсивність накопичень залишкових деформацій рейкової колії в горизонтальній площині зростає:

- а) при підвищенні швидкості (середньоквадратичної) руху поїздів з 13,9 м/с до 16,7 м/с – від 0,013 до 0,03 м/млн т;

- б) при збільшенні середньозваженого осьового навантаження рухомого складу з 120 кН/вісь до 150 кН/вісь – від 0,01 до 0,05 м/млн т.

Після виконання відповідного ремонту спостерігається процес стабілізації верхньої будови колії. Якщо за початок відліку напрацьованого на дільниці тоннажу прийняти момент повної стабілізації підшпальної основи (баластового шару), інтенсивність зростання середніх залишкових деформацій рейкової колії в плані може бути описано таким диференціальним рівнянням:

$$f(T) = dH_{\text{зоп}}/dT, \quad (6.16)$$

де $H_{\text{зоп}}$ – середня залишкова деформація рейкової колії в горизонтальній площині;

T – напрацьований тоннаж після стабілізації підшпальної основи.

Величина $dH_{\text{зоп}}/dT$ характеризує швидкість зростання залишкових деформацій рейкової колії в плані зі збільшенням обсягу напрацьованого тоннажу на дільниці.

Досвід експлуатації конструкції залізничної колії свідчить про те, що в основний період її роботи (при стабілізованій підшпальній основі) залишкові деформації рейкової колії зростають відносно повільно. Тому функцію $f(T)$ можна описати такою математичною моделлю:

$$f(T) = 2aT+b. \quad (6.17)$$

Після підстановки виразу (6.17) у рівняння (6.16) отримуємо формулу

$$dH_{\text{зоп}}/dT = 2aT+b. \quad (6.18)$$

Розв'язок рівняння (6.18) має такий вигляд:

$$H_{\text{зоп}}(T) = aT^2+bT+g, \quad (6.19)$$

де g – довільна постійна.

При $T=0$ параметри $H_{\text{гор}}(0)$ і g теж дорівнюють нулю. Умова $g=0$ відповідає тому, що на момент стабілізації підшпальної основи залишкові деформації рейкової колії в горизонтальній площині відсутні.

Дослідженнями встановлено, що на початковому етапі експлуатації конструкції залізничної колії величина параметра $D_{\text{гор}}$ знаходиться в межах 0,004-0,01 м.

У практичному відношенні не менш важливим показником є інтенсивність зростання дисперсії (середньоквадратичного відхилення) залишкових деформацій рейкової колії в плані.

Інтенсивність зростання вказаного параметра може бути описана таким диференціальним рівнянням:

$$\varphi(T) = dD_{\text{гор}}/dT, \quad (6.20)$$

де $D_{\text{гор}}$ – дисперсія залишкових деформацій рейкової колії в горизонтальній площині.

Величина $dD_{\text{гор}}/dT$ характеризує швидкість зростання дисперсії залишкових деформацій рейкової колії в плані зі збільшенням обсягу напрацьованого тоннажу на ділянці.

Якщо функцію $\varphi(T)$ прийняти лінійною (за аналогією з виразом (6.17)), тобто

$$\varphi(T) = 2cT + d, \quad (6.21)$$

то рівняння (6.20) набуває вигляду

$$dD_{\text{гор}}/dT = 2cT + d. \quad (6.22)$$

Рівняння (6.22) має такий розв'язок:

$$D_{\text{гор}}(T) = cT^2 + dT + e, \quad (6.23)$$

де e – довільна постійна.

Параметр e являє собою дисперсію горизонтальних нерівностей рейкової колії на момент стабілізації підшпальної основи після ремонту колії. Значення коефіцієнтів c та d залежить від величини напружень у баласті, які виникають при дії бокових сил від коліс рухомого складу на рейки, дисперсії цих напружень, якості баластового матеріалу, виду конструкції верхньої будови колії та рівня її технічного обслуговування.

Дисперсія залишкових деформацій стабілізованої підшпальної основи в горизонтальній площині зростає практично прямо пропорційно напрацьованому тоннажу на дільниці. Виходячи з цього має місце така залежність:

$$dT = D_{\text{Ггор}} - D_{\text{Ггор}}^0, \quad (6.24)$$

де $D_{\text{Ггор}}^0$ – дисперсія залишкових деформацій рейкової колії в плані на момент стабілізації підшпальної основи після ремонту.

Вище зазначалося, що на величину параметра $D_{\text{Ггор}}$ впливає ряд факторів, серед яких визначальним розглядаються напруження в баласті, які виникають при дії бокових сил від коліс рухомого складу на рейки, і дисперсія цих напружень. Отже, функція $\varphi(T)$ може бути подана як

$$dD_{\text{Ггор}}/dT = A\sigma_{\text{бал}}^n - B, \quad (6.25)$$

де A , B , n – постійні величини, які визначаються апроксимацією результатів натурних спостережень за інтенсивністю зростання дисперсії $D_{\text{Ггор}}$ на дослідних ділянках колії;

$\sigma_{\text{бал}}$ – максимальні ймовірні напруження, які виникають у баласті (по торцю шпали) при дії бокових сил від коліс рухомого складу на рейки.

Величина B в правій частині рівняння (6.25) враховує виконання робіт з виправлення положення рейкової колії в плані та залежить від контингенту монтерів колії на дільниці.

За відсутності на ділянці поточного утримання колії параметр $B=0$. Якщо прийняти для цього випадку $\sigma_{\text{бал}} = \text{const}$ та проінтегрувати рівняння (6.25), отримуємо такий результат:

$$D_{\text{Ггор}} - D_{\text{Ггор}}^0 = AT\sigma_{\text{бал}}^n. \quad (6.26)$$

Вираз (6.26) відповідає залежності (6.23) у випадку, коли $c=0$, а $d=A\sigma_{\text{бал}}^n$.

Якщо прийняти припущення, що терміни між двома суміжними виправленнями колії в плані (рихтуваннями рейкової колії) визначаються певним нормованим параметром

$\Delta D = D_{\text{Нгор}} - D_{\text{Нгор}}^0$, то величини $\sigma_{\text{бал}}$ та T пов'язуються таким співвідношенням:

$$AT\sigma_{\text{бал}}^n = \Delta D = \text{const.} \quad (6.27)$$

Таким чином, якщо на двох ділянках колії (умовно №1 та №2) при інших однакових умовах мають місце напруження в баласті (по торцю шпали) відмінної величини (відповідно $\sigma_{\text{бал1}}$ та $\sigma_{\text{бал2}}$), то обсяги напрацьованого тоннажу, які визначають необхідність виконання на ділянці чергового рихтування рейкової колії (відповідно T_1 та T_2), пов'язуються таким співвідношенням:

$$T_1 / T_2 = (\sigma_{\text{бал2}} / \sigma_{\text{бал1}})^n \quad (6.28)$$

Максимальні напруження в баласті під шпалою знаходиться за формулою

$$\sigma_{\text{бал}} = \sigma_{\text{сер}} + 2,5\sqrt{D_{\text{бал.}}}, \quad (6.29)$$

де $\sigma_{\text{сер}}$ – середні напруження в баласті по торцю шпали (визначаються за діючою методикою розрахунку конструкції залізничної колії протидії поперечних сил від рухомого складу);

$D_{\text{бал}}$ – дисперсія напружень $\sigma_{\text{сер}}$ (встановлюється емпіричним шляхом для умов певної ділянки колії).

Розглянемо випадок, коли в правій частині рівняння (6.25) додаток $B \neq 0$, тобто на ділянці виконуються роботи з виправлення рейкової колії в плані при її поточному утриманні. При цьому необхідно зазначити таке:

- теоретично можна укомплектувати бригади монтерів колії так, щоб зростання дисперсії $D_{\text{Нгор}}$ взагалі не було (тобто слід прийняти $B = A\sigma_{\text{бал}}^n$), але таке рішення не є оптимальним і на практиці не може бути реалізованим;

- очевидно, існує певний оптимальний баланс між контингентом бригад з поточного утримання колії та термінами виконання робіт з виправлення рейкової колії в плані; ці терміни визначаються інтенсивністю зростання дисперсії залишкових деформацій рейкової колії в горизонтальній площині при збільшенні обсягу напрацьованого тоннажу на дільниці.

У даному випадку, коли додаток $B \neq 0$, формула (6.26) набуває такого вигляду:

$$D_{\text{Ггор}} - D_{\text{Ггор}}^0 = AT\sigma_{\text{бал}}^n - B. \quad (6.30)$$

Запропонована математична модель накопичення залишкових деформацій рейкової колії в горизонтальній площині при напрацюванні тоннажу може бути застосована при визначенні прогностичних термінів виконання робіт з виправлення рейкової колії в плані на дільницях з певними експлуатаційними умовами.

6.3. Деформативність підрейкової основи безстикової колії

Показники, які визначають стабільність рейкової колії, напряму залежать від несучої здатності її підрейкової основи та в тому числі від її деформативних властивостей.

Конструкція залізничної колії працює в умовах багатократного циклічного навантажування динамічними силами від коліс рухомого складу. Внаслідок цього в елементах колії виникають і розвиваються різноманітні дефекти (розлади).

Рівень надійності конструкції залізничної колії в процесі експлуатації безпосередньо залежить від ступеня деформативності її підрейкової основи.

Під деформативністю підрейкової основи розуміється її працездатність в умовах обмеження до певного рівня інтенсивності накопичення залишкових деформацій (розладів) колії.

Підрейкова основа складається з різнорідних (за фізико-механічними властивостями) елементів, кожний з яких під силовим навантаженням має свій характер деформації та напружений стан. Тому оцінка деформативності підрейкової основи конструкції залізничної колії неможлива без відповідної математичної моделі, яка відображає передачу сил від одного її (основи) елемента до іншого.

Деформативні властивості підрейкової основи визначаються жорсткістю її складових частин. Якщо позначити загальну

жорсткість (у вертикальній площині) підрейкової основи $J_{осн}$, а жорсткість вузла проміжного скріплення, шпали, баласту та земляного полотна відповідно $J_{скр}$, $J_{шп}$, $J_{бал}$ і $J_{зп}$, то можна записати таке рівняння:

$$1 / J_{осн} = 1 / J_{скр} + 1 / J_{шп} + 1 / J_{бал} + 1 / J_{зп}. \quad (6.31)$$

При розрахунках для конструкції безстикової колії з залізобетонними шпалами приймається $1 / J_{шп} = 0$.

Вертикальна жорсткість вузла проміжного скріплення типу КБ формується як результат спільної роботи двох систем. Перша з них включає рейку, яка пружно затиснута клемами, і підрейкову прокладку – амортизатор (має загальну жорсткість J_1), а друга містить металеву підкладку, яка зафіксована на опорі закладними болтами, і нашпальну прокладку (має загальну жорсткість J_2).

Ці пружні системи в роботі пов'язані послідовно, тому вертикальна жорсткість вузла скріплення $J_{скр}$ визначається за формулою

$$J_{скр} = (J_1 J_2) / (J_1 + J_2). \quad (6.32)$$

Для скріплення типу КБ $J_{скр} = 90$ кН/мм.

Баластовий шар і робоча зона земляного полотна (певна зона під рейко-шпальною решіткою) утворюють підшпальну основу з вертикальною жорсткістю $J_{по}$, тобто можна записати рівняння

$$1 / J_{по} = 1 / J_{бал} + 1 / J_{зп}. \quad (6.33)$$

Деформативність (пружність) підшпальної основи характеризується коефіцієнтом постелі $C_{бал}$, величина якого визначається за формулою

$$C_{бал} = \sigma_{бал} / y, \quad (6.34)$$

де $\sigma_{бал}$ – напруження, що виникають у баласті під шпалою від дії вертикальної динамічної сили $Q_{дин}$;

y – вертикальний прогин рейки під поїзним навантаженням.

Зазначені параметри встановлюються за формулами

$$Q_{дин} = 0,5 kl_{шп}P_{екв}, \quad (6.35)$$

$$\sigma_{\text{бал}} = 2 Q_{\text{дин}} / ab\alpha, \quad (6.36)$$

$$y = kP_{\text{екв}} / 2 U_{\text{верт}}, \quad (6.37)$$

де $P_{\text{екв}}$ – еквівалентне навантаження, що діє на колію від коліс рухомого складу (визначається за діючою методикою);

k – коефіцієнт відносної жорсткості основи і рейки;

$l_{\text{шп}}$ – відстань між осями шпал;

a, b – довжина шпали та ширина її нижньої постелі;

α – коефіцієнт, який враховує вигин шпали під силою $Q_{\text{дин}}$;

$U_{\text{верт}}$ – вертикальний модуль пружності підрейкової основи.

При цьому

$$k = (U_{\text{верт}} / 4EI)^{0,25}, \quad (6.38)$$

де E – модуль пружності рейкової сталі;

I – момент інерції рейки у вертикальній площині.

Жорсткість підшпальної основи розраховується за формулою

$$J_{\text{по}} = 0,5 ab\alpha C_{\text{бал}}. \quad (6.39)$$

У дослідженні [35] вертикальна жорсткість підрейкової основи $J_{\text{осн}}$ встановлювалася для конструкції безстикової колії (рейки типу Р65; залізобетонні шпали з епюрою 1840 шт./км; проміжне скріплення типу КБ; щебенекий баласт), яка знаходиться під дією 4-вісного вантажного вагона (швидкість руху – 60 км/год).

Результати виконаних розрахунків наведені в табл. 6.1.

Таблиця 6.1

Розрахункові параметри та їх значення

Розрахунковий параметр	Величина розрахункового параметра							
	20	50	70	100	150	200	250	300
$U_{\text{верт}}, \text{МПа}$	20	50	70	100	150	200	250	300
$k, 1/\text{см}$	0,0090	0,0114	0,0124	0,0135	0,0150	0,0161	0,0170	0,0178
$Q_{\text{дин}}, \text{кН}$	49,8	62,9	68,6	74,2	81,7	87,7	93,4	100,7
$\sigma_{\text{бал}}, \text{МПа}$	0,147	0,186	0,203	0,22	0,242	0,259	0,276	0,298

y , см	0,45	0,23	0,18	0,13	0,1	0,08	0,07	0,06
$C_{\text{бал}}$, кг/см ³	3,27	8,09	11,28	16,92	24,20	32,38	39,43	49,67
$J_{\text{по}}$, кН/мм	110,5	273,5	381,5	572,0	818,0	1094,5	1333,0	1679,0
$J_{\text{осн}}$, кН/мм	9,84	20,96	26,81	34,97	42,92	49,50	53,76	58,78

Регресійний аналіз зв'язку між означеними параметрами (k ; $Q_{\text{дин}}$; $C_{\text{бал}}$; y ; $J_{\text{осн}}$) і модулем пружності підрейкової основи $U_{\text{верт}}$ дозволив визначити відповідні математичні моделі (див. табл. 6.2), відповідність яких підтверджуються встановленими коефіцієнтами кореляції r та детермінації r^2 .

Таблиця 6.2

Розрахункові параметри та їх математичні моделі

Розрахунковий параметр	Математична модель	Коефіцієнт	
		r	r^2
k , 1/см	$k=10^{-4}(108,65 + 0,25 U_{\text{верт}})$ (6.40)	0,985	0,970
$Q_{\text{дин}}$, кН	$Q_{\text{дин}} = 58,68 + 0,144 U_{\text{верт}}$ (6.41)	0,992	0,985
y , мм	$y = U_{\text{верт}} / (1,87 U_{\text{верт}} - 106,39)$ (6.42)	0,894	0,8
$C_{\text{бал}}$, кг/см ³	$C_{\text{бал}} = 0,162 U_{\text{верт}}$ (6.43)	0,999	0,998
$J_{\text{осн}}$, кН/мм	$J_{\text{осн}} = U_{\text{верт}} / (0,011 U_{\text{верт}} + 1,815)$ (6.44)	0,974	0,949

Примітка: у формулах (6.40) – (6.44) значення $U_{\text{верт}} \geq 50$ МПа.

За існуючою методикою регресійного аналізу зв'язок між параметрами функції $y = f(x)$ вважається тісним при $r > 0,9$, добрим – при $r = 0,8 \div 0,85$ та задовільним – при $r \geq 0,5$, а коефіцієнт детермінації r^2 характеризує рівень зміни функції y залежно від аргументу x .

Результати виконаних розрахунків свідчать про те, що при зростанні параметра $U_{\text{верт}}$ підвищуються вертикальна жорсткість підрейкової основи та напруження, які виникають в елементах колії під поїзним навантаженням, а вертикальний прогин рейки під колесом зменшується.

Функції $y=f(U_{\text{верт}})$ та $J_{\text{осн}}=f(U_{\text{верт}})$ описуються кривими, які мають зворотний характер. Вочевидь, існує певна зона (область) $\Delta U_{\text{верт}}$, де параметри y та $J_{\text{осн}}$ знаходяться в оптимальному співвідношенні (табл. 6.3).

У першому наближенні (для прийнятих розрахункових умов) встановлено інтенсивності зміни означених параметрів у відповідному діапазоні $U_{\text{верт}}$.

Таблиця 6.3

Зміна параметрів Δu та $\Delta J_{осн}$

Діапазон $\Delta U_{верт}$, МПа	Інтенсивність зміни параметру	
	Δu , мм/МПа	$\Delta J_{осн}$, (кН/мм)/МПа
20-50	0,073	0,543
50-100	0,02	0,280
100-200	0,005	0,145
200-300	0,002	0,093

Багатократне циклічне навантажування динамічними силами конструкції залізничної колії супроводжується не тільки пружними деформаціями, які виникають в елементах колії. У процесі експлуатації з'являються та збільшуються залишкові (незворотні) деформації, з якими пов'язані різноманітні розлади конструкції залізничної колії, у тому числі і відхилення геометрії рейкової колії за профілем. Інтенсивність накопичення залишкових осадок $\Delta u_{зал}$ (у вертикальній площині) конструкції залізничної колії, яка розглядається, при підвищенні параметра $U_{верт}$ характеризується експериментальними даними, поданими в табл. 6.4.

Таблиця 6.4

Функція $\Delta u_{зал} = f(U_{верт})$

Модуль пружності підрейкової основи $U_{верт}$, МПа	Інтенсивність накопичення залишкових осадок колії $\Delta u_{зал}$, мм/млн т бруто, при рейках	
	без нерівностей	з нерівностями 0,004
40	0,12	0,12
90	0,25	0,28
175	0,38	0,48
245	0,48	0,57

Статистична обробка наведених даних дозволила визначити для функції $\Delta u_{зал} = f(U_{верт})$ таку математичну модель:

$$\Delta u_{зал} = 10^{-2} (8,51 + 0,17 U_{верт}). \quad (6.45)$$

Отримані результати свідчать про те, що показники деформативності колії функціонально пов'язані з умовами її експлуатації (зокрема з осьовим навантаженням рухомого складу та швидкістю його руху). Цей факт визначає, що між

інтенсивністю використання конструкції залізничної колії та її здатністю чинити опір деформуванню під колісним навантаженням повинна мати місце відповідна рівновага.

6.4. Деформативність підшпальної основи безстикової колії

Основні показники стану безстикової колії (зокрема параметри геометрії рейкової колії), відхилення від нормативного положення рейкових ниток у профілі та за планом напряму залежать від несучої здатності підшпальної основи, тобто від її деформативних властивостей.

У даному випадку під деформативністю підшпальної основи розуміється здатність функціонування верхньої будови колії в умовах обмеження до певного рівня темпу (швидкості) накопичення несправностей (розладів) рейкової колії.

Вимоги роботи [12] визначають, що "всі елементи залізничної колії... за ... станом мають забезпечувати безпечний і плавний рух поїздів із швидкостями, встановленими на даній ділянці", тобто конструкція залізничної колії повинна бути надійною, а геометрія рейкової колії – стабільною протягом всього її «життєвого» циклу.

Виходячи з вищезазначеної вимоги щодо забезпечення довговічності (як показника надійності) функціонування конструкції колії в процесі її експлуатації та питання оцінки деформативності підшпальної основи колії набувають практичної актуальності.

Питанню оцінки деформативності підшпальної основи (через накопичення залишкових деформацій рейкової колії) у процесі експлуатації залізничної колії присвячена низка наукових праць. Ці дослідження базувалися на статистичному аналізі відповідних експериментальних даних, які були отримані під час натурних спостережень за роботою верхньої будови колії на дослідних ділянках, і дозволили встановити певні залежності появи несправностей геометрії рейкової колії при напруцюванні тоннажу.

Матеріал, який викладається нижче, пов'язаний з науковими розробками [36].

Відомо, що деформативність підшпальної основи характеризується коефіцієнтом постелі $C_{\text{бал}}$, величина якого визначається за формулою

$$C_{\text{бал}} = \sigma_{\text{бал}} / y, \quad (6.46)$$

де $\sigma_{\text{бал}}$ – напруження, які виникають в баласті під шпалою при дії динамічної сили $Q_{\text{дин}}$;

y – прогин рейки під колесом рухомого складу.

Параметри $Q_{\text{дин}}$, $\sigma_{\text{бал}}$ та y визначаються за існуючою методикою за формулами (6.35) – (6.37).

Жорсткість підшпальної основи за встановленими правилами [22] розраховується за формулою (6.39).

У даному дослідженні значення параметра $J_{\text{по}}$ встановлюється для конструкції безстикової колії з такими характеристиками: рейки типу Р65; залізобетонні шпали з епюрою 1840 шт./км; проміжне скріплення типу КБ; щебенекий баласт.

У якості динамічного навантаження на колію розглядається дія 4-вісного вантажного вагона, що рухається зі швидкістю 60 км/год.

Результати виконаних розрахунків наведено в табл. 6.5.

Таблиця 6.5

Розрахункові параметри та їх значення

Розрахунковий параметр	Величина розрахункового параметра							
	20	50	70	100	150	200	250	300
$U_{\text{верт}}$, МПа	20	50	70	100	150	200	250	300
$C_{\text{бал}}$, кг/см ³	3,27	8,09	11,28	16,92	24,20	32,38	39,43	49,67
$J_{\text{по}}$, кН/мм	110,5	273,5	381,5	572,0	818,0	1094,5	1333,0	1679,0

Відповідна обробка наведених даних дозволила встановити (для $U_{\text{верт}} \geq 50$ МПа) такі залежності:

$$C_{\text{бал}} = 0,162 U_{\text{верт}}, \quad (6.47)$$

$$J_{\text{по}} = 5,5 U_{\text{верт}} - 5, \quad (6.48)$$

$$J_{\text{по}} = 33,95 C_{\text{бал}} - 5. \quad (6.49)$$

Видно, що при підвищенні параметра $U_{\text{верт}}$ за лінійним законом зростають вертикальна жорсткість підшпальної основи та її коефіцієнт постелі.

Напружено-деформований стан елементів верхньої будови колії певною мірою визначається рівнем жорсткості підшпальної основи. Так, чим вище значення параметра $J_{\text{по}}$, тим нижче напруження, які виникають у підшві рейок, і менший їх (рейок) прогин під колесами рухомого складу. І навпаки, при зниженні жорсткості підшпальної основи зростають і прогин рейки під колісним навантаженням і напруження, які з'являються в рейках, але при цьому зменшується тиск на шпалу та, як наслідок, напруження на поверхні баластового шару (під шпалою).

Динамічна дія коліс рухомого складу на рейки в процесі експлуатації безстикової колії поступово призводить до нерівномірної жорсткості підшпальної основи (через певні властивості складових цієї основи). Як правило, нерівножорсткість підшпальної основи супроводжується появою люфтів (зазорів) між нижньою постіллю шпал і баластовим шаром.

За діючою методикою [22] при оцінці напружено-деформованого стану верхньої будови колії рейка "розглядається як балка нескінченної довжини..., яка вільно лежить на суцільній рівнопружній основі...", тобто без урахування можливої наявності люфтів між шпалами та баластом.

При нерівнопружній підшпальній основі (з достатньою для практичних розрахунків точністю) можна застосовувати вказану модель верхньої будови колії, але з умовним модулем пружності підрейкової основи, значення якого відрізняється (у менший бік) від величини параметра $U_{\text{верт}}$, який встановлюється за стандартною методикою без урахування наявності зазора між шпалою та баластом.

При цьому пропонується (за рівнем жорсткості підшпальної основи) відповідна градація колії (див. табл. 6.6), яка базується на залежності $y = f(P_{\text{екв}})$ з певним обмеженням параметра y .

Таблиця 6.6

Функції $y = f(P_{\text{екв}})$

Варіант верхньої будови колії за жорсткістю підшпальної основи	Функція $y = f(P_{\text{екв}})$, мм/кН	Граничне значення прогину
--	---	---------------------------

		рейки [y], мм
«жорстка» колія*	$y = 0,0167 P_{\text{екв}}$ (6.50)	до 2
«м'яка» колія*	$y = 0,0706 P_{\text{екв}}$ (6.51)	до 8
«жорстка» колія за наявності люфта*	$y = 0,1176 P_{\text{екв}}$ (6.52)	до 14

Примітка: * - термінологія взята з [40].

Правилами [22] із умови обмеження інтенсивності накопичення залишкових деформацій у рейковій колії встановлено допустимі напруження $[\sigma_{\text{бал}}]$, які можуть виникати в баластовому шарі під шпалою від поїзного навантаження. Для щебеневого баласту (розглядається дія вагонних коліс) ці напруження знаходяться в межах $[\sigma_{\text{бал}}] = 0,24 \div 0,4$ МПа залежно від вантажонапруженості ділянки колії (Γ).

Застосовуючи формули (6.39) і (6.46) і враховуючи значення $[\sigma_{\text{бал}}]$ і [y], можна встановити відповідні характеристики безстикової колії (зазначеної вище конструкції) з урахуванням умов її експлуатації (див. табл. 6.7).

Таблиця 6.7

Параметри підшпальної основи та їхні значення

Варіант верхньої будови колії за жорсткістю підшпальної основи (граничні значення [y])	Параметр	Величина параметра при Γ , млн ткм брутто/км за рік				
		>80	41-80	40-26	25-10	<10
«жорстка» колія ([y]=2 мм)	$[\sigma_{\text{бал}}]$, МПа	0,24	0,26	0,30	0,35	0,40
	$C_{\text{бал}}$, кг/см ³	12,0	13,0	15,0	17,5	20,0
	$J_{\text{по}}$, кН/мм	405,6	439,4	507,0	591,5	676,0
«м'яка» колія ([y]=8 мм)	$C_{\text{бал}}$, кг/см ³	3,0	3,25	3,75	4,38	5,0
	$J_{\text{по}}$, кН/мм	101,4	109,9	126,8	148,0	169,0
«жорстка» колія за наявності люфта ([y]=14 мм)	$C_{\text{бал}}$, кг/см ³	1,70	1,86	2,14	2,50	2,86
	$J_{\text{по}}$, кН/мм	57,5	62,9	72,3	84,5	96,7

6.5. Оцінка довговічності елементів проміжного пружного скріплення

Рейко-шпальна решітка існуючої конструкції безстикової колії, яка експлуатується нині на мережі залізниць, змонтована в основному з проміжним скріпленням типу КБ. Сучасна конструкція проміжного скріплення (безболтове з пружними

клемами) застосована на 3,3 тис. км, а це становить 11 % розгорнутої довжини головних колій.

Масове укладання в колію залізобетонних шпал з проміжним скріпленням типу КБ розпочалася у 60-х роках минулого сторіччя і триває по наш час. Практичний досвід експлуатації цієї конструкції проміжного скріплення, з одного боку, підтвердив її відносно високу надійність і в той же час виявив суттєві недоліки конструкції: багатoeлементність, значна металоємність, потреба виконання робіт з періодичного (1-2 рази протягом року) змащування-підтягування клемних і закладних болтів. Все це визначає підвищену капіталомісткість конструкції проміжного скріплення та додаткові експлуатаційні витрати на її поточне утримання.

Безболтове проміжне скріплення з пружними клемми (у тому числі й скріплення типу КПП, яке впроваджується на залізницях) вільне від вище зазначених недоліків. Тому технічна політика з удосконалення конструкції рейко-шпальної решітки передбачає розширення полігону укладання та експлуатації саме такої конструкції проміжного скріплення.

У табл. 6.8 надані основні показники проміжного скріплення типу КБ та типу КПП.

Таблиця 6.8

Показники вузла скріплення типу КБ та типу КПП

Показник	Тип скріплення	
	КБ-65	КПП-5
Кількість елементів, шт./вузол	21	7
Маса металевих елементів, кг/вузол	11	4,7
Регулювання рейки у вертикальній площині, мм	14	-

Видно, що проміжне скріплення типу КПП містить втричі меншу кількість елементів у вузлі та має приблизно на 60 % меншу металоємність і, як наслідок, «виграє» за капіталомісткістю.

Стратегія розвитку колійного господарства до 2020 року передбачає доведення міжремонтного строку служби конструкції колії до 1500 млн т бруто і впровадження проміжних скріплень з таким самим технічним ресурсом.

Тому потрібна оцінка працездатності (довговічності) скріплення типу КПП при напрацюванні тоннажу.

Як свідчить практичний досвід, «життєвий» строк рейко-шпальної решітки напряму залежить від терміну служби вузлів проміжного скріплення. У зв'язку з цим питання щодо оцінки працездатності проміжного скріплення (у цілому та окремо його елементів) набуває певної актуальності в рамках системи технічного обслуговування конструкції залізничної колії.

Довговічність (технічний ресурс) будь-якого елемента рейко-шпальної решітки визначається обсягом напрацьованого тоннажу $T_{ел}$ до моменту виходу його (елемента) з ладу, тобто до появи відмови в його роботі. У загальному вигляді величина параметра $T_{ел}$ встановлюється через таку залежність:

$$T_{ел} = \int_0^{\infty} P(t) dt, \quad (6.53)$$

де $P(t) = P(T > t)$ – імовірність безвідмовної роботи i -го елемента вузла скріплення;

t – час, протягом якого визначається ймовірність безвідмовної роботи i -го елемента вузла скріплення;

T – напрацьований тоннаж до моменту появи відмови в роботі i -го елемента вузла скріплення.

За наявності відповідних статистичних даних величина $P(t)$ для i -го елемента рейко-шпальної решітки визначається такою залежністю:

$$P(t) = N(t) / N_{заг}, \quad (6.54)$$

де $N_{заг}$ – кількість елементів i -го виду при $T = 0$;

$N(t)$ – кількість елементів i -го виду, які знаходяться в експлуатації (без відмови в їхній роботі) на момент часу t .

Вузол проміжного скріплення розглядається як певна складна технічна система, елементи якої з'єднані послідовно. Імовірність безвідмовної роботи такої системи (у тому числі і конструкції проміжного скріплення типу КПП) встановлюється за формулою

$$P_{скр} = P_{анк} P_{кл} P_{прок} P_{вкл}, \quad (6.55)$$

де $P_{\text{анк}}$; $P_{\text{кл}}$; $P_{\text{прок}}$; $P_{\text{вкл}}$ – ймовірність безвідмовної роботи i -го елемента вузла скріплення (анкера, клеми, прокладки, вкладиша).

При виконанні експериментальних досліджень [41] у якості оціночного критерію працездатності проміжного скріплення розглядався поодинокий вихід його елементів за дефектами. Встановлювалася емпірична залежність параметра x , який досліджувався, від напрацьованого тоннажу T і на її основі оцінювалася працездатність i -го елемента проміжного скріплення.

У табл. 6.9 наведено основні результати зазначеного вище дослідження.

Таблиця 6.9

Значення показника для i -го елемента скріплення

Показник (параметр x)	Значення показника для i -го елемента			
	пружні клеми	полімерні прокладки	ізолюючі вкладиші	шпали (анкери)
Поодинокий вихід елемента з ладу, % загальної кількості елементів, що укладені при $T=0$	0,97 / 1,24	33,6 / 74,4	10,9 / 35,9	5,30
Тоннаж безвідмовної роботи, елемента $T_{\text{ел}}$, млн т брутто	713	25	1	1160
Середній питомий вихід елемента, %/100 млн т брутто	0,12 / 0,11	4,2 / 6,6	1,4 / 3,2	0,24
Середня питома інтенсивність виходу елемента, %/100 млн т брутто	0,61 / 0,19	4,3 / 6,8	1,4 / 3,2	0,40

Примітки: чисельник – при $T = 800$ млн т брутто; знаменник – при $T = 1126$ млн т брутто; у колонці «шпали» величини показників визначено при $T = 2184$ млн т брутто; параметр $T_{\text{ел}}$ визначався при максимальному значенні $P(t)=1$.

Відповідна обробка наведених даних дозволила встановити математичні моделі, які характеризують вихід у дефектні (тобто появу відмови у роботі) елементів пружного скріплення типу КПП в процесі експлуатації конструкції безстикової колії (див. табл. 6.10). При цьому в якості апроксимуючої функції застосовувалася лінійна залежність зміни параметра x від обсягу напрацьованого тоннажу.

Таблиця 6.10

Функціональні залежності $x = f(T)$

Вихід у дефектні, % загальної кількості укладених (при $T=0$)	Функціональна залежність $x = f(T)$ та область її застосування
анкери (шпали)	$x_{\text{анк}} = 0,0024 T$ (6.56) ($T < 2200$ млн т брутто)
пружні клеми	$x_{\text{кл}} = 0,0011 T$ (6.57) ($T < 1200$ млн т брутто)
ізолюючі вкладиші	$x_{\text{вкл}} = 0,0136 T$ (6.58) ($T < 800$ млн т брутто) $x_{\text{вкл}} = 10,9 + 0,0767 (T-800)$ (6.59) ($T = 800-1200$ млн т брутто)
полімерні прокладки	$x_{\text{прок}} = 0,042 T$ (6.60) ($T < 800$ млн т брутто) $x_{\text{прок}} = 33,6 + 0,1252 (T-800)$ (6.61) ($T=800-1200$ млн т брутто)

На основі встановлених залежностей $x = f(T)$ можна прогнозувати обсяг потреби в нових елементах скріплення типу КПП (для заміни дефектних) під час експлуатації конструкції безстикової колії на певних ділянках.

Однією з характеристик довговічності елементів конструкції рейко-шпальної решітки є ймовірність їх відмови $F(t)$. Величина $F(t)$ для i -го елемента визначається такою формулою:

$$F(t) = r(t) / N_{\text{зар}}, \quad (6.62)$$

де $r(t)$ – кількість відмов елементів i -го на момент часу t (тобто після напрацювання певного обсягу тоннажу T).

Використовуючи вище наведені залежності (див. табл. 6.10), встановлено значення показника $F(t)$ для окремих елементів і вузла в цілому скріплення типу КПП при напрацюванні певного тоннажу (див. табл. 6.11)

Таблиця 6.11

Значення $F(t)$ для елементів скріплення

Напрацьований тоннаж, млн т брутто	Ймовірність появи відмови в роботі $F(t)$				
	для елементів скріплення				для вузла в цілому
	анкери	клеми	вкладиші	прокладки	

200	0,48	0,22	2,72	8,4	0,115
400	0,96	0,44	5,44	16,8	0,224
600	1,44	0,66	8,16	25,2	0,327
800	1,92	0,88	10,90	33,6	0,425
1000	2,40	1,10	26,24	58,6	0,706
1200	2,88	1,32	41,58	83,7	0,909

Обробка даних табл. 6.11 дозволила отримати функціональні залежності вигляду $F(t) = f(T)$ для вузла проміжного скріплення типу КПП:

$$F(t) = 0,00053 T \quad (\text{при } T < 800 \text{ млн т брутто}); \quad (6.63)$$

$$F(t) = 0,4248 + 0,0012 (T - 800) \\ (\text{при } T = 800 \div 1200 \text{ млн т брутто}). \quad (6.64)$$

Формули (6.63)–(6.64) можна застосовувати й для зворотної дії: при заданому рівні показника $F(t)$ встановити прогнозну оцінку щодо довговічності (у напрацьованому тоннажі) вузлів проміжного скріплення типу КПП.

6.6. Працездатність щебеневого баласту в процесі експлуатації

Безстикова колія на залізобетонних шпалах є основною конструкцією верхньої будови на залізницях.

Конструкція безстикової колії складається з рейко-шпальної решітки та підшпальної основи. Остання містить баластовий шар і певну (робочу) зону земляного полотна, до якого належить його верхня частина, що безпосередньо сприймає навантаження від верхньої будови колії та рухомого складу.

Основні показники стану безстикової колії (зокрема параметри геометрії рейкової колії) напряму залежать від несучої здатності підшпальної основи, зокрема від стану баластового шару.

Виходячи з вимоги щодо забезпечення надійності функціонування конструкції безстикової колії в процесі її експлуатації питання оцінки працездатності баластового шару набувають певної актуальності. Окрім того, потреба відповідних досліджень у цьому напрямку обумовлюється зростанням

інтенсивності експлуатації верхньої будови колії, що спостерігається на сучасному етапі [15, 18].

Питанню оцінки працездатності підшпальної основи в процесі експлуатації безстикової колії присвячена низка наукових праць, серед яких слід відмітити роботу [42]. Ці дослідження базувалися на статистичному аналізі відповідних експериментальних даних, які були отримані під час натурних спостережень за роботою верхньої будови колії на дослідних ділянках.

Зазначений напрямок (оцінка працездатності підшпальної основи) наукових досліджень знайшов свій розвиток у роботах [33-34], де запропоновано математичні моделі накопичення залишкових деформацій баластового шару (у профілі та за планом) у процесі експлуатації безстикової колії.

Матеріал, який викладається нижче, слід розглядати, зокрема, як продовження наукових розробок, результати яких наведені в роботі [42].

Баластовий шар є важливим елементом верхньої будови колії та повинен забезпечувати необхідну стійкість рейкошпальної решітки (у вертикальній і горизонтальній площині) під дією рухомого складу в процесі експлуатації конструкції залізничної колії.

У якості баластового матеріалу в основному використовується щебеневий баласт.

Досвід експлуатації конструкції безстикової колії свідчить про те, що баластовий шар найбільш схильний до динамічної дії рухомого складу. При цьому виникають нерівномірні його осідання, знос зерен щебеню, забрудненість баластової призми та, як наслідок, виплески баластового шару. Тому строк служби щебеневого баласту значно менший порівняно з терміном служби рейок і залізобетонних шпал.

Протягом «життєвого» циклу верхньої будови колії технічний стан баластового шару постійно змінюється:

перший етап – стабілізація баласту після виконання ремонту колії (характеризується відносно інтенсивними осіданнями баластового шару за рахунок ущільнення баласту під поїзним навантаженням);

другий етап – період стабільної роботи баластового шару (спостерігається зниження інтенсивності накопичення в ньому залишкових деформацій, що обумовлюється досягненням граничного рівня ущільнення баласту під час його першого етапу експлуатації);

третьої етап – період погіршення технічного стану баластового шару (через підвищення рівня забрудненості баласту зростає інтенсивність нерівномірності його осідання, з'являються виплески баласту, як правило, у зонах стикових з'єднань конструкції залізничної колії).

Таким чином, працездатність баластового шару на третьому етапі його експлуатації негативно впливає на технічний стан конструкції верхньої будови колії в цілому. Тому відповідними нормативними документами [31] передбачається, що баластовий шар на завершальному (третьому) етапі його експлуатації підлягає оздоровленню шляхом суцільного очищення від забруднювачів і ліквідації (за необхідності) виплесків баласту.

Ці ремонтно-колійні роботи з відновлення працездатності баластового шару виконуються під час середнього ремонту колії.

Середній ремонт колії призначається до виконання (на певній ділянці залізниці), коли технічний стан баластового шару характеризується критеріями [31], які наведені в табл. 6.12.

Таким чином, до показників (критеріїв), які характеризують граничний технічний стан баластового шару, належать:

- ступінь (рівень) забрудненості щебеневого баласту;
- протяжність виплесків баласту на 1 км колії (кількість шпал на 1 км колії в зоні виплесків).

Ці показники (для *i*-ї ділянки колії) встановлюються за результатами натурного обстеження технічного стану конструкції верхньої будови колії в конкретний момент часу (на певному етапі експлуатації залізничної колії).

Таблиця 6.12

Критерії граничного стану баластового шару

Вид ремонту	Категорія колії	Основні критерії	
		Забрудненість щебеневого баласту,% маси	Кількість шпал з виплесками, % /км
	Ш1	30 і більше	3

Середній ремонт колії	I ;II;III-a	30 і більше	5
	III-б	30 і більше	8
	IV; V	30 і більше	10
	VI	30 і більше	15

Для попереднього планування обсягів середнього ремонту колії та розроблення міжремонтної схеми для i -ї ділянки залізниці з певними експлуатаційними умовами зазначені вище показники можуть бути встановлені аналітично [42].

У процесі експлуатації верхньої будови колії баластова призма поступово забруднюється внутрішніми (через знос зерен щебеню під динамічним навантаженням рухомого складу) і зовнішніми (частка сипких вантажів, які перевозяться по ділянці через неповну герметичність вагонів, потрапляє в баласт) забруднювачами, а з часом (після напрацювання певного обсягу тоннажу) на локальних місцях колії (як правило, у зонах стиків) з'являються виплески баластового шару. Виплески починають з'являтися після того, як забрудненість баласту досягне певного рівня, через що він (баласт) втрачає свої дренажні властивості, тобто атмосферна вода, яка потрапляє в баластовий шар, не відводиться за межі баластової призми. Практичний досвід експлуатації безстикової колії свідчить про те, що виплески баласту виникають (у першу чергу) у зоні зрівнювальних прогонів, де спостерігається підвищена дія рухомого складу на конструкцію колії, і, як наслідок, більш інтенсивна робота елементів верхньої будови колії, у тому числі й баластового шару.

Залежності, які характеризують рівень забрудненості щебеневого баласту $q_{\text{забр}}$ (% маси щебеню) і кількості шпал у зоні виплесків $m_{\text{випл}}$ (кінці шпал на 1 км колії), мають криволінійний вид (відносно обсягу напрацьованого на ділянці тоннажу).

Дослідженнями [42] встановлено, що ці залежності (для конструкції безстикової колії: рейкові пліти зварені з рейок типу Р65; залізобетонні шпали; щебеневи баласт) мають такий вигляд:

$$q_{\text{забр}} = 3,935T^{0,33}, \quad (6.65)$$

$$m_{\text{випл}} = 2 \cdot 10^{-6}T^3, \quad (6.66)$$

де T – напрацьований тоннаж, млн т бруто.

Слід зазначити, що ці формули визначені з урахуванням того, що товщина чистого баласту (очищеного від забруднювачів під час середнього ремонту колії) складає 25 см під подошвою шпали. Така товщина чистого баласту забезпечувалася (у свій час) застосуванням щебенеочисної техніки відповідного типу.

На сьогодні очищення щебеневого баласту при виконанні, зокрема, середнього ремонту колії здійснюється сучасними видами щебенеочисних машин (наприклад, машиною RM-80), які забезпечують товщину очищеного від забруднювачів баласту під шпалою до 40 см.

Таким чином, умовний об'єм баластового шару, у якому накопичуються забруднювачі, збільшився в 1,6 разу. Однак за певними обставинами, які визначає практичний досвід експлуатації безстикової колії, у розрахункові формули (6.65) – (6.66) такий поправковий коефіцієнт вводити не можна (це призведе до завищення результату теоретичного розрахунку порівняно з існуючим досвідом експлуатації конструкції залізничної колії).

Тому пропонуються такі математичні моделі визначення $q_{\text{забр}}$ та $m_{\text{випл}}$ в залежності від T , де в якості коефіцієнта, який характеризує збільшення об'єму шару щебеневого баласту, що сприймає динамічне навантаження від рухомого складу, прийнято значення 0,8.

Таким чином, розрахункові формули набувають такого вигляду:

$$q_{\text{забр}} = 3,148T^{0,33}; \quad (6.67)$$

$$m_{\text{випл}} = 1,6 \cdot 10^{-6}T^3. \quad (6.68)$$

Аналітичні розрахунки за рекомендованими формулами показують, що в процесі експлуатації безстикової колії:

- забруднення баластового шару до граничного рівня (30 % загальної маси щебеню) досягається при напрацюванні приблизно 700 млн т брутто;

- гранична кількість виплесків баласту з'являється після пропускання по дільниці залізниці 350-550 млн т брутто (залежно від категорії головної колії).

Результати теоретичних розрахунків за наведеними математичними моделями слід розглядати як орієнтовні:

- при розробленні ремонтної схеми для певної дільниці залізниці;
- перспективному плануванню обсягів робіт з виконання середнього ремонту колії та робіт з ліквідування можливих виплесків баластового шару на цій дільниці.

6.7. Технічний ресурс елементів рейко-шпальної решітки

Конструкція залізничної колії функціонує в умовах силового навантаження з боку рухомого складу. Рівень цього навантаження суттєво впливає на роботу конструкції залізничної колії та обумовлює зміну її технічного стану в процесі експлуатації. При напрацюванні тоннажу спостерігається стійка тенденція погіршення технічного стану конструкції залізничної колії через накопичення в ній залишкових деформацій, які призводять до зниження рівня безпеки руху поїздів.

Однією зі складових конструкції залізничної колії є рейко-шпальна решітка, яка монтується з цілого ряду неоднорідних (за матеріалом виготовлення) елементів, які мають різні фізико-механічні властивості.

Виходячи з вимоги щодо надійності функціонування конструкції залізничної колії в процесі її експлуатації питання надійної роботи елементів рейко-шпальної решітки набувають певної актуальності.

Матеріал, який подано нижче, базується на основі систематизації експериментальних даних, які характеризують вихід за дефектами елементів конструкції рейко-шпальної решітки безстикової колії при напрацюванні тоннажу [10].

На сьогодні на головних коліях залізниць укладена в основному безстикова колія, тому конструкція рейко-шпальної решітки, яка знаходиться в експлуатації, має такі параметри: рейкові пліти зварені з рейок типу Р65, проміжні скріплення типу КБ, залізобетонні шпали.

Рівень надійності конструкції залізничної колії залежить від ступеня дотримання нормативних показників її безвідмовності та довговічності в процесі експлуатації.

Безвідмовність елементів рейко-шпальної решітки оцінюється ймовірністю знаходження їх у працездатному стані у

встановлений інтервал часу без ремонту, а їхня довговічність – через обсяг напрацьованого тоннажу до моменту вилучення (за дефектністю) з експлуатації.

Зазначені показники надійності безпосередньо пов'язані з технічним ресурсом елементів рейко-шпальної решітки.

Під технічним ресурсом елемента рейко-шпальної решітки розуміється напрацьований тоннаж від моменту укладання елемента в колію до моменту його заміни (через дефектність) на новий.

«Умовна» вантажна напруженість ($\Gamma_{\text{умов}}$) головних колій, на яких здійснюється основний обсяг перевезень, згідно з роботою [39] відповідає такій математичній моделі:

$$\Gamma_{\text{умов}} = 12,65 + 0,76 t, \quad (6.69)$$

де t – поточний рік розрахункового періоду (1997-2007 роки).

Лінійний характер функції $\Gamma_{\text{умов}} = f(t)$ підтверджується коефіцієнтом кореляції $r = 0,95$ і коефіцієнтом детермінації $r^2 = 0,9$.

Конструкція залізничної колії функціонує в умовах багатократного циклічного навантаження динамічними силами від коліс рухомого складу, тому нижче аналізується вплив динамічної дії «умовного» вагона на технічний ресурс елементів рейко-шпальної решітки безстикової колії.

Під «умовним» вагоном, виходячи з номенклатури існуючого парку вантажних вагонів, розглядається 4-вісний вагон (вага тари «умовного» вагона становить $P_{\text{тара}} = 32$ т).

У вантажному поїзді з 33 «умовних» вагонів (у завантаженому стані) налічується 132 осі.

Довжина порожнього вантажного поїзда обмежується корисною довжиною станційної колії $L_{\text{корис}}$. При $L_{\text{корис}} \approx 1200$ м формується вантажний поїзд з 75 «умовних» порожніх вагонів, тобто в поїзді налічується 300 колісних пар.

При напрацюванні 1 млн т бруutto вантажу i -й перетин конструкції залізничної колії приймає певну кількість циклів силового навантаження від колісних пар рухомого складу $N_{\text{ц-млн}}$. Для прийнятих умов величина $N_{\text{ц-млн}}$ становить:

$$N_{ц-млн} = 10^6 / P_{oc-w} = 57800. \quad (6.70)$$

Таким чином, залежність (6.69) з урахуванням виразу (6.70) можна представити (для прийнятих умов) математичною моделлю:

$$N_{ц-Г} = (0,731 + 0,44t)10^6, \quad (6.71)$$

де $N_{ц-Г}$ – кількість колісних пар, яка сприймається i -м перетином конструкції залізничної колії протягом року (розрахункового періоду).

За «життєвий» період конструкція верхньої будови безстикової колії з рейками типу Р65 (нові, термозміцнені) повинна за діючими нормами забезпечити напрацювання 800 млн т бруто, тобто витримати певну кількість циклів силового навантаження $N_{ц-вбк}$, а саме $N_{ц-вбк} = 46,25 \cdot 10^6$.

У табл. 6.13 наводяться функціональні залежності, які характеризують вихід (за дефектами) елементів рейко-шпальної решітки безстикової колії від параметра $N_{ц}$.

Таким чином:

- інтенсифікація процесу експлуатації існуючої конструкції залізничної колії призводить до зниження технічного ресурсу елементів колії в часовому вимірі;

- запропоновано функціональні залежності для встановлення щорічної кількості дефектних елементів рейко-шпальної решітки в умовах їхнього циклічного навантаження колісними парами рухомого складу.

Таблиця 6.13

Функціональна залежність $\gamma_i = f(N_{ц})$

Показник роботи γ_i елементів рейко- шпальної решітки	Функціональна залежність $\gamma_i = f(N_{ц})$	
	зона середньої частини рейкових плітей	зона зрівнювальних прогонів
Сумарний поодинокий вихід у дефектні рейок типу Р65, шт./км:		
без термічного зміцнення	$\gamma_{рейок} = 24,853 \cdot 10^{-24} \cdot N_{ц}^3$ (6.72)	$\gamma_{рейок} = 44,528 \cdot 10^{-23} \cdot N_{ц}^3$ (6.73)
з термічним зміцненням	$\gamma_{рейок} = 28,995 \cdot 10^{-24} \cdot N_{ц}^3$ (6.74)	$\gamma_{рейок} = 28,477 \cdot 10^{-23} \cdot N_{ц}^3$ (6.75)

Вихід за дефектами елементів скріплення типу КБ, % / км:		
металеві підкладки	$\gamma_{\text{підк.}} = 26,338 \cdot 10^{-15} \cdot N_{\text{ц}}^2$ (6.76)	$\gamma_{\text{підк.}} = 29,061 \cdot 10^{-15} \cdot N_{\text{ц}}^2$ (6.77)
підрейкові прокладки:		
поліетілен	$\gamma_{\text{підр.}} = 2,076 \cdot 10^{-6} N_{\text{ц}}$ (6.78)	$\gamma_{\text{підр.}} = 2,803 \cdot 10^{-6} N_{\text{ц}}$ (6.79)
гумова суміш	$\gamma_{\text{підр.}} = 1,938 \cdot 10^{-6} N_{\text{ц}}$ (6.80)	$\gamma_{\text{підр.}} = 2,249 \cdot 10^{-6} N_{\text{ц}}$ (6.81)
нашпальні прокладки (гумова суміш)	$\gamma_{\text{нашп.}} = 0,138 \cdot 10^{-6} N_{\text{ц}}$ (6.82)	$\gamma_{\text{нашп.}} = 0,346 \cdot 10^{-6} N_{\text{ц}}$ (6.83)
Сумарний вихід залізобетонних шпал за дефектами, шт./км	$\gamma_{\text{шп.}} = 0,299 \cdot 10^{-15} \cdot N_{\text{ц}}^2$ (6.84)	$\gamma_{\text{шп.}} = 1,107 \cdot 10^{-15} \cdot N_{\text{ц}}^2$ (6.85)

Контрольні питання

1. Етапи алгоритму формування управлінського рішення.
2. Математична модель накопичення вертикальних деформацій колії.
3. Математична модель накопичення деформацій колії в плані.
4. Параметри деформативності підрейкової основи колії.
5. Параметри деформативності підшпальної основи колії.
6. Критерій довговічності елементів проміжного скріплення.
7. Критерії працездатності щебеневого баласту.
8. Технічний ресурс елементів рейко-шпальної решітки.

7. ТЕХНОЛОГІЯ РОБОТИ КЕРІВНИКА, РІШЕННЯ – ОСНОВА УПРАВЛІННЯ

Матеріали цього розділу базуються на роботі [29].

7.1. Загальні положення

Особливості роботи керівника визначаються тим, що його предметом є інформація, яка забезпечує прийняття управлінського рішення та доведення його до виконавця. Сам

процес розробки та прийняття рішення є важливою частиною роботи керівника.

Технологія роботи керівника визначається сукупністю способів і послідовністю роботи з інформацією. Ця система діє від постановки мети відбирання інформації до організації обліку та контролю виконання прийнятих рішень.

Для кожної категорії керівників – управлінців, спеціалістів і молодшого обслуговуючого персоналу – технологія роботи з інформацією різна. Так, технологія роботи рядових спеціалістів і допоміжного управлінського персоналу багато в чому подібна до технології роботи на виробництві, оскільки значною мірою пов'язана з оргтехнікою.

Керівники служб і відділків займаються обробкою інформації на більш високому рівні, її систематизацією з метою підготовки проекту рішення. Технологія їх роботи характеризується методами узгодження, ув'язок, консультацій та інше. Для технології роботи лінійних керівників характерним є те, що вони своєю роботою закінчують увесь процес роботи з інформацією і на основі запропонованих рішень (проектів) приймають остаточні дії.

Повнота інформації має великий вплив на ефективність прийнятого рішення. Вирішальне значення в цьому відіграють ділові та морально-психологічні якості керівника – майстерність керівника. Майстерність керівника полягає в тому, що при мінімумі інформації він повинен прийняти оптимальний варіант рішення.

Процес управління, як і процес виробництва, є безперервним процесом діяльності. З метою його вивчення, процес управління можна поділити на три етапи: прийняття рішення, організація його виконання і контроль.

Рішення (плани, завдання, накази, розпорядження і т. п.) – специфічний продукт роботи керівника, який приймається керівником на всіх рівнях: бригадир, майстер і начальник тощо.

Рішення – фундамент, на якому базується вся будова управління. Вдосконалення якості рішень є важливим завданням органів управління різних рівнів. Під час прийняття рішення завжди враховують те, скільки часу потрібно для його прийняття.

Як правило, рішення, розраховані на тривалий термін, потребують більше часу на їх осмислення та прийняття. Часто рішення приймаються негайно. Для подібних випадків заздалегідь розробляються відповідні положення (правила, інструкції і т. п.).

Управлінські рішення повинні відповідати відповідним якостям:

- наукова обґрунтованість;
- єдність;
- праводія;
- цілеспрямованість;
- стислість;
- конкретність у часі;
- оперативність.

Усе це можна тлумачити таким чином.

Наукова обґрунтованість – рішення повинні прийматися з урахуванням дії економічних, політичних, соціальних законів та аналізу конкретної виробничої ситуації.

Рішення розробляється на основі правдивої інформації за допомогою порівняння декількох обґрунтованих варіантів досягнення цілі в потрібний час.

Єдність – під час вирішення конкретного завдання керівник здебільшого має справу з декількома завданнями, які впливають із головного і вони повинні бути підпорядкованими вирішенню головного завдання, завдяки якому приймається рішення.

Всі рішення повинні бути підпорядкованими і взаємозв'язаними, узгоджуватися з діючими, які були прийняті раніше.

Праводія – рішення повинні прийматися в межах тих прав, якими наділені керівники.

Керівник не повинен перекладати прийняття своїх рішень на інші керуючі органи. Йому не слід втручатися у функції підлеглих, оскільки цим він перекладає на себе частину їх функцій і відповідальність за них.

Цілеспрямованість – кожне рішення має точну адресу і повинно бути зрозумілим виконавцю, його формулювання повинно бути однозначним і не допускати різного читання.

Стислість – економія в роботі з інформацією потребує чіткого стислого формування прийнятого рішення.

Конкретність у часі – керівник не повинен давати доручення підлеглим без зазначення термінів їх виконання.

Оперативність – рішення необхідно приймати конкретно тільки тоді, коли цього вимагають виробничі обставини. Рішення, які запізнилися, як і передчасні рішення, однаково шкідливі та безглузді.

Рішення повинні бути відображенням змін виробничої діяльності.

На етапі прийняття рішення головну увагу керівник концентрує на державному підході до розроблення. У кожному конкретному випадку необхідно досягати організаційного співвідношення загальнолюдських колективних і особистих інтересів.

Те, що вигідно суспільству, повинно бути вигідно кожній людині окремо.

Будь-яке рішення повинне забезпечувати планомірність, єдність дій, обґрунтовані виробничі пропорції, моральну та матеріальну зацікавленість у його виконанні.

Прийняття рішення – це процес, який включає в себе такі етапи:

- усвідомлення завдання;
- обговорення різних варіантів вирішення завдання, встановлення сильних і слабких сторін;
- вибір, прийняття та кінцеве формулювання рішення.

У зв'язку з цим керівниками різних рівнів проводяться різні виробничі ради і наради, де рішення проходить етап згоди.

Виконання управлінських рішень – це врешті-решт, виконання державних, галузевих планів підприємствами галузі, залізниці, служби колії.

Керівництво виконання перерахованих планів полягає у вирішенні управлінським апаратом конкретних питань з керування виробничими процесами. При цьому кожне підприємство, підрозділ виконує свої функції і таким чином діє загальна система управління, у якій всі підрозділи (ланки) взаємодіють між собою та забезпечують виконання плану.

Найбільш ефективною системою є та, де оперативні виробничі завдання вирішуються без втручання керівника, для чого:

- місце кожного працівника повинно бути чітко зазначено;
- кожен знає свою роль і значення в управлінському процесі і свої обов'язки;
- кожен несе відповідальність за виконання своїх обов'язків;
- діє система самоконтролю і матеріальна зацікавленість за кінцевий результат роботи.

Головне завдання керівника полягає в тому, щоб організувати вказану систему і забезпечити собі можливість займатися вирішенням конкретних проблем розвитку підприємства (фінанси, кадри тощо).

У кожному підприємстві (підрозділі) чітко декларуються обов'язки, відповідальність і права всіх працівників виходячи з принципу – не буває прав без обов'язків і обов'язків без прав.

Дійсно, обов'язки, права та відповідальність закріплюються письмово за кожним працівником. Це виключає можливість впливу результатів роботи одних працівників на виконання роботи іншими працівниками.

Адміністративні та функціональні відносини регулюються одним документом – Посадова інструкція.

Для того щоб Положення та Інструкції були дієвими, необхідно своєчасно поповнювати їх відповідно до змін на виробництві.

Важливим фактором підвищення ефективності системи управління є підвищення ініціативи працівників, їхньої активної, творчої позиції в управлінні своїм підприємством.

Організація виконання рішень передбачає контроль.

Принципами обліку та контролю сповнена вся діяльність як керівника, так і апарату управління.

Облік – основа повної, достовірної та об'єктивної інформації про справжній стан справ і без обліку неможливо прийняти правильне рішення.

Діючий облік дозволяє прийняти ефективне рішення. Якщо облік неточний, заплутаний, то існуватиме ймовірність негараздів у системі управління.

Керівник постійно повинен приділяти особливу увагу створенню надійної системи обліку, яка дає першу інформацію про стан справ на виробництві. Ця інформація є джерелом всієї інформації і від її точності і достовірності залежить процес управління.

Контроль є заключною стадією управлінського процесу, особливо в колійному господарстві, де від своєчасності виконання рішення (наказу, розпорядження) залежить безпека руху поїздів.

Контроль дає змогу бачити всю діючу картину стану справ. Від ефективності контролю залежить прийняття рішень і своєчасність їх виконання.

Для керівника основним завданням є створення і функціонування надійної та гнучкої системи контролю.

Система контролю задається та спирається на систему організації роботи, у якій чітко позначені функції як підрозділів, так і кожного працівника.

Функція контролю є важливою функцією керівника, тому що вона є джерелом інформації, на основі якої приймається рішення.

Керівник виступає в ролі ініціатора рішення і він повинен бути ініціатором в організації контролю за його виконанням.

Кожне рішення по суті та формі повинно бути таким, щоб створити можливість контролю за його виконанням. Обов'язково важливим є обрання відповідального за виконання.

Зважаючи на важливість контролю в управлінні виробництвом, раніше існував партійний і народний контроль, що допомагало керівникові (адміністрації) відстежувати хід справ за виконанням рішень.

У сучасних умовах функціонування виробництва та грошових відносин все більшого значення набуває контроль якості роботи і продукції, рентабельність виробництва.

7.2. Стиль роботи і культура керівника

Коли керівник приймає рішення, організує його виконання та контролює роботу підлеглих, він діє згідно зі своїми обов'язками.

При цьому кожний керівник демонструє свою індивідуальність, характерні для нього здібності та способи дії в процесі керування, що визначає його стиль керування.

Як немає двох цілком однакових людей, так і немає абсолютно однакових стилів управління.

Стиль управління виробляється в спілкуванні керівників і підлеглих, у їхній взаємодії.

Стиль формується спільністю відносин у колективі, але він здебільшого залежить від керівника.

Тільки керівник здійснює органічний зв'язок виробничої та виховної роботи.

Досягнення та успіх його діяльності вирішується багатьма факторами. Серед них немало роль відіграють особисті якості керівника.

Кожний керівник – вихователь, педагог людських душ. Йому має бути притаманним почуття високої відповідальності за виховання колективу.

Він повинен мати такий вплив на особистість працівника, який формує в нього (працівника) високу свідомість, спонукає творчий підхід до роботи і активної участі в житті виробництва.

Особливо важливе значення має його мистецтво керувати, спираючись на колектив, вміння виявити думку підлеглих. Для цього потрібна колегіальність обговорення питання, широке пояснення виконавцям необхідності прийнятого рішення з тим, щоб пробудити та підтримати їх ініціативу.

Ефективність роботи керівника можна виміряти тільки кінцевими результатами. Тому об'єктивно оцінювати роботу керівника з управління виробництвом слід не витраченим часом, а з урахуванням кінцевого результату.

Чи має керівник здібності керувати? Які здібності він взагалі повинен мати? Ці здібності сформовані в п'ять груп і розставлені в такій послідовності:

- політична зрілість (впевненість, морально-психологічна стійкість, вміння виховувати працівників, відповідальність, чесність і порядність, чуйність і уважність до людей, принциповість, вміння слухати критику на свою адресу);

- дисципліна і ставлення до роботи (любов до праці, вміння наладити та підтримувати дисципліну, вміння планово вести справу, вміння виховувати в підлеглих любов до праці);

- рівень знань (знання техніки, технології, економіки, вміння бачити перспективу);

- організаційні здібності (вміння підбирати та використовувати кадри, вчити і виховувати працівників у ставленні до роботи, створювати згуртований колектив, цілеспрямованість, вміння не губити здібності до управління в критичних ситуаціях);

- вміння забезпечити ефективну систему управління (організовувати колективне обговорення принципів питань управління, коротко та чітко говорити про справу, вміти писати ділові записки, накази, розпорядження і т. д., отримувати з різних джерел потрібну інформацію, слухати інших, самостійно та швидко приймати рішення, забезпечити матеріальну та моральну зацікавленість працівників, контроль за виконанням рішень, удосконалювати структуру управління).

Практика оцінки ділових і моральних якостей керівників показує, що на першому місці знаходяться:

- переконання;

- почуття персональної відповідальності за доручену справу;

- чесність;

- добропорядність;

- чуйне та уважне ставлення до людей.

Високо ціняться здібності самостійного та швидкого прийняття обґрунтованого рішення, особиста дисципліна; працездатність, організаційні здібності, вміння підтримувати дисципліну в колективі.

Ділові та організаційні здібності визначають стиль керівника, і цей стиль позначається на всьому стилі управління в колективі.

Так, стиль управління колійного майстра та бригадира колії позначаються і проявляються в їх взаємовідносинах з монтерами колії. Колійний майстер і бригадир знаходяться з монтерами колії в безпосередньому контакті і спілкуванні. Їм доводиться не тільки керувати ними на виробництві, але і вирішувати безліч інших

задач. Тому у виховній роботі бригадиру та колійному майстру належить головна і вирішальна роль.

Все перераховане потребує специфічних методів управління, головним із яких є особистий приклад.

Майстер повинен досконало знати техніку, технологію та організацію роботи на своєму околотку. Його особистий приклад у роботі, у ставленні до людей мають першочергове значення у виховній роботі.

Головним для майстра і бригадира є постійне піклування про своїх працівників.

Воно (піклування) проявляється в тому, щоб по можливості забезпечити працівника цікавою роботою відповідно до його знань та умінь, фізичних здібностей.

При прийманні на роботу нового працівника майстер і бригадир протягом деякого часу приділяють йому особливу увагу, допомагають йому «ввійти» в колектив.

Колійний майстер забезпечує нормальні умови праці і техніку безпеки. Навіть незначне поліпшення умов праці відмічається монтерами колії як свідчення уваги адміністрації до потреб працівників.

Бригадир і майстер повинні бути уважними до питань заробітної плати працівників, контролювати правильність нарахування, не допускати несправедливості в нарахуванні, оскільки вона (заробітна плата) є матеріальним стимулом роботи, вона може погіршувати принцип матеріального стимулювання, якщо є фіктивною сумою.

Майстру належить вирішальне значення під час проведення екзаменів при підвищенні розряду, а також у нормуванні роботи, оскільки він краще за інших знає можливості виробітку на кожній роботі. Він не повинен розподіляти роботи своїми діями «вигідні» і «невигідні».

Колійний майстер здійснює постійний контроль за виконанням завдання (рішенням, розпорядженням).

Стилю роботи майстра притаманно давати розпорядження як прямий наказ, а краще – пораду, прохання, доручення, завдання тощо. Розпорядження повинні бути чіткими, зрозумілими, вичерпаними.

Майстер несе відповідальність за розвиток добрих морально-психологічних, дружніх відносин у своєму колективі.

Робоче відділення і околоток – головні осередки колійного господарства залізниці, як сім'я – головний осередок суспільства.

Добрі виробничі стосунки в колективі можливі тільки за умови доброї виробничої дисципліни, яка забезпечується перш за все принциповістю і вимогливістю керівника.

Мало що може так відбити в працівника бажання працювати, як зневажлива характеристика його роботи з боку керівника. Тому майстер повинен все бачити і своєчасно відмічати будь-яке досягнення працівника, проявлення ним ініціативи і винахідливості.

Догана за недоліки в роботі застосовується тоді, коли майстер переконаний, що догана сприймається працівником як справедлива, неминуча і є повчальною для нього та інших.

Занадто часті догани свідчать про слабкість керівника, його невміння створити такі умови, у яких сумлінне та ініціативне виконання завдання і свідоме дотримання дисципліни стали б непохитним правилом.

Винесення догани необхідно, як правило, робити на одинці, а подяку – краще оголосити публічно.

Кожен із цих заходів повинен бути обґрунтованим і в колективі викликати віру в його правильності. В іншому разі подяка може бути прийнята як незаслужена, а догана – як несправедлива.

Майстер повинен створити в колективі таку атмосферу, щоб всі добре знали, хто і на що заслуговує, хто і як працює.

Стиль управління передбачає оволодіння певними елементами культури. Організація управління пов'язана з досягненнями у сфері культури. Некультурний керівник – мертвий керівник. Він нікому не цікавий.

Елементами культури управління є правила поведінки (правові і етичні), які визначаються відповідними нормативами.

Правові норми відображені в державно-правових нормативних актах. Вони позначають загальні вимоги до керівника.

Етика – наука про мораль. Вона виробляє моральні норми і правила повсякденної поведінки. Етичні норми мають велике

значення в управлінні виробництвом, оскільки конкретизують правові норми і разом з ними визначають лінію поведінки керівника.

Керівник у своїй роботі повинен орієнтуватися на такі норми етики, як гуманізм, ввічливість, взаємодопомога та ін. Разом з цим соціальне положення керівника визначає і специфічну етику. Наприклад, недопустимим є подання неправильної інформації вищому керівникові, порушення державних стандартів, брехня і т. п.

Особливе значення для культури управління має обов'язковість: сказав, пообіцяв, намітив – виконав у призначений термін.

У відносинах з підлеглими повинно мати місце справедливе рівне ставлення до всіх підлеглих, об'єктивна оцінка їх роботи, своєчасна похвала за успіхи.

Не можна присвоювати собі заслуги підлеглих, а також перекладати на них відповідальність за свої неправильні дії.

Культура управління органічно включає в себе і уважне, зацікавлене ставлення до потреб і турбот працівників. Атмосфера доброти, поваги до людини повинна господарювати на кожному підприємстві.

Удосконалювати культуру управління – це означає, що треба посилити увагу до всіх її елементів. Це дозволить збільшити ефективність управління, зробити чіткою і дружньою роботу апарату управління, підняти на більш високий рівень дисципліну. Культуру в собі слід формувати постійно.

Загальний рівень культури управління характеризується успіхами в боротьбі за економію робочого часу, за ресурсозбереження.

Велике значення має культура проведення масових заходів: зборів, нарад, засідань, семінарів тощо.

Особливістю цих заходів є те, що завдяки їм відбувається більш повний і різнобічний обмін інформацією з тих питань, які обговорюються у відносно короткий термін часу. Крім того, вони є найбільш дієвими формами ідейно-виховної роботи в колективі.

Залучаючи до участі в цих заходах велику кількість працівників і відриваючи їх від основної роботи, керівникові

потрібно завжди піклуватися про скорочення їх чисельності, час проведення, добре їх планувати і регламентовано проводити.

Велике значення має порядок роботи нарад і їх зміст. Порядок визначається чітким, затвердженим регламентом роботи.

Зважаючи на викладене, культура – найважливіша складова стилю управління, який сконцентровано на довіру і любов до людини, високу культуру, чітку організованість, конкретність і оперативність.

Молодий спеціаліст з часом переходячи до роботи керівника, всьому цьому, що перераховано вище, повинен постійно вчитись, виховуючи в собі кращі риси керівника, ставати керівником з великої літери, душею колективу.

7.3. Погляд на стратегію управління персоналом

Враховуючи роль і значення колійного господарства для залізничного транспорту, ключовим фактором управління є персонал і його професіоналізм, ділові і морально-психологічні якості, а це залежить від якості підготовки фахівців, правильності використання на виробництві, якості їх сучасної перепідготовки та підвищення кваліфікації.

На виробництві повинна діяти тенденція – омолодження керівних кадрів, що є стимулом до всього нового, перспективного і ефективного.

Як показує практика, разом з уміннями і навиками з основної спеціальності слід поглиблювати знання в галузі економіки, фінансів, менеджменту, моралі, психології і педагогіки, права та іноземних мов.

Необхідно взяти за правило: молоді менеджери – стратегічний ресурс підприємства і цьому напрямку давати пріоритетний напрямок у кадровій політиці та психологічному забезпеченні.

На виробництві повинна якісно діяти концепція постійного навчального процесу, створення рад з кадрів і політика мотивації роботи.

Зараз діє система роботи з кадрами, яка включає в себе:

- підбір і використання кадрів;
- формування резерву керівників;

- підвищення кваліфікації;
- робота з вищими навчальними закладами;
- замовлення спеціалістів, розподіл молодих спеціалістів тощо.

Сучасні умови вимагають більш якісного підходу підприємств до таких складових цієї системи, як направлення на навчання з виробництва, якісна виробнича практика та розподіл молодих спеціалістів на свої виробництва.

Питання про якість управління персоналом у всьому світі займає одне з перших місць у роботі керівників.

Разом з цим набуває нового змістовного значення атестація кадрів, кваліфікаційна бесіда та оцінка якості спеціаліста (фахівця і менеджера) в умінні аналізувати, приймати рішення, нести відповідальність за їх реалізацію та вміння обґрунтовано ризикувати. Зараз саме це є показником якості фаху сучасного спеціаліста – менеджера і, вивчаючи дисципліну, студент повинен готувати себе до такої оцінки своїх здібностей. План виробництва (служби колії, дистанції тощо) слід розглядати як закон, який регламентує діяльність колійного господарства, дистанції колії, КМС чи інших підрозділів. Іншими словами – завдання позначене системою показників.

Завдання планування на підрозділах колійного господарства мають своєю метою забезпечити експлуатаційну надійність залізничної колії за допомогою виконання спеціальних показників, гармонійний технічний і соціальний розвиток підприємства з тим, щоб якісно забезпечувалась безпека руху поїздів із встановленими швидкостями, рентабельно працювало виробництво і стрімко розвивалося.

Планування охоплює всі сторони діяльності виробничого підрозділу і його колективу.

У кожному плані встановлюються обсяги запланованих робіт, терміни їх виконання, надаються необхідні фінансові та матеріальні ресурси, встановлюються показники якості поточного утримання колії (для ПЧ) і якості виконання ремонтів колії (для КМС), і те саме для інших підрозділів колійного господарства. Всі плани розробляються на основі технічної політики галузі, узгоджуються з планами діяльності залізниці і в цілому колійного господарства.

Кожний лінійний підрозділ колійного господарства (ПЧ, КМС і т. д.) розробляє на основі галузевого плану служби колії перспективний план роботи і розвитку свого підрозділу на довгостроковий термін.

Кожний план складається з окремих розділів.

На основі перспективного плану потім складається річний і місячний плани роботи лінійного підрозділу.

Завдання перспективного плану на конкретний рік при поточному плануванні можуть коректуватися з уточненням деяких параметрів згідно з реаліями діяльності виробництва. Ці уточнення і коректування здійснюються при розробленні щорічного техпромфінплану підприємства.

Техпромфінплан являє собою розгорнуту програму діяльності підрозділу протягом року. Він регламентує всю виробничу, господарчу і фінансову діяльність підрозділу протягом запланованого року.

У зв'язку з цим розроблення техпромфінплану охоплює низку заходів і техніко-економічних розрахунків, які мають встановити прогресивні кількісні та якісні показники діяльності підприємства і всіх його підрозділів.

Будь-який техпромфінплан складається з таких розділів:

- основні показники виробничо-господарської діяльності;
- план виробництва;
- план підвищення ефективності виробництва;
- планові техніко-економічні нормативи і норми;
- план капітального будівництва;
- план матеріально-технічного постачання;
- план з роботи й заробітної плати;
- план по прибутках, витратах і рентабельності;
- план по фондах економічного стимулювання;
- фінансовий план;
- план соціального розвитку колективу.

Техніко-економічні завдання підприємству та його підрозділам, які встановлені в техпромфінплані, є початковими для їх подальшої реалізації в оперативно-виробничому плануванні.

Постійна турбота керівника, за допомогою своїх помічників повинна бути спрямована на розроблення планів діяльності,

якісну роботу з їх реалізації в життя та своєчасність інформування за їх виконання.

Одне з важливих завдань керівника – створити і зберігати «психологічний клімат» у колективі.

Психологічний клімат виробничого колективу є одним із дієвих стимулів зі створення гарного настрою та підвищення продуктивності праці. Людина в колективі підпорядковується правилам суспільної свідомості.

Важливо, щоб психологічний клімат колективу створював правильний напрямок для формування в працівників високих моральних якостей, розвивав позитивні мотиви діяльності та налагоджував працівників на активну, творчу, доброзичливу працю задля загальної мети виробничого підрозділу.

Завдання – створити таку моральну атмосферу в колективі, яка б сприяла установленню в усіх ланках суспільного життя (у роботі, побуті) поважного і турботного ставлення до себе і до інших, довіри, яка поєднується з високою відповідальністю і громадською позицією.

При гарній організації роботи спостерігається вища виробнича активність і задоволеність своєю роботою, менше відбувається порушень виробничої дисципліни.

Недоліки в організації роботи негативно позначаються на психології працівників, знижують їх виробничу активність, погіршують психологічний клімат, є однією з причин текучості кадрів.

Необхідно створити такий «клімат» у колективі, щоб працівник з радістю йшов на роботу, з радістю виконував поставлені завдання та задоволеним фінансово повертався додому. Це повинно стати управлінським завданням на всіх рівнях управління.

Настрій у колективі – пряме відображення якості роботи керівника чи бригадира колії, чи керівника служби колії.

Система матеріального та морального стимулювання (заохочення) теж впливає на формування свідомого ставлення до роботи. Недоліки цієї системи не тільки завдають економічних збитків, але і формують у працівників негативне ставлення до роботи, безвідповідальність, незацікавленість у гарній роботі, породжують брехливого працівника.

Велике значення для згуртованості колективу має створення та укріплення добрих традицій як на виробництві, так і у вільний час.

Психологічні дослідження показують, що керівники, які вмiло організують взаємовідносини з колективом, досягають кращих показників і в них немає необхідності часто застосовувати адміністративні заходи-стягнення.

Первинні колективи (колійні бригади, околотки) мають великі можливості для формування доброго психологічного клімату, який багато в чому залежить від умов спільної роботи і визначається:

- організацією праці;
- системою матеріального та морального стимулювання;
- взаємовідносинами в колективі;
- стилем і методами роботи керівника.

Кожен виробничий колектив має свої характерні риси, які відрізняють його від інших.

Для того щоб охарактеризувати ці риси, необхідно відповісти на такі питання:

- яке місце даний колектив займає в структурі виробництва?
- які його загальновиробничі показники?
- які умови і яка організація праці?
- наскільки досконала система матеріального та морального стимулювання роботи?
- який психологічний клімат у колективі?

Стосунки працівників між собою складаються в рамках двох структур:

- формальна (офіційна) структура;
- неформальна (неофіційна) структура.

Формальна структура характеризує офіційні зв'язки людей у виробничій і громадській діяльності, і ці зв'язки закріплені адміністрацією. Вона (ця структура) визначається взаємодією людей, дії яких обумовлені посадовими інструкціями.

Неформальна структура характеризує неофіційні відносини людей, які будуються на основі особистих відносин, симпатій та антипатій, загальної спільності інтересів, схожості характерів, взаємопорозуміння.

Ці обидві структури – формальна та неформальна, знаходяться в постійній взаємодії.

Тому регулювати неформальні структурні відносини можливо через систему формальних зв'язків.

Так, якщо в колективі є конфліктні бригади або окремі працівники, то необхідно приділяти увагу на правильний підбір (комплектування) бригад, щоб позбутися можливостей конфлікту.

Керівник повинен займатися підбором і розставлянням кадрів (бригадирів, монтерів колії).

Знання внутрішньої неофіційної структури відносин і авторитетності членів колективу дозволяє керівникові ефективно керувати колективом (бригадою, околотком, дистанцією колії тощо).

У колективах, де формальна та неформальна структури співпадають, спостерігається згуртованість, гарний психологічний клімат, висока виробнича і суспільна активність, свідомість.

Відомо, що кількісне значення при формуванні колективу має велике значення. Вважається, що нижня границя цієї кількості становить 10÷15 люд, верхня – 25÷35 люд. Як вкрай малі, так і великі за чисельністю колективи ускладнюють умови спілкування між собою. У малих колективах зменшується можливість підбору найбільш «сумісних» людей, а великі – швидше розпадаються на окремі групи, що знижує цілісність, цілеспрямованість і згуртованість такого колективу. Саме керівникові необхідно це врахувати у своїй діяльності.

Ще одним важливим соціально-психологічним моментом у формуванні виробничого колективу є віковий розподіл працівників у структурі.

Виробничий колектив звичайно об'єднує людей різного віку та індивідуальних рис характеру, різної професійної підготовки і посадового положення, різних знань і здібностей.

Це все потребує від керівника індивідуального підходу до підлеглих. За словами «люди», «колектив» керівник має бачити конкретного працівника з його здібностями, позитивними та негативними рисами.

Керівник має розвивати в собі такі якості, як психологічна інтуїція і психологічний такт, що допомагає йому краще орієнтуватися у взаємовідносинах людей і управлінні колективом.

Психологічна інтуїція є здібністю розуміти людей, їх психологію, характерні особливості та емоціональній настрій, якості характеру та мотиви поведінки.

Не випадково кажуть, що керівник наполовину має бути економістом і наполовину – психологом.

Увага до людей і схильність до аналізу поведінки працівника виховує психологічну інтуїцію. Вміння подумки поставити себе на місце свого підлеглого, оцінити ситуацію його очима робить керівника більш об'єктивним і дозволяє йому пізнати приховані мотиви поведінки людей.

Психологічна інтуїція проявляється у правильній оцінці працівника, його позитивних і негативних якостей, в умінні підбирати та формувати «свою команду», розподіляти роботу відповідно до здібностей людей, їх інтересу та особливостей характеру.

Вона (інтуїція) дозволяє краще орієнтуватися в конкретних ситуаціях і приймати більш оптимальні форми впливу на працівника (колектив) залежно від ситуації.

Психологічний такт повинен також проявлятися у виборі потрібної форми спілкування, яка б забезпечувала найбільшу ефективність впливу і найбільшу психологічну дію на людину.

Наприклад, зауваження працівникові може бути зроблено в різній формі – від різкого тону до жартівливого. Вибір форми тону залежить від конкретних обставин. Головне, щоб зауваження мало свою позитивну дію і ефективні наслідки.

Конфліктні ситуації на виробництві можуть бути спровоковані різними причинами:

- недоліками в організації праці;
- недосконалістю форм оплати праці;
- поганими умовами праці;
- порушеннями трудового законодавства;
- незадовільним стилем роботи керівництва;
- низьким рівнем культури взаємовідносин і т. д.

Виробничі конфлікти негативно позначаються на настрої працівників, знижують їх працездатність, погіршують

психологічний клімат у колективі, через що виникають підстави зміни кадрів.

Тому постійний вплив на ці питання є однією з умов забезпечення ефективності управління виробничим колективом, стабільності кадрового складу.

Як правило, всі можливості запобігання конфліктних ситуацій на виробництві повинні бути використані.

Який би характер не мав конфлікт, якими б не були його розміри, у будь-якому випадку мають бути досконало проаналізовані та встановлені причини конфлікту, ті обставини, які до цього призвели.

Керівник повинен досконало та об'єктивно розібратися в суті та масштабах конфлікту і зробити відповідні висновки.

Невдоволеність працівників може мати і позитивні наслідки, вона може бути результатом високої відповідальності і бажання покращити деякі умови виробництва, підняти його продуктивність, ліквідувати проблемні місця виробництва.

Керівникові потрібно створювати умови для вільного обміну думками, ділового обговорення, правильно реагувати на критичні зауваження і ділові пропозиції.

Багаторазово керівник виконує роль арбітра. Часто це відбувається тоді, коли йдеться про розподіл премії, надання відпусток, накладання дисциплінарних доган і т. д. – завжди від керівника чекають справедливих дій.

У багатьох конфліктних ситуаціях керівник стоїть перед необхідністю дати заключну оцінку даній події, запобігти подальшому розвитку конфлікту, скерувавши тим самим діяльність колективу в потрібне русло.

Керівникові потрібно знати інтереси кожного працівника, мотиви його поведінки, джерела можливих конфліктів, вміти передбачити реакцію працівника в цих ситуаціях.

Впевненість колективу в тому, що дії керівника завжди продиктовані тільки виробничими і громадськими інтересами, сприяють формуванню його авторитету і встановленню добрих взаємовідносин у колективі.

7.4. Колійний майстер – організатор і вихователь виробничого колективу

У зв'язку з тим, що молодий спеціаліст, який розподіляється на роботу в дистанцію колії чи КМС, починає свою виробничу діяльність з посади колійного майстра, автори приділили особливу увагу цій посаді з тим, щоб майбутній керівник-початківець міг себе готувати заздалегідь.

Майстер – спеціаліст, який досягнув вершин майстерності. Він є керівником околотку, виробничого осередку – основного підрозділу колійного господарства. Від нього безпосередньо залежить надійність експлуатаційного стану залізничної колії, безпека руху поїздів.

Ефективність управління значною мірою залежить від того, хто керівник і як організовано ним управління околотком, колективом, де відбуваються складні технологічні, економічні, соціальні і духовні процеси.

Околоток у сучасних умовах – це сукупність людей, об'єднаних сумісною діяльністю для виконання головного завдання – обслуговування залізничної колії таким чином, щоб була постійно гарантована безпека руху поїздів з максимальними швидкостями.

Цей колектив повинен бути згуртованим, з'єднаним взаємною відповідальністю і співпрацею.

У ньому сконцентрована своєрідна гама багатofакторних і різнобоких зв'язків і відносин, об'єднаних виробничою власністю і сумісною колективною роботою.

Активне використання нових наукових і технічних рішень, передових прийомів організації праці і управління, творчий пошук резервів виробництва, уважний облік змін і попиту – ось що потрібно від сучасного керівника. Цим повинен у своїй діяльності керуватися колійний майстер. Він повинен володіти почуттям нового, бачити перспективу та вміти приймати рішення з повним розумінням справи, якій він присвячує своє життя.

Відповідати всім цим вимогам важко навіть досвідченим керівникам, але колійному майстру, як майбутньому великому керівникові, потрібно постійно в собі ці риси виховувати, оскільки він вже є організатором і вихователем виробництва.

Майстер безпосередньо керує процесом поєднання засобів виробництва і робочої сили, здійснює виробничий процес.

Специфіка роботи колійного майстра полягає в тому, що сам він не створює матеріальних цінностей, а забезпечує управління діями людей, які виконують ті чи інші функції у виробництві цих матеріальних благ – залізничної продукції.

Від майстерності управління залежать показники виробничої діяльності околотку, робочих відділень.

Колійний майстер повинен здійснювати свою діяльність тільки на вищому рівні професійної майстерності, вміти з добрими знаннями керувати роботою, кваліфіковано вирішувати соціально-економічні та виховні завдання, які стоять перед його колективом.

Від знань та організаційних здібностей колійного майстра залежить якість і своєчасність виконання виробничих завдань, планів, якісне використання робочого часу, машин і обладнання, дотримання правил техніки безпеки, подовження термінів служби всіх елементів залізничної колії, ресурсозбереження тощо.

Колійний майстер, бригадир колії повинен знати настрій підлеглих, радитися з ними, суміщати вимогливість з чуйністю і повагою до працівників, виховувати у них повагу до своєї роботи, професії, дбайливе ставлення до свого колективу і виробництва, щоб у кожного працівника було почуття шани і він (працівник) був патріотом свого підприємства.

Головні свої зусилля майстер спрямовує на підвищення якості роботи, тобто чітке та якісне використання робочого часу, відсутність прогулів, простоїв, підвищення кваліфікації працівників, ефективності їх роботи, використання засобів виробництва та інше.

Майстерність колійного майстра, як організатора виробничого колективу і процесу, характеризується стилем його керування.

Стиль керування передбачає сукупність правил, які визначають його підхід до управління колективом і лінію поведінки керівника в будь-яких ситуаціях, які виникають.

Коло обов'язків колійного майстра та бригадира зафіксовано визначено відповідними нормативними документами.

Цей збірник регламентує обов'язки колійного майстра таким чином:

- виконання планових завдань з ремонту і поточного утримання колії та штучних споруд, земляного полотна та інших пристроїв з високою якістю і зниженням собівартості робіт, безперечне забезпечення безперебійності і безпеки руху поїздів із встановленими швидкостями по обслуговуваній колії;
- своєчасне формування планових завдань колійним бригадирам і, якщо необхідно, окремим працівникам згідно з плановими завданнями та графіками робіт, забезпечення бригад необхідними матеріалами і спецодягом, інструментом і сигнальними знаряддями і технічною літературою, всім тим, що потрібно для ефективного виконання робіт;
- правильне розставляння працівників згідно з вимогами технологічного процесу, кваліфікацією працівників і встановленим завданням;
- інструктаж працівників по правилах виконання робіт і техніці безпеки, доглядом за механізмами і обладнанням;
- продуктивне використання машин і механізмів;
- дотримання і виконання Правил технічної експлуатації, інструкцій і положень, які забезпечують безпеку руху поїздів, охорону праці і навколишнього середовища, протипожежних заходів тощо;
- безумовне виконання правил внутрішнього розпорядку, виробничої і технологічної дисципліни, охайності на робочому місці, своєчасне виконання і завершення робіт;
- впровадження у виробництво нових технологій і передових методів праці;
- перегляд у встановленому порядку норм виробітку і розцінок, недопущення перевитрат фонду заробітної плати;
- створення умов для виконання працівниками своїх обов'язків і норм праці, впровадження передових прийомів праці;
- підбір працівників для роботи на околотку, їх навчання і розставляння на робочих місцях, атестація і переатестація;
- сприяння розвитку ділового змагання між працівниками, активності, творчого підходу до роботи;
- видача бригадирам, а за необхідності і працівникові завдань, планів роботи, рішень, розпоряджень, перевірка якості розроблення півмісячних графіків, своєчасне інформування

працівників і бригадирів з умовами виконання виробничих завдань, нормами виробітку і вартістю робіт, операцій тощо;

- забезпечення своєчасного здавання в бухгалтерію бригадирами і окремими працівниками виконаних півмісячних графіків, нарядів та інших документів для нарахування заробітної плати;

- розгляд скарг і заяв працівників, прийняття відповідних заходів з їх задоволення.

Обов'язки колійного майстра взаємопов'язані з його правами. Разом вони дозволяють здійснювати управління виробничим колективом і процесом, знаючи, що і як маєш право робити.

Колійний майстер має право:

- підбирати і рекомендувати до приймання на роботу, у границях плану з роботи, працівників для свого околотку і готувати їх для оформлення в дистанції колії;

- за узгодженням з начальником дистанції (КМС) готувати відповідні документи (подання) зі звільнення працівників за відповідні порушення;

- переводити працівників, у разі виробничої необхідності, у межах околотку, з однієї роботи на іншу з дотриманням діючого законодавства;

- присвоювати працівникам згідно з тарифною сіткою відповідні розряди в рамках тарифно-кваліфікаційного довідника;

- преміювати працівників за відповідні досягнення, за сумлінне виконання завдань, планів, розпоряджень за рахунок коштів преміального фонду майстра;

- рекомендувати керівництву дистанції колії (КМС) працівників, які особливо відзначилися, до преміювання іншими видами подяки;

- накладати дисциплінарні стягнення, догани на працівників відповідно до уставу про дисципліну в границях дозволених майстру прав, переміщення працівника на роботу з меншою заробітною платою і т. д.;

- вимагати від адміністрації своєчасного видання для свого околотку завдань, планів, забезпечення матеріалами, машинами, інструментами, транспортними заходами та ін.;

- не допускати, не дозволяти роботу з несправним інструментом, обладнанням, машинами, а також використання на виробництві технології робіт сировини, напівфабрикатів і матеріалів, які не відповідають технічним нормам і умовам.

Надані колійному майстру права потрібно чітко знати і застосовувати, оскільки вони створюють умови для застосування різних форм впливу на колектив:

- переконання;
- спонукання;
- примушення в доброму розумінні цих методів впливу.

Спонукаю найбільше відповідає наказ, примушенню – прохання, переконанню – порада, рекомендація.

Майстерність управління полягає в тому, щоб у розумних і дозволених межах впроваджувати ту чи іншу форми впливу на колектив і можливо їх поєднувати.

Необхідною умовою успішної діяльності колійного майстра є організація його праці на науковій основі.

Наукове направлення організації роботи майстра звичайно закладається у вищому навчальному закладі і, працюючи на виробництві, колійний майстер поповнює знання та уміння, шліфує, удосконалює їх.

Організація роботи колійного майстра передбачає:

- встановлення посадових обов'язків тим працівникам, які цього потребують;
- встановлення обґрунтованих норм праці з урахуванням організаційно-технічних умов виробництва;
- розроблення ефективних, раціональних методів роботи, включаючи планування робіт за часом, методи та прийоми управлінської діяльності, прийняття управлінських рішень, регламенти робочого дня, тижня, місяця;
- раціональну організацію робочих місць;
- розроблення ефективної системи підвищення кваліфікації бригадирів, матеріального і морального стимулювання (заохочення) їх роботи.

Конкретний зміст роботи колійного майстра обумовлений методами його роботи.

Ефективність застосованих методів праці значною мірою залежить від існуючої системи інформації, технології робіт по

всіх функціях управління, ступеня механізації і автоматизації управлінської роботи.

Важливою умовою ефективності методів роботи колійного майстра є стабільний розподіл роботи по годинах робочого дня, планування робочого часу, застосування ефективних управлінських рішень.

Чим більше колійному майстру надано адміністрацією самостійності в організації своєї роботи, тим краще він працює, тим кращі справи в його колективі.

Самостійність – свобода дій у межах своєї компетенції прав і обов'язків.

Свобода дій підвищує міру відповідальності колійного майстра за положенням справ на околотку – за безпеку руху поїздів.

Коригуюча робота майстра „зверху” позитивних наслідків не дає, примушує його помилятися у своїх рішеннях, чекати наступних вказівок, тобто працювати безініціативно, з оглядкою на начальство.

При оцінці змісту роботи колійного майстра повинні враховуватися, на наш погляд, такі характерні особливості його виробничого процесу:

- по-перше, робота майстра є продуктивною і безпосередньо пов'язаною з діяльністю виробничого процесу, конкретністю завдань, які він вирішує, і можливістю оперативного врахування наслідків діяльності околотку, що дозволяє визначити та оцінити фактори, які впливають на ефективність роботи, і вони (фактори) визначають необхідні витрати часу на виконання ним конкретної управлінської роботи;

- по-друге, робота колійного майстра є розумною і при вивченні її змісту слід виходити з кінцевої мети його дій – якість забезпечення безпеки руху поїздів;

- по-третє, особливістю роботи колійного майстра є оперативність його діяльності, ненормований робочий день, велика кількість виконання різноманітних колійних робіт;

- робота майстра тісно пов'язана з роботою бригадирів і працівників околотків.

Об'єктивна оцінка змісту роботи колійного майстра може бути зроблена на основі виділення основних видів робіт, витрат часу і кваліфікації.

У кваліфікації повинно бути передбачено:

- розподіл витрат часу на продуктивний і непродуктивний;
- розподіл робіт на такі, що входять і не входять до його функцій і обов'язків;
- розподіл робіт за ознакою речей по елементах виробничого процесу.

Класифікація повинна: дозволяти визначати порівняну ефективність окремих видів витрат з урахуванням їх залежності від організаційно-технічних параметрів виробничого процесу.

Суттєвим резервом покращення використання робочого часу колійного майстра є встановлення прихованих витрат. До таких витрат можна віднести: витрати на випадок незапланованих робіт (пов'язаних з аваріями, перебоями, порушеннями в регламенті проведення нарад, участь у незапланованих зборах і т. п.).

Ефект розвитку виробничого колективу безпосередньо пов'язаний з діяльністю його керівника – колійного майстра. Він є відповідальним за організацію і діяльність трудового колективу.

Формування колективу, посилення його згуртованості – важлива робота, при якій найбільш яскраво і повно проявляються особливості і професійні здібності кожного члену колективу, їх уміння та хист.

Важливим елементом у формуванні колективу є виховна робота, яка передбачає політичну, виробничу і моральну спрямованість цього процесу.

Форми виховної роботи різноманітні. Так, система політичного виховання передбачає політичне орієнтування працівника в сучасному світі.

Про ефективність виробничого і морального виховання можна судити за тим, наскільки ставлення працівників до своєї роботи, громадської діяльності, до колективу визначається виробничими і громадськими інтересами та ідеалами працівників. У діловій активності працівників вирішальним є принцип справедливості, тобто об'єктивна оцінка керівником вкладу кожного працівника в загальну справу.

Різноманітність завдань, які вирішує колійний майстер, потребує вмілого використання робочого часу з тим, щоб якомога більше встигнути в розвитку колективу.

Діяльність майстра з розвитку демократичних форм у колективі здійснюється по трьох напрямках:

- по-перше, він займається заходами з підвищення рівня інформування колективу про політичне, економічне і культурне життя держави і положення у світі, а також про справи на своєму виробництві, організацію праці, її нормування, стимулювання і т. д.;

- по-друге, майстер здійснює заходи з розвитку в колективі критики і самокритики. Дієвість критики і самокритики, культура їх дії залежить від особистого прикладу майстра. Його особисте ставлення до критики і самокритики – очевидний приклад виховання, зразок для наслідування;

- по-третє, майстер повинен всіляко сприяти залученню працівників до громадського управління, колективного обговорення і розроблення управлінських рішень, формування громадської думки.

Складна і відповідальна робота колійного майстра, як керівника виробничого колективу, і успіх роботи залежить від індивідуальних форм роботи з людьми, вимагає від нього доброго знання багатьох морально-психологічних якостей людей.

Дуже важливим є особистий приклад керівника і робочого ядра колективу в проведенні індивідуальної виховної роботи виходячи з особистостей їх характеру.

Авторитет керівника – основа його популярності. До елементів, з яких складається ця якісна характеристика особи, передусім належать ідейно-політична зрілість, професійна компетентність, манера розмовляти з працівниками, сміливе вирішення завдань.

Авторитет базується на довірі людей до керівника і до його дій. Вплив керівника на підлеглих ще більше посилюється, коли отримана ним довіра закріплюється його активністю в офіційних і неофіційних відношеннях з працівниками.

У зв'язку з тим такі якості керівника, як уважність, терпимість, вміння знаходити особисті відношення, контакти, ввійти в коло до людей, викликати в них зацікавленість до своїх

думок – отримують перспективне значення для затвердження його особистих позицій у колективі.

Для зміцнення свого авторитету керівник повинен постійно працювати над собою, здобувати нові знання в управлінні колективом, поновлювати і розширювати свої вміння та звички.

Діяльність колійного майстра пов'язана з вихованням в молодих працівниках старання, професіоналізму, передових прийомів роботи і технологій. Він повинен позитивно впливати на формування ідейних і моральних якостей характеру, підвищення культурного рівня. Колійний майстер повинен бути для своїх підлеглих прикладом і товаришем, вчителем і лідером.

7.5. Вплив стану залізничної колії на показники якості роботи залізниці

Робота залізниці оцінюється пропускнуою та провізною спроможністю.

Пропускна спроможність визначається кількістю поїздів, яку спроможний пропустити той чи інший напрямок залізниці.

Провізна спроможність – це кількість вантажу, яку можливо провезти по тому чи іншому напрямку залізниці.

Чим більше поїздів проходить по напрямку залізниці, тим більша пропускна спроможність дільниці, тим більше навантажена залізнична колія, тим частіше виникають ті чи інші несправності в колії.

Провізна спроможність залежить, у першу чергу, від завантаженості кожного поїзда і від кількості поїздів.

Чим більша пропускна і провізна спроможності напрямку залізниці, тим менше вільного часу залишається працівникам колійного комплексу для виконання колійних робіт в інтервали часу між поїздами, тим більше значення набувають технологічні “вікна” для виконання робіт і ремонтів, тим більше уваги має приділятися використанню колійних машин, машинізованих комплексів, що значно позначиться на обсягах і якості робіт.

До основних показників роботи залізниці належать:

- кількість відправленого вантажу;
- вантажообіг;
- пасажиропотік.

Якісне виконання цих показників залежить від пропускнуої спроможності залізниці і ефективного використання рухомого складу.

До основних показників ефективного використання рухомого складу належать:

- час обертання вагона, доба;
- середньодобовий пробіг, км вагона і локомотива;
- середня швидкість руху поїздів, тобто дільнична і технічна швидкості.

Середній час обігу вагона – це час від одного завантаження вагона до другого.

До цього часу входить час руху вагона від одного завантаження до другого, час знаходження вагона в складі поїзда на станціях завантаження і розвантаження та інше.

Як показує практика, тільки 20-25% загального часу обертання вагону становить час руху вагону в складі поїзда і тут значну роль відіграє швидкість руху, а це залежить від стану колії та якості роботи колійників.

Обіг вагона можна теоретично представити як

$$t_{\text{ваг}} = f(v) + f_1(t), \quad (7.1)$$

де $f(v)$ – фактор залежності від швидкості руху поїзда;

$f_1(t)$ – фактор залежності обігу вагона від організації роботи з вагоном, тобто час простою вагона.

Чим нижче показник обігу вагона, тим розумніше, ефективніше використовується рухомий склад.

Середньодобовий пробіг вагона тим більше, чим більша швидкість руху вагона.

Середньодобовий пробіг локомотива характеризується кількістю кілометрів, яку пройшов локомотив за добу.

Чим більше середньодобовий пробіг локомотива, тим менша їх кількість потрібна для перевезень.

Технічна швидкість – це середня відстань, яку пройшов поїзд по напрямку залізниці за годину без урахування часу на зупинки.

Збільшення технічної швидкості досягається:

- пом'якшенням профілю і плану колії;
- посиленням конструкції верхньої будови колії, її експлуатаційною надійністю.

Під дільничною швидкістю розуміють середню відстань, яку проходить поїзд за годину з урахуванням часу зупинок на станціях.

Збільшення дільничної швидкості досягається за рахунок скорочення часу зупинок, удосконаленням методів організації руху поїздів і т. п.

Конструкція верхньої будови колії, її потужності повинні відповідати рівню завантаженості на вісь рухомого складу, встановленій швидкості його руху і вантажонапруженості дільниці.

Під цим поняттям ми розуміємо надійність самої конструкції, а ще є поняття системи і якості обслуговування конструкції.

Разом ці два поняття, їх якісна єдність, дає нам експлуатаційну надійність залізничної колії.

Саме на виконання цієї умови повинно бути спрямоване золоте правило в управлінні колійним господарством залізниці.

Керівник повинен чітко усвідомити для себе і донести до кожного, що чим більше попереджень зменшення швидкості руху поїздів, тим нижча дільнична і технічна швидкість, а це веде до погіршення усіх показників роботи залізниці.

Для обслуговування залізничної колії (поточне утримання і ремонти) періодично колійникам повинні надаватися технологічні «вікна» в графікові руху поїздів.

Ці технологічні «вікна», з одного боку, повинні бути мінімально короткими, щоб не порушувати нормальний рух поїздів, а з іншого боку, такими, щоб забезпечити високу якість і належний обсяг виконання колійних робіт чи ремонтів колії.

Слід усвідомити, що невідповідність типу верхньої будови умовам її експлуатації (вантажонапруженість, швидкість, навантаження на вісь) негативно позначається на показниках роботи залізниці.

Існують техніко-економічні розрахунки, якими доведена доцільність приведення міцності верхньої будови, земляного

полотна та інженерних штучних споруд у відповідність з умовами експлуатації.

Економічну ефективність ліквідації попереджень зменшення швидкості руху можливо визначити за відомою методикою.

Витрати, пов'язані з існуванням попередження, залежать від зниження швидкості руху через гальмування та розгін, тобто

$$C_{\text{попер}} = N\Delta\Delta t_{\text{нч}} + \frac{3,8(P + Q_{\text{оп}})}{10^6} (v_{\text{уч-1}}^2 - v_{\text{уч-2}}^2) a_m e_m, \quad (7.2)$$

де N – кількість поїздів на дільниці за період дії попередження;

Δt – час ходу поїзда по дільниці, год;

$C_{\text{нч}}$ – вартість простою поїзда протягом 1 год, грн;

P – маса локомотива, т;

$V_{\text{уч-1}}$ та $V_{\text{уч-2}}$ – дільнична швидкість, відповідно, встановлена і знижена попередженням, км/год;

Q_m – частка витрат умовного наливу для перевезення 1 млн т вантажу, т;

e_t – вартість 1 т умовного наливу, грн.

Зниження рівня швидкості через дію попередження, пов'язане зі станом колії, значно впливає на рівень дільничної швидкості.

Зниження дільничної швидкості негативно впливає і потребує збільшення контингенту локомотивних бригад, робочого парку локомотивів і вагонів.

Наскільки рух поїздів буде інтенсивнішим, настільки інтенсивно в колії проявляться залишкові деформації в усіх її елементах і тим більш пильна увага повинна приділятися стану колії, тим більше часу колійникам потрібно витратити на поточне утримання та ремонту колії.

Максимально можливий фонд часу Φ , який потрібний колійникам для здійснення поточного утримання залізничної колії, можна визначити як

$$\Phi_6 = DN_{1c}\beta\alpha_2, \quad (7.3)$$

де D – кількість робочих днів протягом року (у сезоні) для даного району;

N_1 – фактична кількість monterів колії, зайнятих поточним утриманням 1 км колії на рік;

t_c – тривалість робочої зміни (при 5-денному робочому тижні);

β – коефіцієнт, який враховує втрату робочого часу через погодні умови та непередбачені обставини, $\beta = 0,95$;

α_2 – коефіцієнт використання робочого часу з урахуванням пропускання поїздів.

При організації робіт у технологічні «вікна» загальний фонд часу розраховуються за формулою

$$\Phi_3 = DN_1 t_c \beta \alpha_2 - N_1 t_e n \beta \alpha_2 + N_2 t_e n \beta \alpha_1, \quad (7.4)$$

де N_2 – кількість працівників, зайнятих на дільниці в період «вікна»;

t_e – тривалість «вікна»;

n – кількість «вікон» на даній дільниці за сезон;

α_1 – коефіцієнт використання робочого часу з урахуванням часу пропускання поїздів по сусідній колії.

Значення коефіцієнтів α_2 (чисельник) і α_1 (знаменник) наведені, як приклад, у табл. 7.1.

Таблиця 7.1

Значення коефіцієнтів α_1 та α_2

Вантажонапруженість, млн ткм/км брутто	Кількість пасажирських поїздів		
	10 пар/доба	20 пар/доба	50 пар/доба
20	0,92 / 0,97	0,88 / 0,96	0,80 / 0,93
40	0,81 / 0,95	0,79 / 0,94	0,72 / 0,91

Кількість «вікно-годин» nt_e , яке повинно бути надано для виконання робіт на кілометрі колії, можна знайти за формулою

$$nt_e = \frac{\Phi_6 - DN_1 t_c \cdot \beta \cdot \alpha_2}{\beta(\alpha_1 \cdot N_2 - \alpha_2 \cdot N_1)}. \quad (7.5)$$

Ці розрахунки справедливі тільки для машинізованих умов праці.

Керівникові слід пам'ятати, що будь-яке закриття (припинення руху поїздів) – «вікно» – пов'язане зі збитками в експлуатаційній роботі дільниці (залізниці).

Звісно, що без ремонтних робіт обійтися неможливо і немає можливості запобігти цих збитків, але необхідно зробити так, щоб ці збитки були мінімальними і в подальшому вони окупилися якісною роботою колій під поїздами, прибутками від цього.

Ця умова є головною у виробничій діяльності керівника.

Чим більше часу надається для «вікна», тим вища продуктивність КМС, тим краща повинна бути якість виконання колійних робіт, тим менше потрібно буде «вікон» за сезон, тобто менше збитків в експлуатаційній роботі залізниці.

Загальну економію E_3 від зменшення тривалості «вікна» можна знайти за формулою

$$E_3 = E_c + E_e + E_m + E_l^I + E_l^{II}, \quad (7.6)$$

де E_c – економія за рахунок скорочення часу простоїв поїздів, грн/км на рік;

E_e – економія за рахунок вивільнення вагонів, грн/км на рік;

E_m – економія за рахунок скорочення часу роботи колійних машин, грн/км на рік;

E_l^I – економія за рахунок скорочення часу роботи локомотива у «вікно», грн/км на рік;

E_l^{II} – економія за рахунок скорочення часу роботи локомотива, який доставляє колійну машину до місця робіт, грн/км на рік.

Економія за рахунок скорочення часу простоїв поїздів знаходиться як

$$E_c = a_1(T_1 - T_2)nX_1 + E_{II}, \quad (7.7)$$

де T_1 і T_2 – річна кількість годин «вікон» відповідно при меншій і більшій тривалості «вікна»;

n – кількість поїздів за годину, які проходять по дільниці до перерви руху;

a_1 – вартість простою поїздо-години, грн;

E_n – економія за рахунок ліквідації попередження, грн

$$E_{II} = (N_1 - N_2)2\alpha_2, \quad (7.8)$$

де N_1 та N_2 – кількість “вікон” відповідно меншої і більшої тривалості;

α_2 – вартість збитків на один поїзд, який рухався зі зниженою швидкістю, грн.

$$E_g = (T_1 - T_2)nn_n\alpha_3, \quad (7.9)$$

де n_n – кількість вагонів у поїзді;

α_3 – збільшення доходу залізниці за рахунок добового вивільнення вагонів, грн/потяг год.

$$E_m = (T_1 - T_2)\alpha_4, \quad (7.10)$$

де α_4 – вартість 1 год роботи одного комплекту машин, який працює у «вікно», грн/комплект.

$$E_n^I = (T_1 - T_2)n_l\alpha_5, \quad (7.11)$$

де n_l – кількість локомотивів, які обслуговують «вікно»;

α_5 – вартість оренди локомотива, грн/лок. год.

Економія за рахунок скорочення часу роботи локомотивів, які доставляють і працюють з колійними машинами, підраховується за формулою

$$E_{II}^I = \frac{2L_n \cdot (N_1 - N_2)}{yч} \alpha_5, \quad (7.12)$$

де L_n – середня відстань від виробничої бази КМС до місця робіт.

Одним із заходів зі скорочення витрат від впливу «вікна» є використання об'єднання «вікон», коли на різних чи сусідніх

перегонах виконуються в це саме «вікно» різні колійні роботи (ремонт).

Експлуатаційні витрати – це сума всіх поточних витрат, необхідних для здійснення перевізного процесу залізницею.

За рахунок експлуатаційних витрат здійснюється фінансування поточного утримання колії (дистанцій колії).

Ці витрати складаються:

- із витрат на заробітну плату;
- витрати на паливо, електроенергію;
- витрати на матеріали;
- амортизаційних відрахувань тощо.

Посилення міцності (потужності) верхньої будови колії і впровадження машинізації на поточному утриманні дають можливість скоротити експлуатаційний штат підрозділів колійного господарства і фонд заробітної плати.

Укладання безстикової колії, а тим більше, з довгими рейковими плітями – прямий шлях до скорочення експлуатаційних витрат на поточне утримання такої колії. Таким чином, її (колію) ще називають маловитратною.

Відомо, що витрати на поточне утримання безстикової колії з плітями довжиною до 800 м скорочуються на 25 % проти витрат на утримання ланкової колії, а якщо довжина плітей дорівнює перегону – на 50 %.

Важливим якісним показником роботи залізниці є собівартість перевезень.

У формуванні собівартості перевезень на частку колійного господарства припадає десь 19-20 %.

Завдання технічної політики колійного господарства і його керівників – прагнення до скорочення цієї частки.

Для скорочення цієї частки слід приділяти особливу увагу раціональному використанню основних фондів колійного господарства: колії, колійні машини і механізми тощо.

Витрати на заробітну плату в колійному комплексі великі, важливо їх скорочувати. Тільки перехід на машинізацію поточного утримання дасть можливість скоротити ці витрати.

Дійсна машинізація поточного утримання дозволяє до 70 % обсягу колійних робіт виконувати за допомогою машин, що є добрим з усіх боків.

Скорочення витрат на матеріали може бути досягнуто за рахунок подовження термінів служби матеріалів, що є однією з головних цілей поточного утримання колії, а також правильні дії з повторного використання старопридатних матеріалів верхньої будови колії, оскільки загальна вартість матеріалів для 1 км занадто велика.

Для спонукання колійників до ефективного ведення всього господарства, найфондоємнішого, керівник повинен добре оперувати заходами морального і матеріального стимулювання, заохотити своїх працівників до самовідданої та якісної роботи.

Знання показників роботи залізниці керівником, чітко виконання заходів до підвищення якості роботи залізниці характеризує діяльність керівника колійного господарства різного рівня, від бригадира колії до начальника служби колії.

Як діє колійне господарство в рамках загальної діяльності залізниці, таку оцінку і треба давати його керівникові.

Керівникові колійного господарства необхідно чітко пам'ятати, що залізнична колія – фундамент залізниці, від стану якого залежить якість роботи залізниці.

Зниження експлуатаційних витрат дозволяє зменшити собівартість перевезень.

Для зниження експлуатаційних витрат треба покращити якість ремонтів колії, що дасть змогу, після відповідного ремонту, особливо модернізації колії, підвищити швидкість руху поїздів до рівня 140 км/год і більше.

Керівники колійного господарства та його підрозділів повинні мати це за мету своєї діяльності.

Контрольні питання:

1. Чим визначаються особливості роботи керівника?
2. Яким якостям повинні відповідати управлінські рішення?
3. Яким документом регулюються адміністративні та функціональні відносини?
4. Перелічіть п'ять груп здібностей керівник.
5. Коли застосовується догана за недоліки в роботі працівника?
6. Що вимагає в себе система роботи з кадрами?

7. З чого складається будь-який техпромфінплан?
8. Якими причинами можуть бути спровоковані конфліктні ситуації?
9. У чому полягає специфіка роботи колійного майстра?
10. Де зафіксовано обов'язки колійного майстра та бригадира?
11. Права колійного майстра?
12. Як можна досягнути скорочення витрат на матеріали?

8 УПРАВЛІННЯ ТЕХНІЧНИМ СТАНОМ КОНСТРУКЦІЇ ЗАЛІЗНИЧНОЇ КОЛІЇ

Основною продукцією колійного господарства є технічний стан конструкції залізничної колії, яка знаходиться в експлуатації.

Якість продукції колійного господарства (технічний стан конструкції залізничної колії) визначається рівнем відповідності її показників діючим вимогам. Зазначений параметр (якість продукції) є результатом відповідного виробничого процесу (улаштування та утримання цієї конструкції залізничної колії), який (процес) розглядається як певна система, що підлягає управлінню.

Споживачем продукції колійного господарства є перевізний процес, вартість і якість (швидкість, безпека) якого значною мірою залежать від технічного стану колії (на певній ділянці залізниці). У свою чергу обсяги перевезень (на певній ділянці) безпосередньо впливають на показники роботи залізниці в

цілому. Тому питання щодо удосконалення системи технічного обслуговування конструкції залізничної колії (системи управління її технічним станом) належать до рангу актуальних.

Матеріал цього розділу базується на наукових розробках [43-47].

8.1. Стратегічне управління технічним станом залізничної колії

На рис. 8.1 схематично зображена стратегія розвитку колійного комплексу в частині, яка стосується системи технічного обслуговування конструкції залізничної колії.

Ця стратегія визначає головні цілі, які взаємопов'язані: безпека руху, підвищення продуктивності, зниження собівартості продукції. Досягнення встановленої мети передбачається через впровадження в системі технічного обслуговування колії раціональної технології виконання. Кінцевий результат стратегії – утворення маловитратної конструкції залізничної колії.



Рис. 8.1. Схема стратегії розвитку системи технічного обслуговування колії

У табл. 8.1 наведені критерії та заходи щодо досягнення маловитратної конструкції залізничної колії.

Таблиця 8.1

Критерії та заходи щодо досягнення для маловитратної конструкції залізничної колії

Критерій до конструкції залізничної колії	Заходи досягнення
<ul style="list-style-type: none"> - мінімум залишкових деформацій; - мінімум витрат на улаштування та експлуатацію; - максимальний термін служби; - найменший опір руху поїздів 	<ul style="list-style-type: none"> - оптимізація деформативних характеристик колії; - оптимізація конструкції елементів колії; - оптимізація технічних вимог до конструкції залізничної колії; - оптимізація технології технічного обслуговування колії

Під технологією технічного обслуговування колії розуміється більш широке поняття, ніж технологічні процеси виконання ремонтно-колійних робіт. Технологія технічного обслуговування колії повинна комплексно пов'язувати роботу підприємств колійного господарства та основні види їхньої діяльності. Комплексність полягає у вирішенні оптимізаційного завдання для забезпечення найбільш ефективного функціонування конструкції залізничної колії протягом її «життєвого» циклу.

Вочевидь, раціональна технологія технічного обслуговування колії повинна опиратися на результати системного аналізу існуючих технологій з поточного утримання та ремонту конструкції залізничної колії, тобто на певний базис, який можна коригувати зі зміною зовнішніх умов, які впливають на технічну політику колійного господарства. Зокрема впровадження міжнародних стандартів системи менеджменту щодо якості продукції (стосується і колійного господарства) обумовлює необхідність внесення певних коректив до діючої системи технічного обслуговування колії.

Вище зазначалося, що система технічного обслуговування колії повинна бути спрямована на виконання п. 3.1 [12] з мінімально можливими матеріальними, трудовими та фінансовими витратами. Тому в колійному господарстві при реалізації основного виробничого процесу застосовується стратегія «забезпечення випуску продукції потрібної якості». При

цьому вона (продукція – технічний стан колії) характеризується відповідною собівартістю. Ця собівартість (загальна, диференційована за статтями витрат) технічного обслуговування для кожної конкретної ділянки колії пов'язана з обсягами отриманих доходів від перевезень вантажів та пасажирів.

У сучасних умовах потрібен моніторинг відповідності ефективності технічного обслуговування колії заданим параметрам експлуатації (до них, зокрема, належать швидкість руху; маса та довжина поїзда; осьове навантаження). Цей моніторинг повинен передбачати систему збору даних про витрати на утримання конструкції залізничної колії, їх аналіз та оцінку. Тому необхідне розроблення прогностичної моделі вартості технічного обслуговування колії на ділянці з конкретними характеристиками при зміні умов експлуатації (параметрів перевізного процесу).

Окрім того, технічне обслуговування колії повинне здійснюватися з мінімальними перешкодами для процесу перевезень. При цьому якість продукції колійного господарства, зокрема, залежить від технологічної дисципліни виконання ремонтно-колійних робіт у «вікна», які надаються в графіках руху поїздів.

Для вирішення конфліктних ситуацій, які виникають при порушенні графіка надання «вікон» заради виконання плану перевезень, потрібна модель прогнозу появи несправностей (відмов у роботі) колії, які впливають на рівень безпеки руху, з оцінкою зростання собівартості подальшого технічного обслуговування колії через зазначену причину.

На сьогодні моніторинг технічного стану конструкції залізничної колії зводиться в основному до контролю за її розладами, які погіршують умови безпечного руху поїздів. Тому існуючу систему слід доповнити комплексним аналізом даних про стан конструкції з метою класифікації окремих ділянок колії за рівнем безпеки руху. Така класифікація потрібна для створення основи розроблення стратегії пошуку причин відмов у роботі конструкції залізничної колії та прогнозування їх появи в процесі експлуатації.

8.2. Оцінка технічного стану конструкції залізничної колії на ділянці залізниці

Вимоги (підвищення швидкості руху, маси (брутто) і довжини поїздів, осьового навантаження), які стоять перед перевізним процесом, спрямовані на збільшення рівня прибутків залізниці та одночасно обумовлюють необхідність утримання конструкції залізничної колії в справному стані.

Таким чином, питання щодо оцінки технічного стану залізничної колії на конкретній ділянці залізниці набувають актуальності не тільки для колійного господарства, а й для залізничної галузі в цілому.

Рівень технічного стану колії на ділянці залізниці певної протяжності встановлюється за результатами відповідного моніторингу. Зараз моніторинг технічного стану залізничної колії здійснюється (реалізується) через систему, яка визначена роботою [30].

Основною складовою даної системи моніторингу є контроль стану рейкової колії вагонами-колієвимірниками, за результатами записів яких визначається рівень технічного стану конструкції залізничної колії на конкретній ділянці. Для цього застосовується діюча методика [48] оцінювання стану рейкової колії штрафними балами за встановленою шкалою, загальна сума яких (балів) пов'язана з кількістю і розмірами зафіксованих відхилень параметрів рейкової колії від норми.

Такий варіант оцінки технічного стану конструкції залізничної колії не враховує ряд факторів і тому може передбачати відповідне удосконалення через урахування певних груп втрат, які впливають на загальну ефективність функціонування (експлуатації) конструкції колії на конкретному перегоні.

Процес технічного обслуговування залізничної колії (для забезпечення її працездатного стану) безпосередньо пов'язаний з появою втрат, які обумовлюються певними причинами, серед яких можна відзначити (для умов конкретної ділянки залізниці) такі:

- недостатній рівень якості виконаних ремонтно-колійних робіт;

- затримки або обмеження швидкості руху поїздів через технічний стан колії;

- потреба у виконанні робіт з поточного утримання конструкції залізничної колії в процесі її експлуатації.

Такі втрати знижують загальний (підсумковий) рівень ефективності функціонування конструкції залізничної колії.

Мінімізація втрат, які впливають на показники роботи при експлуатації будь-яких основних засобів, а до них належить і залізнична колія як найважливіший технічний елемент інфраструктури залізничного транспорту, може бути досягнута через впровадження системи загального догляду за основними засобами «Total Productivity Maintenance» (TPM), яка знайшла певне застосування за кордоном. Головний принцип системи TPM полягає у визначенні та реалізації заходів, які спрямовані на досягнення нульового рівня втрат, що знижують ефективність функціонування основних засобів.

Реалізація вказаного підходу для умов колійного господарства полягає у класифікації за видами можливих втрат, які впливають на ефективність функціонування конструкції залізничної колії, а також у їх кількісній оцінці на показники експлуатаційної роботи конструкції залізничної колії через деякі безрозмірні коефіцієнти k_i (де i – вид втрат за класифікацією). При цьому приймається, що максимальна величина кожного з цих коефіцієнтів не перевищує одиниці. Значення коефіцієнта $k_i=1$ свідчить про відсутність втрат i -го виду, а за величиною відхилення коефіцієнта k_i (відносно одиниці) можна встановити рівень впливу втрат даної групи на підсумковий результат. Загальна ефективність експлуатації основних засобів характеризується підсумковим коефіцієнтом

$$k_{\text{ef}} = \prod_{i=1}^{i=n} k_i \leq 1. \quad (8.1)$$

У рамках даних досліджень втрати, які впливають на рівень ефективності функціонування конструкції залізничної колії, оцінюються через такі показники:

- коефіцієнт експлуатаційної відповідності (готовності) конструкції колії $k_{\text{функ}}$ (характеризує її здатність виконувати свої функції при конкретних умовах експлуатації);

- коефіцієнт використання технічного ресурсу конструкції колії $k_{\text{техн}}$ (враховує обмеження швидкості руху поїздів за технічним станом залізничної колії);

- коефіцієнт якості виконання ремонтно-колійних робіт $k_{\text{рем}}$ (відображає якісний стан рейкової колії на ділянці при поточному утриманні конструкції залізничної колії).

Значення наведених показників розраховуються для умов конкретного перегону залізниці за такими формулами:

$$k_{\text{функ}} = (24 \cdot D - T_{\text{техн}}) / 24 \cdot D, \quad (8.2)$$

де D – кількість днів у розрахунковому місяці;

24 – тривалість доби, год;

$T_{\text{техн}}$ – сумарна тривалість, год, технологічних «вікон», що були надані для виконання ремонтно-колійних робіт на перегоні у розрахунковому місяці.

$$k_{\text{техн}} = T_{\text{розр}} / (T_{\text{розр}} + T_{\text{доба}}), \quad (8.3)$$

де $T_{\text{розр}}$ – розрахунковий час руху поїзда із встановленою швидкістю на даному перегоні, хв;

$T_{\text{доба}}$ – збільшення часу руху поїзда на даному перегоні за наявності обмеження їх швидкості, хв

$$T_{\text{доба}} = (T_1 + T_2 + \dots + T_D) / D, \quad (8.4)$$

де $(T_1 + T_2 + \dots + T_D)$ – збільшення часу руху поїздів на даному перегоні за наявності обмеження їх швидкості на кожний день розрахункового місяця, хв

$$k_{\text{рем}} = (L_{\text{відм}} + 0,7L_{\text{добр}} + 0,4L_{\text{задов}}) / L_{\text{діл}}, \quad (8.5)$$

де $L_{\text{відм}}$; $L_{\text{добр}}$; $L_{\text{задов}}$ – частина перегону, км, на якій конструкція залізничної колії утримується відповідно з оцінкою «відмінно», «добре» та «задовільно»;

$L_{\text{діл}}$ – загальна довжина перегону, км.

Загальний підсумковий коефіцієнт $k_{\text{еф}}$, який характеризує ефективність експлуатації конструкції залізничної колії на конкретному перегоні, визначається за формулою

$$k_{\text{еф}} = k_{\text{функ}} \cdot k_{\text{техн}} \cdot k_{\text{рем}}. \quad (8.6)$$

Значення коефіцієнта $k_{\text{еф}} = 1$ відповідає ідеальному стану конструкції залізничної колії на перегоні, коли всі можливі втрати i -го виду, які впливають на показники її роботи, усунені та конструкція залізничної колії може функціонувати з максимальною ефективністю. За величиною встановлених коефіцієнтів $k_{\text{функ}}$, $k_{\text{техн}}$ та $k_{\text{рем}}$ можна здійснити оцінку рівня впливу втрат відповідного виду на загальну ефективність експлуатації конструкції залізничної колії на конкретному перегоні залізниці.

8.3. Управління строком служби рейкових плітей безстикової колії

Безстикова колія на залізобетонних шпалах є основною конструкцією верхньої будови на залізницях України. На сьогодні протяжність безстикової колії становить приблизно 73 % розгорнутої довжини головних колій.

Ефективність експлуатації безстикової колії ґрунтується на певних заходах, які спрямовані на подовження строку служби верхньої будови колії з мінімальними витратами на її улаштування і технічне обслуговування (у процесі функціонування на певній ділянці залізниці).

Саме цим обумовлюється актуальність питань, які розглядаються нижче, і їх зв'язок з практичними завданнями колійного господарства залізниць на сучасному етапі.

Конструктивно верхня будова безстикової колії монтується з рейко-шпальної решітки та підшпальної основи (баластовий шар). Основним елементом, який сприймає динамічне навантаження від коліс рухомого складу, а потім передає це навантаження на інші елементи верхньої будови колії, є рейкові пліти, і, як наслідок, динамічні напруження, що виникають у

рейкових плітях під поїзним навантаженням, в основному визначають ступінь напружень, які з'являються в інших елементах верхньої будови колії.

Головним недоліком конструкції безстикової колії є наявність зон зрівнювальних прогонів між суміжними рейковими плітями. У цих зонах спостерігається підвищений рівень динамічної взаємодії коліс рухомого складу та колії і, як наслідок, інтенсивний вихід елементів верхньої будови колії за дефектами. Саме на ці ділянки безстикової колії припадає 70-80 % загальних витрат, які пов'язані з утриманням конструкції верхньої будови колії в справному стані.

Зазначена особливість конструкції безстикової колії (наявність зон зрівнювальних прогонів і присутність стикових з'єднань рейок) обумовлює зниження експлуатаційної надійності елементів рейко-шпальної решітки, що у свою чергу негативно впливає на ефективність роботи конструкції безстикової колії в цілому при напрацюванні тоннажу.

У роботі [49] встановлено функціональні залежності виходу елементів конструкції безстикової колії в дефектні від обсягу напрацьованого тоннажу T , млн т бруто. У табл. 8.2 наведено математичні моделі, які характеризують сумарний одиночний вихід рейок у дефектні під час експлуатації безстикової колії (рейкові пліті довжиною $l_{пл}=650$ м зварені з термозміцнених рейок типу Р65; залізобетонні шпали; щебеневий баласт; швидкість руху поїздів $V=100$ км/год; середнє осьове навантаження $P_{ос}=155$ кН).

Таблиця 8.2

Математичні моделі залежності $\gamma_{рейок}=f(T)$

Показник	Математична модель залежності $\gamma_{рейок}=f(T)$	
	зона середньої частини рейкових плітей	зона зрівнювальних прогонів
Сумарний поодинокий вихід у дефектні термозміцнених рейок типу Р65, шт./км	$\gamma_{рейок}=0,56 \cdot 10^{-8} \cdot T^3$ (8.7)	$\gamma_{рейок}=5,5 \cdot 10^{-8} \cdot T^3$ (8.8)

Очевидно, що інтенсивність появи дефектних рейок у зоні зрівнювальних прогонів значно вище (у даному випадку в 10 разів) порівняно з середньою частиною рейкових плітей (без урахування їхніх температурно-рухомих кінців). Тому ліквідація цих зон є діючим заходом підвищення довговічності рейкових плітей безстикової колії в процесі експлуатації.

У табл. 8.3 наведено результати розрахунків з визначення інтенсивності ураження рейок дефектами для конструкції безстикової колії з плітями різної довжини. Розрахунки виконувалися з застосуванням залежностей (8.7)-(8.8).

Аналіз отриманих результатів свідчить про те, що при збільшенні довжини рейкових плітей безстикової колії спостерігається певне зниження параметра $\gamma_{\text{рейок}}$ при напрацюванні тоннажу. Зміна величини цього параметра відбувається за деякою криволінійною залежністю і при $l_{\text{пл}} > 4500\text{м}$ його значення наближається до 0,65 шт./км після пропускання 1 млн т бруто вантажу.

Таблиця 8.3

Функціональні залежності $\gamma_{\text{рейок}} = f(T)$

Довжина, м		Функціональна залежність $\gamma_{\text{рейок}} = f(T)$, шт./км
рейкової пліті	у т. ч. її середньої частини на 1 км безстикової колії [49]	
650	845	$\gamma_{\text{рейок}} = 1,33 \cdot 10^{-8} \cdot T^3$ (8.9)
1250	930	$\gamma_{\text{рейок}} = 0,91 \cdot 10^{-8} \cdot T^3$ (8.10)
2450	964	$\gamma_{\text{рейок}} = 0,74 \cdot 10^{-8} \cdot T^3$ (8.11)
4250	980	$\gamma_{\text{рейок}} = 0,66 \cdot 10^{-8} \cdot T^3$ (8.12)

Таким чином, шляхом ліквідування зон зрівнювальних прогонів (як наслідок, скорочення температурно-рухомих кінців рейкових плітей) і доведення довжини останніх (плітей) до 4,5 км і більше можна вдвічі знизити інтенсивність появи дефектних рейок (на 1 км колії) у процесі експлуатації безстикової колії. А це у свою чергу позитивно вплине на довговічність рейкових плітей та інших елементів верхньої будови колії.

На головних коліях I-IV категорій «життєвий» цикл конструкції безстикової колії обмежується напрацюванням 800 млн т бруто вантажу. При цьому як додатковий критерій

враховується допустимий сумарний вихід рейок через дефектність $[\gamma_{\text{рейок}}]$ на 1 км колії за весь період експлуатації. Для конструкції безстикової колії на ділянках зазначених категорій цей показник становить $[\gamma_{\text{рейок}}]=10$ шт./км [31].

Якщо прийняти за основу вказане значення $[\gamma_{\text{рейок}}]$, можна визначити (за формулами з табл. 8.3) прогнозний строк служби $T_{\text{прог}}$ рейкових плітей різної довжини (див. табл. 8.4) для прийнятих експлуатаційних умов (V ; $P_{\text{ос}}$).

Таблиця 8.4

Прогнозний строк служби рейкових плітей	
$l_{\text{пл}}$, м	$T_{\text{прог}}$, МЛН т брутто
650	920
1250	1030
2450	1110
4250	1150

Видно, що функція $T_{\text{прог}} = f(l_{\text{пл}})$ відповідає криволінійній залежності, яка має зростаючий характер з асимптотою на рівні 1,2 млрд т брутто. Результати виконаних розрахунків добре кореспондуються з даними роботи [49], де строк служби рейкових плітей оцінюється у 1000-1100 млн т брутто.

Таким чином, завдання, яке ставиться нині перед колійним господарством, з підвищення «життєвого» циклу рейкових плітей до 1,1 млрд т брутто може бути (певною мірою) досягнута шляхом збільшення їх (плітей) довжини (не менше 2,5 км) з ліквідуванням відповідних зон зрівнювальних прогонів.

8.4. Управління технічним станом рейкових плітей безстикової колії

Конструкція залізничної колії функціонує в умовах силової дії з боку рухомого складу. Рівень цього навантаження, зокрема, обумовлюється наявністю нерівностей на поверхні кочення рейок. При проходженні коліс поїзда через ці нерівності виникають додаткові динамічні сили, які викликають появу підвищених напружень в елементах конструкції залізничної колії, що у свою чергу призводить до скорочення строку їх служби.

Окрім того, більш інтенсивним стає процес зростання несправностей (розладів) колії, погіршуються умови взаємодії рухомого складу та конструкції залізничної колії.

Тому заходи, спрямовані на ліквідацію або зменшення геометричних нерівностей на головці рейок, набувають певної актуальності при технічному обслуговуванні конструкції залізничної колії. Вибір цих заходів пов'язаний з дослідженнями роботи колії під поїзним навантаженням.

Геометричні нерівності на поверхні кочення рейок поділяються на довгі, середні та короткі. Довгі хвилеподібні нерівності з довжиною хвилі 1,5 – 3,5 м виникають при виготовленні рейок на комбінаті, а під час експлуатації рейок у колії спостерігається процес подальшого їх розвитку. Середні нерівності на рейках з довжиною хвилі 0,25 – 1,5 м з'являються під дією коліс рухомого складу з підвищеним навантаженням. Короткі нерівності на поверхні кочення з довжиною хвилі до 0,25 м виникають через періодичне проковзування коліс рухомого складу по рейках з інтенсивним зношуванням верхнього шару рейкового металу на головці.

У процесі експлуатації при напрацюванні тоннажу нерівності на поверхні кочення рейок розвиваються. При цьому зміна їх глибини (за оцінкою авторів роботи [50]) характеризується такою залежністю:

$$e_{\text{нер}} = 0,0183T^2 - 0,044T + 0,5599, \quad (8.13)$$

де $e_{\text{нер}}$ – глибина нерівності на головці рейки, мм/пог.м;

T – напрацьований тоннаж, млн т бруто.

При визначенні параметра $e_{\text{нер}}$ для рейок, які укладені в кривих ділянках колії, рекомендується [51] застосовувати таку формулу:

$$e_{\text{нер}} = 0,266 + (0,95k_{\text{шп}} k_{\text{обр}} T^{0,54}) / R^{0,58}, \quad (8.14)$$

де $k_{\text{шп}}$ – коефіцієнт, який враховує вид шпал (для колії з дерев'яними шпалами $k_{\text{шп}}=1$; для колії на залізобетонних шпалах $k_{\text{шп}} = 1,1 - 1,4$);

$k_{обр}$ – коефіцієнт, що враховує вид термічної обробки рейок (для термічно зміцнених рейок $k_{обр} = 0,35 - 0,67$; для незагартованих рейок $k_{обр} = 1$);

R – радіус кривої, м.

Під поїзним навантаженням у рейках виникають додаткові динамічні сили. Природа їх появи обумовлена силами інерції, які з'являються при коливанні необресореної маси екіпажа. Для визначення величини цих сил застосовується відома гіпотеза, яка передбачає, що пружна лінія вигину рейки (у вертикальній площині) під динамічним навантаженням відповідає пружній лінії вигину від статичного навантаження, величина якого чисельно дорівнює значенню динамічної сили $P_{верт}$ в певний момент часу.

При такій передумові величина $P_{верт}$ складається зі статичного навантаження колеса на рейку $P_{ст}$ і динамічних додатків, які обумовлені коливаннями кузова (сила $P_{рес}$) і необресореної маси екіпажа за наявності нерівностей на колії та колесі (відповідно сила $P_{нер}$ і сила $P_{кол}$).

У даному випадку вважається, що на колесах рухомого складу нерівності відсутні, тобто при розрахунках приймається сила $P_{кол} = 0$.

Вважається, що геометрична нерівність на поверхні кочення рейки має найбільш несприятливу форму, коли вона (нерівність) окреслена кривою у вигляді косинусоїди, ординати якої визначаються за формулою

$$\eta = 0,5 e_{нер} [1 - \cos 2\pi (x / \ell_{нер})], \quad (8.14)$$

де $e_{нер}$, $\ell_{нер}$ – відповідно глибина та довжина нерівності;

x – відстань від початку нерівності до точки прикладання сили $P_{верт}$.

Окрім зазначених параметрів $e_{нер}$ й $\ell_{нер}$ геометрична нерівність на головці рейки характеризується ухилом, середнє значення якого знаходиться за формулою

$$i_{нер} = 2 e_{нер} / \ell_{нер}. \quad (8.15)$$

Найбільшу величину сили інерції необресореної маси екіпажа при проходженні колесом нерівності на рейці можна визначити як

$$P_{\text{нер}} = \pi^2 i_{\text{нер}} V (U_{\text{верт}} q_{\text{кол}} / k)^{0.5} / 2g, \quad (8.16)$$

де π, g – постійні величини (число « π »; прискорення сили маси);

$U_{\text{верт}}$ – вертикальний модуль пружності підрейкової основи;

k – коефіцієнт відносної жорсткості основи і рейки;

$q_{\text{кол}}$ – необресорена маса екіпажа, яка віднесена на одне колесо;

V – швидкість руху колеса по нерівності.

Нижче наводяться результати розрахунків величини динамічної сили $P_{\text{нер}}$ при проходженні вантажного (4-вісного) вагона по рейках з довгими нерівностями на поверхні кочення (див. табл. 8.5). При цьому конструкція верхньої будови колії характеризується такими параметрами: рейки типу Р65; залізобетонні шпали; щебенекий баласт.

Таблиця 8.5

Залежність $P_{\text{нер}} = f(V)$

Швидкість руху V , км/год	Величина сили $P_{\text{нер}}$, кН
30	3,50
50	6,05
70	8,90
100	13,80

Аналіз цих результатів показує, що (у даному випадку) функція $P_{\text{нер}} = f(V)$ має лінійний характер і задовільно описується математичною моделлю

$$P_{\text{нер}} = 3,4 + 0,147 (V - 30). \quad (8.17)$$

За діючими правилами [22] розрахункова величина сили $P_{\text{нер}}$ встановлюється за формулою

$$P_{\text{верт}} = P_{\text{ст}} + 0,75P_{\text{рес}} + 2,5S, \quad (8.18)$$

де $P_{\text{ст}}$ – статичне навантаження колеса на рейку (для 4-вісного вантажного вагона $P_{\text{ст}}=116\text{кН}$);

$P_{\text{рес}}$ – найбільше значення сили інерції при коливанні надресореної частини екіпажа;

S – середнє квадратичне відхилення сили $P_{\text{верт}}$.

У свою чергу параметри $P_{\text{рес}}$ та S визначаються (для прийнятих умов) за формулами

$$P_{\text{рес}} = \mathcal{J}_{\text{рес}}z_{\text{рес}}, \quad (8.19)$$

$$S = [(0,08 P_{\text{рес}})^2 + (0,707 P_{\text{нер}})^2]^{0,5}, \quad (8.20)$$

де $\mathcal{J}_{\text{рес}}$ – жорсткість ресорного підвішування візка, яка приведена до одного колеса (для 4-вісного вантажного вагона $\mathcal{J}_{\text{рес}} = 2000 \text{ кН/м}$);

$z_{\text{рес}}$ – максимальний динамічний прогин ресор (для 4-вісного вантажного вагона $z_{\text{рес}}=0,01+16\cdot 10^{-7}\cdot V^2$).

У табл. 8.6 наводяться результати розрахунків величини сили $P_{\text{верт}}$, яка виникає під час руху 4-вісного вантажного вагона по геометричній нерівності на головці рейки (характеристика колії: рейки типу Р65; залізобетонні шпали; щебеневий баласт; $U_{\text{верт}} = 70 \text{ МПа}$; $k = 1,242 \text{ 1/м}$).

Таблиця 8.6

Функція $P_{\text{верт}}=f(V)$

Параметр нерівності			Значення сили $P_{\text{верт}}$, кН, при швидкості руху, км/год				Функція $P_{\text{верт}}=f(V)$
$l_{\text{нер}}$, мм	$e_{\text{нер}}$, мм	$i_{\text{нер}}$	30	50	70	100	
250	1	0,008	142	151	168	188	$P_{\text{верт}}=142+0,657(V - 30)$
500	1	0,004	139	146	161	171	$P_{\text{верт}}=139+ 0,457(V - 30)$
1000	1	0,002	138	144	151	167	$P_{\text{верт}}=138+0,414 (V - 30)$
1000	0	0	138	143	150	165	$P_{\text{верт}}=137+0,386 (V - 30)$

Аналіз наведених результатів свідчить, що (для прийнятих умов) функція $P_{\text{верт}} = f(V)$ має лінійний характер і відповідає математичній моделі вигляду $P_{\text{верт}} = A + B(V - 30)$, де A і B – емпіричні величини.

Багатократне циклічне навантажування динамічними силами конструкції залізничної колії супроводжується не тільки пружними деформаціями, які виникають в елементах колії, а й з'являються залишкові (незворотні) деформації. При напрацюванні тоннажу вони розвиваються та призводять до появи різноманітних несправностей (розладів) конструкції залізничної колії. Геометричні нерівності на головці рейки (як джерело додаткових динамічних сил від коліс рухомого складу) сприяють інтенсифікації цього процесу.

Результати відповідних досліджень дозволили встановити [52] співвідношення інтенсивності накопичення залишкових деформацій колії залежно від параметра $i_{\text{нер}}$ (див. табл. 8.7).

Таблиця 8.7

Інтенсивність накопичення деформацій у колії

Ухил нерівності на поверхні кочення рейок $i_{\text{нер}}$	Співвідношення інтенсивності накопичення деформації для колії на залізобетонних шпалах
0	1,0
0,002	1,3
0,004	1,9
0,008	3,6

Таким чином, наявність нерівностей на поверхні кочення рейок обумовлює підвищення витрат на технічне обслуговування конструкції залізничної колії в процесі її експлуатації.

Для оздоровлення поверхні кочення рейок (за рахунок зменшення глибини геометричних нерівностей на головці рейок або повного їх усунення) застосовується їх профільне шліфування. Виконання цієї ремонтно-колійної роботи забезпечує рівномірність і зниження рівня динамічних сил, які діють на елементи конструкції залізничної колії. У свою чергу це сприяє подовженню строку служби елементів конструкції залізничної колії та скороченню потреби у виправленні колії в плані та профілі.

У табл. 8.8 (за рекомендаціями роботи [50]) наводяться дані щодо глибини нерівності на головці рейок, при перевищенні якої призначається профільне шліфування рейок.

Таблиця 8.8

Глибина нерівності при встановленій швидкості руху

Вид нерівності	Глибина нерівності, мм, при встановленій швидкості руху, км/год		
	до 60	61-100	101-140
Коротка	0,08	0,06	0,05
Середня та довга	0,8	0,7	0,6

Останнім часом, у рамках системи ведення рейкового господарства, як пріоритетного напрямку, розглядається профільне шліфування рейок. Ця ремонтно-колійна робота виконується для оздоровлення поверхні кочення рейок (за рахунок зменшення розмірів геометричних нерівностей на головці рейок або повної їх ліквідації) і відновлення робочого профілю головки рейок шляхом зняття поверхневого шару металу на головці рейки. При цьому змінюються певні параметри технічного стану рейок, поліпшуються умови їх взаємодії з колесами рухомого складу, забезпечуються більша рівномірність та зниження рівня динамічних сил, які діють на елементи конструкції верхньої будови колії.

Зростання коротких нерівностей на головці рейок призводить до підвищення величини зазначених сил ($P_{\text{верт}}$ та $P_{\text{нер}}$). При цьому погіршуються умови взаємодії рухомого складу та колії, ускладнюється робота елементів верхньої будови колії та, як наслідок, у ряді випадків виникає необхідність обмеження (на конкретній ділянці безстикової колії) швидкості руху поїздів.

У процесі експлуатації при напрацюванні тоннажу T геометричні нерівності на поверхні кочення рейок розвиваються. Встановлено [53], що зміна (приріст) їхньої глибини (параметр $\Delta e_{\text{нер}}$) залежить від вантажонапруженості дільниці Γ , млн ткм бруто/км колії за рік, V , км/год, і T , млн т бруто і відповідає (для термозміцнених рейок типу Р65) математичній моделі

$$\Delta e_{\text{нер}} = (0,87 \cdot 10^{-5} \cdot V + 0,54 \cdot 10^{-6} \cdot \Gamma - 1,25 \cdot 10^{-4}) \Delta T, \quad (8.21)$$

де ΔT – пропущений тоннаж (при зростанні глибини нерівності від $e_{нер1}$ до $e_{нер2}$).

Область застосування цієї формули: $V > 25$ км/год;
 $\Gamma > 10$ млн ткм брутто/км за рік.

У табл. 8.9 наведено результати розрахунків величини $\Delta e_{нер}$ залежно від параметра ΔT (для діапазону $\Gamma = 10 - 40$ млн ткм брутто /км за рік і $V = 100$ км/год.

Таблиця 8.9

Значення $\Delta e_{нер}$ при ΔT

Γ	Значення $\Delta e_{нер}$, мм, при ΔT , млн т брутто									
	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250
10	0,19	0,38	0,56	0,75	0,94	1,13	1,31	1,50	1,69	1,88
20	0,19	0,38	0,57	0,76	0,94	1,13	1,32	1,52	1,70	1,89
30	0,19	0,38	0,57	0,76	0,95	1,14	1,33	1,52	1,71	1,90
40	0,19	0,38	0,57	0,76	0,96	1,15	1,34	1,53	1,72	1,92

Математична обробка даних табл. 8.9 дозволила встановити функціональну залежність $\Delta e_{нер} = f(\Delta T)$, яка має лінійний характер та описується формулою (з областю застосування $\Delta T = 25 - 250$ млн т брутто)

$$\Delta e_{нер} = 0,19 + b(\Delta T - 25), \quad (8.22)$$

де b – коефіцієнт пропорційності, значення якого залежить від Γ та V (див. табл. 8.10).

Таблиця 8.10

Значення параметра b від Γ

V , км/год	Γ , млн ткм брутто/км за рік	Значення коефіцієнта b
100	10	0,00751
	20	0,00756
	30	0,00760
	40	0,00769

Застосовуючи модель (8.22) і враховуючи рекомендації, які наведені в роботі [50], для конкретної ділянки колії з певними експлуатаційними умовами можна встановити необхідну періодичність виконання робіт з профільного шліфування рейок

(у межах «життєвого» циклу верхньої будови колії) і скоригувати міжремонтну схему (для даної ділянки колії).

Так, наприклад, на ділянці колії (з $\Gamma = 30$ млн ткм брутто/км за рік; $V=100$ км/год) початкове значення параметра $e_{\text{нер}}$ становить 0,3 мм. Згідно з роботою [50] на цій ділянці геометричні нерівності на головці рейкових плітей не повинні по глибині перевищувати 1 мм. За даними табл. 8.9 параметр $e_{\text{нер}} = 1$ мм слід очікувати після напрацювання 100 млн т брутто тоннажу, тобто в даному випадку роботи з профільного шліфування рейок необхідно призначати до виконання через кожні три роки експлуатації конструкції безстикової колії.

Набутий досвід свідчить про те, що періодичне шліфування рейкових плітей сприяє збільшенню строку служби їх (та інших елементів верхньої будови колії) у 1,5 – 2 рази. Це підтверджує ефективність профільного шліфування рейок як заходу з підвищення довговічності рейкових плітей і їхнього «життєвого» циклу.

Контрольні питання

1. Хто є споживачем продукції колійного господарства?
2. Що таке основний виробничий процес у колійному господарстві?
3. Схеми стратегії розвитку системи технічного обслуговування колії.
4. Методика оцінки технічного стану конструкції залізничної колії на ділянці залізниці.
5. Шляхи управління строком служби рейкових плітей.
6. Шляхи управління технічним станом рейкових плітей.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Мачерет, А.А. Повышение эффективности управления на транспорте в современных условиях [Текст] / А.А. Мачерет // Транспорт: наука, техника, управление. – 2009. – № 1. – С. 50-52.
2. Довідник основних показників роботи залізниць України (1997-2007 роки) [Текст]. – К., 2008. – 44 с.
3. Довідник основних показників роботи залізниць України (2001-2011 роки) [Текст]. – К., 2012. – 52 с.
4. Доповідь Генерального директора Укрзалізниці Михайла Костюка до Всеукраїнського форуму залізничників України 16 грудня 2009 року [Текст] // Магістраль. – № 97-98 (1474-1475) 15 – 2009. – 22 дек.
5. Кумайгородская, Н. Зеленый – отечественным производителям [Текст] / Н. Кумайгородская // Магістраль. – № 80 (1258) 17. – 2007. – 23 окт.
6. Федюшин, Ю.М. Анализ состояния путевого хозяйства Украинских железных дорог [Текст] / Ю.М. Федюшин, Ю.Е. Пащенко, В.И. Букин // Залізничний транспорт України. – 2001. – № 4. – С. 12-14.
7. Дедков, В.К. Основные вопросы эксплуатации сложных систем [Текст] / В.К. Дедков, Н.А. Северцев. – М.: Высшая школа, 1976. – 407 с.

8. Глазунов, Л.П. Проектирование технических систем диагностирования [Текст]/ Л.П. Глазунов, А.Н. Смирнов. – Л.: Энергоатомиздат, 1982. – 168 с.

9. Барзилович, Е.Ю. Модели технического обслуживания сложных систем [Текст] / Е.Ю. Барзилович. – М.: Высшая школа, 1982. – 231 с.

10. Штомпель, А.М. Конструкція безстикової колії та експлуатаційний вихід за дефектами її елементів [Текст] / Ю.Я. Чорний, А.М. Штомпель // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – Вип. 118. – С. 152-156.

11. Тимчасові технічні умови на укладання залізобетонних шпал замість дерев'яних при поодинокій заміні та розрядці кушів непридатних дерев'яних шпал при поточному утриманні і ремонтах колії (ЦП-4003) [Текст] / Головне управління колійного господарства Укрзалізниці. – К., 1995. – 12 с.

12. Правила технічної експлуатації залізниць України [Текст]: затв. наказом Міністерства транспорту України від 10.12.2003 р. № 962. – К., 2003. – 133 с.

13. Крейнис, З.Л. Организация, технология и управление техническим обслуживанием железнодорожного пути [Текст]: монография / З.Л. Крейнис. – М.: Маршрут, 2004. – 330 с.

14. Штомпель, А.М. Силова навантажувальність головних колій залізниць у сучасних умовах [Текст] / В.П. Шраменко, О.О. Скорик, А.М. Штомпель // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – Вип. 113. – С. 153-157.

15. Штомпель, А.М. Сучасні обсяги залізничних перевезень та їх вплив на умови роботи конструкції колії [Текст] / А.М. Штомпель // Сб. науч. трудов по материалам междунар. науч.-практ. конф. "Современные направления теоретических и прикладных исследований '2011". Т. 1. Транспорт. – Одесса, 2011. – С. 27-32.

16. Основы научных исследований [Текст]: учеб. для техн. вузов / под ред. В.И. Крутова, В.В. Попова. – М.: Высшая школа, 1989. – 400 с.

17. Яновський, П.О. Прогнозування вантажних потоків транспортних систем за допомогою лінійної моделі [Текст] / П.О. Яновський // Залізничний транспорт України. – 2011. – № 5. – С. 46-53.

18. Штомпель, А.М. Експлуатаційний вантажообіг на залізницях України у 2008-2011 роках та його вплив на конструкцію залізничної колії [Текст] / А.М. Штомпель // Сб. науч. трудов SWorld. Матеріали междунар. науч.-практ. конф. "Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании '2011". – Одесса: Черноморье, 2011. – Вып. 4, т. 3. – С. 67-70.

19. Вериго, М.Ф. Взаимодействие пути и подвижного состава [Текст] / М.Ф. Вериго, А.Я. Коган; под ред. М.Ф. Вериго. – М.: Транспорт, 1986. – 559 с.

20. Коган, А.Я. Динамика пути и его взаимодействие с подвижным составом [Текст] / А.Я. Коган. – М.: Транспорт, 1997. – 326 с.

21. Грачева, Л.О. Взаимодействие вагонов и железнодорожного пути [Текст] / Л.О. Грачева // Труды ЦНИИ МПС. – М.: Транспорт, 1968. – Вып. 356. – 208 с.

22. Правила розрахунків залізничної колії на міцність і стійкість [Текст] / Е.І. Даніленко, В.В. Рибкін. – К.: Транспорт України, 2006. – 168 с.

23. Железобетонные шпалы для рельсового пути [Текст] / под ред. А.Ф. Золотарского. – М.: Транспорт, 1980. – 270 с.

24. Андреев, Е.Г. Определение наибольших боковых сил в прямых участках пути при высокоскоростном движении [Текст] / Е.Г. Андреев // Исследование взаимодействия пути и подвижного состава. – Днепропетровск: ДИИТ, 1979. – Вып. 204/21. – С. 14-28.

25. Лященко, В.Н. О динамических продольных горизонтальных силах в пути [Текст] / В.Н. Лященко // Труды ХИИТ. – Харьков, 1966. – Вып. 66. – С. 56-64.

26. Штомпель, А.М. Динамічне навантаження на колію та його вплив на працездатність елементів рейко-шпальної решітки [Текст] / А.М. Штомпель // Зб. науч. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – Вип. 123. – С. 179-184.

27. Штомпель, А.М. Система підготовки управлінських рішень з технічного обслуговування залізничної колії [Текст] / А.М. Штомпель // Сб. науч. трудов по материалам междунар. науч.-практ. конф. "Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании '2010". Т. 12.

Менеджмент и маркетинг. – Одесса: Черноморье, 2010. – С. 23-30.

28 Гончарук, С.М. Подготовка и реализация управленческих решений [Текст] / С.М. Гончарук, С.А. Телегин // Железнодорожный транспорт. – 2002. – № 3. – С. 68-70.

29. Данько, М.І. Управління колійним комплексом залізниць [Текст]: підручник / М.І. Данько, В.Ф. Сушков. – Харків: УкрДАЗТ, 2005. – 74 с.

30. Інструкція з улаштування та утримання колії залізниць України [Текст] / Е.І. Даніленко, А.М. Орловський, М.Б. Курган та ін. – К.: ТОВ «НВП Поліграфсервіс», 2012. – 456 с.

31. Положення про систему ведення колійного господарства на залізницях України [Текст] / Е.І. Даніленко, М.І. Карпов, В.О. Яковлев та ін. – К.: ТОВ «НВП Поліграфсервіс», 2011. – 96 с.

32. Мишин, В.В. Прогнозирование состояния пути. Проблемы и решения [Текст] / В.В. Мишин // Путь и путевое хозяйство. – 2011. – № 7. – С. 2-6.

33. Штомпель, А.М. Математична модель накопичення вертикальних деформацій залізничної колії в процесі експлуатації [Текст] / В.П. Шраменко, А.М. Штомпель // Залізничний транспорт України, 2010. – № 4. – С. 58-59.

34. Штомпель, А.М. Математична модель накопичення залишкових деформацій колії у плані при напрацюванні тоннажу [Текст] / В.П. Шраменко, О.О. Скорик, А.М. Штомпель // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – Вип. 122. – С. 261-265.

35. Штомпель, А.М. Деформативність підрейкової основи безстикової колії у вертикальній площині [Текст] / А.М. Штомпель // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – Вип. 125. – С. 103-107.

36. Штомпель, А.М. Деформативність підшпальної основи безстикової колії [Текст] / А.М. Штомпель, О.І. Черниш, С.І. Бадай // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2012. – Вип. 128. – С. 100-104.

37. Штомпель, А.М. Експлуатаційна довговічність елементів проміжного пружного скріплення [Текст] / А.М. Штомпель // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2013. – Вип. 136. – С. 212-216.

38. Штомпель, А.М. Працездатність щебеневого баласту в процесі експлуатації безстикової колії [Текст] / А.М. Штомпель, В.В. Тертичний, С.В. Хоруженко // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2013. – Вип. 135. – С. 304-308.

39. Штомпель, А.М. Технічний ресурс елементів верхньої будови безстикової колії при зростанні обсягів перевезень [Текст] / А.М. Штомпель // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – Вип. 124. – С. 126-130.

40. Конюхов, А.Д. От нормирования и контроля жесткости подрельсового основания к ликвидации изломов рельсов по дефекту 69 [Текст] / А.Д. Конюхов // Вестник ВНИИЖТ, 2000. – № 2. – С. 5-11.

41. Шварц, Ю.Ф. Результаты испытаний польских конструкций пути на Экспериментальном кольце ВНИИЖТа [Текст] / Ю.Ф. Шварц, В.В. Серебренников, Н.В. Рессина // Железные дороги мира. – 1996. – № 7. – С. 43-49.

42. Варызгин, Е.С. Как работает щебеночный баласт [Текст] / Е.С. Варызгин // Путь и путевое хозяйство, 1980. – № 12. – С. 21-25.

43. Штомпель, А.М. Стратегічне управління технічним станом залізничної колії [Текст] / А.М. Штомпель // Сб. науч. трудов по материалам междунар. науч.-практ. конф. "Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития 2011". Т. 17. Менеджмент и маркетинг. – Одесса: Черноморье, 2011. – С. 52-55.

44. Штомпель, А.М. Оцінка технічного стану конструкції залізничної колії на ділянці залізниці [Текст] / В.П. Шраменко, О.О. Скорик, А.М. Штомпель // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – Вип. 119. – С. 178-181.

45. Штомпель, А.М. Шляхи підвищення строку служби рейкових плітей при експлуатації безстикової колії [Текст] / А.М. Штомпель, Л.А. Натягова, М.В. Портянкін // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2013. – Вип. 142. – С. 194-199.

46. Штомпель, А.М. Нерівності поверхні кочення рейок та їх вплив на стан конструкції колії [Текст] / А.В. Бугеря, В.Г. Дроботенко, А.М. Штомпель // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – Вип. 126. – С. 213-216.

47. Штомпель, А.М. Управління строком служби рейкових плітей безстикової колії їх профільним шліфуванням [Текст] / А.М. Штомпель // Сб. науч. трудов Sworld. – Иваново: Маркова А.Д., 2013. – Вып. 3. Т. 42. – С. 45-48.

48. Технічні вказівки щодо оцінки стану рейкової колії за показниками колієвимірювальних вагонів та забезпечення безпеки руху поїздів при відступах від норм утримання рейкової колії (ЦП – 0267) [Текст]. – К., 2012. – 48 с.

49. Андреев, Е.Г. Многократное использование элементов путевой решетки с железобетонными шпалами [Текст] / Е.Г. Андреев, Т.А. Лapidус, Г.В. Мельков. – М.: Транспорт, 1989. – 143 с.

50. Абдурашитов, А.Ю. Профильное шлифование рельсов [Текст] / А.Ю. Абдурашитов // Путь и путевое хозяйство, 2005. – № 4. – С. 14-20.

51. Шехватов, А.А. О развитии волнообразного износа рельсов в кривых [Текст] / А.А. Шехватов // Вопросы взаимодействия пути и подвижного состава в условиях интенсификации работы железнодорожного транспорта: межвуз. сб. науч. трудов. – Днепропетровск: ДИИТ, 1990. – С. 20-23.

52. Шарапов, С.Н. Малообслуживаемые конструкции пути: технические параметры [Текст] / С.Н. Шарапов // Путь и путевое хозяйство. – 2001. – №1. – С. 2-6.

53. Скубак, В.Ф. Отказы рельсов и продление их срока службы [Текст] / В.Ф. Скубак, В.Л. Порошин, В.В. Порошин, О.И. Цысь // Путь и путевое хозяйство, 1997. – № 5. – С. 10-12.

Таблиця 5.2

Критерії граничного стану конструкції залізничної колії для призначення ремонтно-колійних робіт

Вид РКР	Критерії, що характеризують технічний стан верхньої будови колії як граничний												
	Напрацьований тоннаж (строк служби верхньої будови колії), % від нормативного	Інтенсивність виходу за дефектами, шт./км за рік		Сумарний вихід (за строк служби верхньої будови колії) у дефектні				Забрудненість щебеневого баласту, % від маси	Кількість виплесками, % /км	Кількість непридатних, %/км (%/перевід)			Кількість відступів від норм утримання рейкової колії 2-го і 3-го ступеня, шт./км
		рейок (дефектні місця у плітях)	залізо-бетонних шпал	рейок, шт./км	шпал		елементів скріплення, %/км			шпал	брусів	елементів скріплення	
					залізо-бетонних, шт./км	дерев'яних, %/км							
МК	+	+	+	+	+	+	+						
ПКРК	+	+	+	+	+	+	+						
КРК	+	+	+	+	+	+	+						
ПСРК								+	+	+		+	
СРК								+	+	+		+	
КОРК								+	+	+		+	+
Вмаш									+	+		+	+

Мсп	+											+		
КРсп	+											+		
СРсп								+	+			+	+	

Примітки: модернізація залізничної колії (МК); модернізація стрілочних переводів (Мсп); посилений капітальний ремонт колії (ПКРК); капітальний ремонт колії з використанням старопродатних матеріалів ВБК (КРК); капітальний ремонт стрілочних переводів із використанням старопродатних матеріалів ВБК (КРсп); посилений середній ремонт колії (ПСРК); середній ремонт колії (СРК); середній ремонт стрілочних переводів (СРсп); комплексно-оздоровчий ремонт колії (КОРК); виправлення колії та стрілочних переводів із використанням машинних комплексів (Вмаш).

Таблиця 5.3

Критерії граничного стану конструкції залізничної колії для призначення МК

Вид ремонту	Категорія колії	Характеристика рейок	Основні критерії				Додаткові критерії				
			Напрацьований тоннаж (строк служби верхньої будови колії), % від нормативного	Інтенсивність виходу за дефектами, шт./км за рік, для колії		Сумарний вихід (за строк служби верхньої будови колії) у дефектні для колії					
				безстикової		ланкової рейки	безстиковій		ланковій		елементів скріплення, %/км
				рейки (дефектні місця у плітях)	залізо-бетонні шпали		рейки (дефектні місця у плітях), шт./км	залізо-бетонні шпали, шт./км	рейки, шт./км	дерев'яні шпали, %/км	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
МК	Ш1	Р65 (UIC60) термозміцнені, вища категорія якості	100	3 і більше	8	-	10 і більше	50	-	-	15 / -
	I	Р65 термозміцнені, I категорія якості	100	4 і більше	16	3 і більше	10 і більше	80	6 і більше	12	20 / 25
	II; III-а	Р65 (UIC60) термозміцнені, I категорія якості	100	3 і більше	20	3 і більше	10 і більше	100	6 і більше	12	20 / 25
	III-б	Р65 (UIC60) термозміцнені, II категорія якості	100	4 і більше	30	4 і більше	10 і більше	160	8 і більше	15	25 / 30
		Р65 (UIC60) старопридатні, I група придатності	100	6 і більше	30	5 і більше	12 і більше	160	10 і більше	15	25 / 30

Продовження табл. 5.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
МК	IV-a	UIC60 термозміцнені, I категорія якості; R65 термозміцнені, II категорія якості	100	4 і більше	25	4 і більше	10 і більше	160	7 і більше	15	25 / 30

Примітки: 1. Інтенсивність виходу рейок (дефектні місця у плітях) і залізобетонних шпал за дефектами визначається як середня за останні три роки перед виконанням МК.

2. Чисельник – для колії на залізобетонних шпалах; знаменник – для колії на дерев'яних шпалах.

Таблиця 5.4

Критерії граничного стану конструкції залізничної колії для призначення ПКРК та КРК

Вид ремонту	Категорія колії	Характеристика рейок	Основні критерії				Додаткові критерії				
			Напрацьований тоннаж (строк служби верхньої будови колії), % від нормативного	Інтенсивність виходу за дефектами, шт./км за рік, для колії		Сумарний вихід (за строк служби верхньої будови колії) у дефектні для колії					
				безстикової	ланкової	безстикової		ланкової		елементів скріплень, %/км	
рейки (дефектні місця у плітях)	залізо-бетонні шпали	рейки	рейки (дефектні місця у плітях), шт./км	залізо-бетонні шпали, шт./км	рейки, шт./км	дерев'яні шпали, %/км					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ПКРК	IV-б; V-а	P65 (UIC60) старопридатні, I група придатності	100	7 і більше	35	6 і більше	15 і більше	200	12 і більше	20	25 / 30
КРК	V-б	P50 старопридатні, I група придатності	100	8 і більше		7 і більше	15 і більше	15	12 і більше	25	25 / 30
		P50 незагартовані, II категорія якості	100	7 і більше	40	6 і більше	15 і більше	15	12 і більше	22	25 / 30
		P65 старопридатні, I група придатності	100	8 і більше		7 і більше	15 і більше	12	12 і більше	22	25 / 30

Продовження табл. 5.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
КРК	VI-а	Р50 незагартовані, III категорія якості	100	8 і більше		7 і більше	15 і більше	25	12 і більше	30	25 / 30	
		Р65 старопридатні, I група придатності	100	8 і більше		7 і більше	15 і більше	25	12 і більше	30	25 / 30	
	VI-б	Р50 незагартовані, III категорія якості	100	9 і більше		8 і більше	15 і більше	30	12 і більше	35	25 / 30	
		Р65 старопридатні	100	10 і більше		9 і більше	20 і більше	30	15 і більше	35	25 / 30	
		Р50 старопридатні	100	10 і більше		9 і більше	20 і більше	30	15 і більше	35	25 / 30	
	VII	Р50 старопридатні	КРК призначається до виконання начальником Служби колії на основі заявки начальника дистанції колії									
		UIC60 старопридатні										

Примітки: 1. Інтенсивність виходу рейок (дефектні місця у плітях) та залізобетонних шпал за дефектами визначається як середня за останні три роки перед виконанням МК.

2. Чисельник – для колії на залізобетонних шпалах; знаменник – для колії на дерев'яних шпалах.