

БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра колії та колійного господарства

**ОРГАНІЗАЦІЯ ТА ПЛАНУВАННЯ
РЕМОНТНО-КОЛІЙНИХ РОБІТ В УМОВАХ
ОБМЕЖЕНИХ РЕСУРСІВ**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до курсового та дипломного проектування

Харків - 2013

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри колії та колійного господарства 20 серпня 2012 р., протокол № 1.

Рекомендуються для студентів, які отримують кваліфікаційний рівень “магістр” за напрямком підготовки 8.070108 “Залізничні споруди та колійне господарство”.

Укладачі:
проф. О.М. Даренський,
доц. Г.П. Копанев,
асист. Н.В. Бугаєць

Рецензент
проф. В.П. Шраменко

ОРГАНІЗАЦІЯ ТА ПЛАНУВАННЯ
РЕМОНТНО-КОЛІЙНИХ РОБІТ В УМОВАХ
ОБМЕЖЕНИХ РЕСУРСІВ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до курсового та дипломного проектування

Відповідальний за випуск Бугаєць Н.В.

Редактор Еткало О.О.

Підписано до друку 20.09.12 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 1,0. Тираж 50. 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 державна академія залізничного транспорту

Кафедра колії та колійного господарства

**ОРГАНІЗАЦІЯ ТА ПЛАНУВАННЯ РЕМОНТНО-
КОЛІЙНИХ РОБІТ В УМОВАХ ОБМЕЖЕНИХ РЕСУРСІВ**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до курсового та дипломного проектування

2013

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри колії та колійного господарства 20 серпня 2012 р., протокол № 1.

Рекомендуються для студентів, які отримують кваліфікаційний рівень “магістр” за напрямком підготовки 8.070108 “Залізничні споруди та колійне господарство”.

Укладачі:
проф. О.М. Даренський,
доц. Г.П. Копанев,
асист. Н.В. Бугаєць

Рецензент
проф. В.П. Шраменко

Вступ	4
1 Визначення середньорічних обсягів капітальних колійних робіт на ділянках заданого полігона	4
1.1 Передумова розрахунків	4
2 Оптимізація прикріплення ділянки колії до КМС	9
2.1 Постановка задачі та спосіб її вирішення	9
2.2 Формування вихідних даних і визначення виду транспортної задачі	12
2.3 Визначення величини критерію оптимальності	13
2.4 Складання розрахункової матриці	13
2.5 Складання базисного плану прикріплення ділянок колії до КМС	15
2.6 Визначення функціонала F базисного плану	16
2.7 Перевірка базисного плану на оптимальність	16
2.8 Перерозподіл річних обсягів ремонтів між КМС	17
2.9 Складання нової розрахункової матриці з перерозподіленим планом прикріплення річних обсягів ремонтів до КМС (план №2)	18
2.10 Визначення функціонала оптимального плану прикріплення ділянок ремонтів до КМС	18
3 Економічне обґрунтування вибору конструкції верхньої будови колії	19
3.1 Загальні положення	19
3.2 Визначення поетапних витрат на ремонти колії	20
3.3 Визначення експлуатаційних витрат	22
3.3.1 Витрати на поточне утримання колії	22
3.3.2 Річні витрати, які пов'язані з впливом конструкції колії на опір руху поїздів	24
3.3.3 Порівняння варіантів	26
Список літератури	29
Додаток А	30

ВСТУП

Капітальні колійні роботи на дільницях залізниць виконують колійні машинні станції (КМС).

Для зниження витрат ремонтного фонду необхідно раціонально розподіляти по різних КМС ділянки ремонту в залежності від обсягів ремонту на кожній ділянці і відстані ділянок ремонту від КМС.

У курсовому проекті вирішуються питання визначення обсягів ремонтів на ділянках заданого полігона й оптимізації прикріплення ділянок ремонту до КМС шляхом вирішення транспортної задачі лінійного програмування.

1 ВИЗНАЧЕННЯ СЕРЕДНЬОРІЧНИХ ОБСЯГІВ КАПІТАЛЬНИХ КОЛІЙНИХ РОБІТ НА ДІЛЯНКАХ ЗАДАНОГО ПОЛІГОНА

1.1 Передумова розрахунків

У курсовому проекті розглядаються два види капітальних колійних робіт: модернізація колії і капітальний ремонт з використанням старопридатних матеріалів верхньої будови колії (у подальшому – капітальний ремонт).

Середньорічні обсяги ремонтів визначаються на полігоні, який має 10 ділянок. Схема полігона наведена на рисунку 1.1. Конструкція колії: 5 ділянок – ланкова колія на дерев'яних шпалах (ЛД), 5 ділянок – безстикова колія на залізобетонних шпалах (БЗ). Швидкість руху: 120 км/год - для пасажирських поїздів, 80 км/год – для вантажних.

Методика розрахунку середньорічних обсягів капітальних робіт на кожній ділянці і в цілому на полігоні така. Спочатку встановлюються характеристики рейок, які залежать від вантажонапруженості (необхідні початкові дані за варіантами наведені у додатку А). Далі, в залежності від вантажонапруженості і характеристики рейок, визначається вид капітальної роботи – модернізація колії (М) або капітальний ремонт (К).

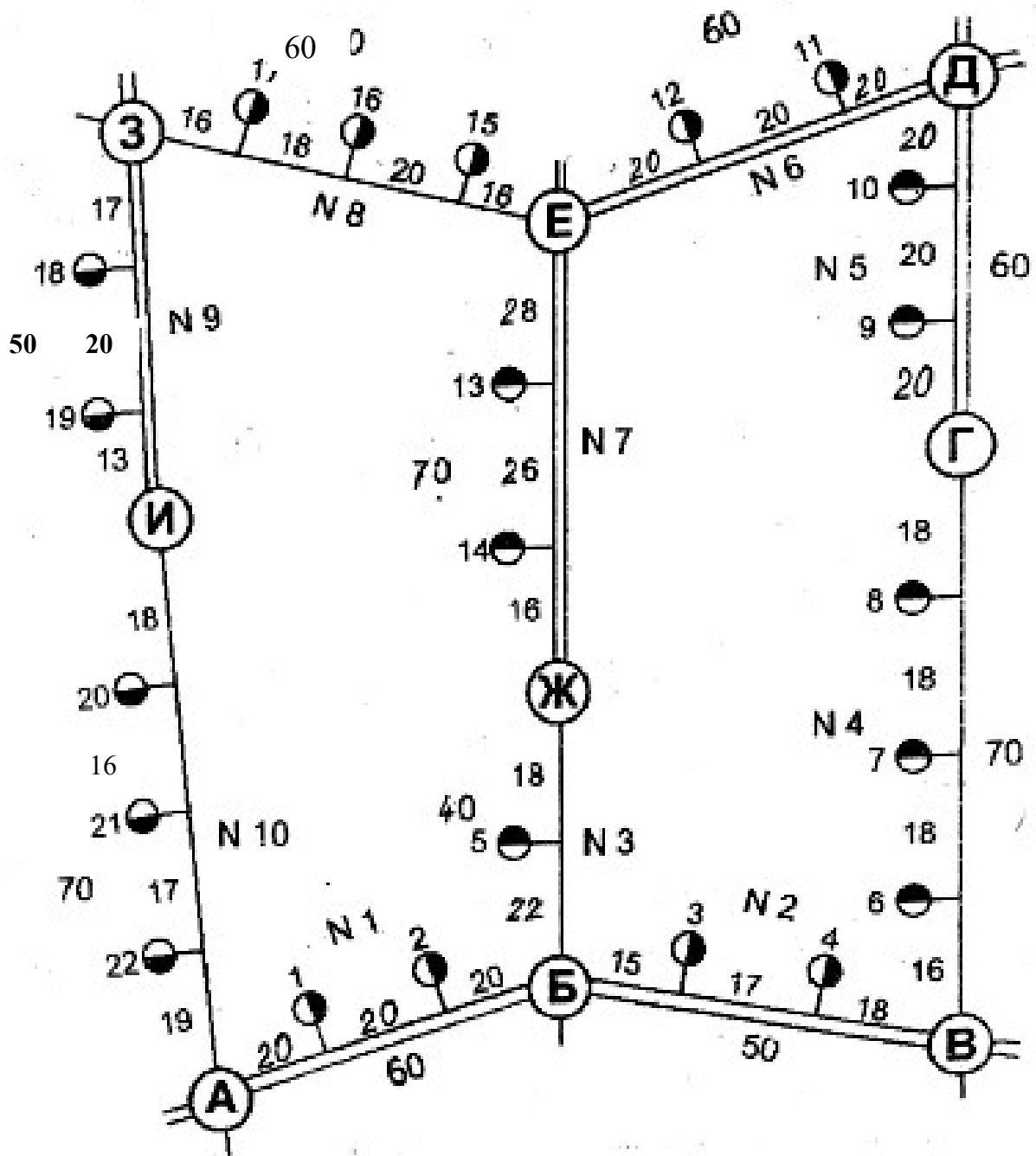


Рисунок 1.1 – Схема полігона

Для ділянок з вантажонапруженістю більше ніж 30 млн ткм брутто / км за рік використовуються нові термозміцнені рейки, більше ніж 15 і до 30 включно – нові нетермозміцнені, 15 і менше – старопридатні. Нові рейки використовуються при модернізації колії, старопридатні – при капітальному ремонті.

Після визначення видів капітальних робіт встановлюється періодичність їхнього виконання по кожній ділянці. Норми періодичності для модернізації колії і капітального ремонту визначаються по-різному [1]. Періодичність проведення модернізації колії визначається нормативною кількістю пропущеного тоннажу з обмеженням в роках, при цьому величина нормативного тоннажу залежить від вантажонапруженості і конструкції колії, а величина обмеження за роками – тільки від конструкції колії (25 років для ланкової колії і 30 – для безстикової). Для визначення періодичності проведення модернізації колії в роках використовується формула

$$t_{pj} = \frac{T_{nj}}{\Gamma_j}, \quad (1.1)$$

де T_j – норма міжремонтного тоннажу, млн т, для j – ї ділянки;
 Γ_j – вантажонапруженість, млн ткм брутто / км за рік.

При цьому для подальших розрахунків приймається розрахункове значення t_{pj} , але не більше ніж нормативне обмеження. При одержуванні розрахункової величини t_{pj} більше нормативного обмеження для подальших розрахунків приймається нормативне обмеження за роками.

Для капітального ремонту періодичність устанавлюється тільки в роках (в тоннажі не встановлюється) – 15 років для ланкової колії і 20 – для безстикової. Отже, у даному випадку розрахункове значення періодичності проведення капітальних ремонтів у роках відповідає нормативному, тобто

$$t_{nj} = t_{pj} . \quad (1.2)$$

Середньорічні обсяги ремонтів, які виконують колійні машинні станції, визначаються для кожної j -ї ділянки з використанням формули

$$e_j = K \cdot \frac{L_j}{t_{pj}}, \quad (1.3)$$

де L_j – розгорнута довжина j -ї ділянки, км (приймається за даними рисунка 1.1);

K – коефіцієнт урахування обсягу середнього ремонту, який виконують КМС.

Оскільки за міжремонтний цикл виконується, як правило, один середній ремонт, коефіцієнт K можна підрахувати за формулою

$$K = 1 + K_{np} \cdot 4, \quad (1.4)$$

де K_{np} – коефіцієнт приведення середнього ремонту до капітальної роботи за обсягами витрат праці;

4 – частка середнього ремонту, яку виконує КМС.

При $K_{np} = 0,9$ і $4=0,5$ коефіцієнт K буде рівним 1,45.

Необхідні для розрахунків дані з характеристик рейок і міжремонтних норм наведені у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Характеристики рейок і норми періодичності капітальних робіт

Вантажонапруженість, млн ткм брутто / км за рік	Характеристика рейок	Вид ремонту	Норми періодичності, T_n , млн т (t_n , pp.)	
			безстикова колія	ланкова колія
>30	Нові термозміцнені	Модернізація колії	800(30)	700(25)
>15до30	Нові нетермозміцнені	Модернізація колії	650(30)	550(25)
≤ 15	Старопридатні	Капітальний ремонт	(20)	(15)

Результати розрахунків середньорічних обсягів ремонтів по кожній ділянці і в цілому по заданому полігону виконані у табличній формі (таблиця 1.2).

При цьому колонка 2 таблиці 1.2 заповнюється у відповідності до вихідних даних (таблиця А.1), колонки 4, 5 і 6 – з даних таблиці 1.1; колонка 7 – розгорнута довжина кожної ділянки – з даних, наведених на рисунку 1.1; колонка 8 – з використанням формул (1.1) та (1.2) і, нарешті, колонка 9 заповнюється за результатами розрахунків з використанням формули (1.3).

2 ОПТИМІЗАЦІЯ ПРИКРІПЛЕННЯ ДІЛЯНКИ КОЛІЇ ДО КМС

2.1 Постановка задачі та спосіб її розв'язання

Капітальні колійні роботи – модернізацію колії і капітальний ремонт колії з використанням старопридатних матеріалів верхньої будови колії – виконують спеціалізовані виробничі підприємства колійного господарства – колійні машинні станції. Протягом сезону робіт одна КМС може виконати 60 і більше кілометрів капітальних робіт (у даний час річний план однієї КМС, зазвичай, не перевищує 30 – 40 км/год).

Для своєчасної підготовки до робіт та скорочення непродуктивних втрат часу, пов'язаних з доставкою робітників до місця виконання робіт, а також з передислокаціями КМС з однієї ділянки робіт на іншу, для кожної КМС повинен бути визначений ефективний район обслуговування, тобто таке число ділянок полігона для виконання на них ремонтів колії, при якому ці втрати робочого часу будуть зведені до мінімуму. Розв'язання такої задачі особливо важливо в умовах обмеженості матеріальних і фінансових ресурсів.

Найкращий економічний ефект при вирішенні технічних задач дає застосування економіко-математичних методів. Визначення оптимального числа ділянок полігона, на яких одна КМС буде виконувати капітальні колійні роботи, може бути здійснене методами і способами вирішення транспортної задачі лінійного програмування (задача "постачальник – споживач"). При цьому приймається, що ресурсом КМС (постачальником цього ресурсу) є річний план ремонтів КМС, а ділянки полігона є споживачами цього ресурсу КМС в розмірі, що становить суму річних обсягів ремонтів на них. Щодо умов даної задачі, постачальником є сумарний річний план двох КМС, а споживачами – 10 ділянок полігона, на яких щорічно виконуються середньорічні обсяги ремонтів.

У загальному вигляді задача оптимального прикріплення ділянок ремонту колії до КМС може бути сформована таким чином.

Маємо “ m ” КМС і “ n ” ділянок полігона, на яких КМС повинні виконувати, в певних річних обсягах, ремонти колії. Необхідно визначити таку сукупність ділянок для кожної КМС, щоб сумарна величина ремонткілометрів з урахуванням відстаней від станції базування КМС до ділянок робіт (величина F) була б мінімальною.

Відстань від i -го постачальника до j -го споживача, тобто відстань від місця базування i -ї КМС до j -ї ділянки називається критерієм оптимальності $C_{i,j}$.

Для побудови економіко - математичної моделі оптимального прикріплення ділянок до КМС надалі використовуються такі позначення:

m – число КМС для виконання ремонтів на заданому полігоні (число рядків у розрахунковій матриці);

n – число ділянок полігона (число стовпців у розрахунковій матриці);

i – номер рядка розрахункової матриці, який відведений для однієї з КМС (згідно із завданням, $i = 1$ або 2);

j – номер стовпця розрахункової матриці, відведений одній з ділянок (згідно із завданням, $j = 1, 2 \dots 10$);

a_i – ресурс КМС (річний план ремонтів i -ї КМС);

e_j – річний обсяг ремонтів на будь - якій ділянці;

$x_{i,j}$ – обсяг ремонтів, які виконує i -та КМС на j -й ділянці (величина прикріпленого до даної КМС обсягу ремонтів на ділянці - ця величина невідома і підлягає визначенню);

$\sum_1^m a_i$ – сума річних планів ремонтів усіх КМС;

$\sum_1^n e_j$ – сума річних обсягів ремонтів на всіх ділянках;

F – функціонал або сумарний обсяг ремонткілометрів за складеним планом прикріплення ділянок колії до КМС.

При оптимальному плані величина функціонала буде мінімальною, тобто

$$F = \sum_1^m \sum_1^n C_{ij} \cdot X_{ij} \rightarrow \min . \quad (2.1)$$

При цьому розв'язання транспортної задачі можливе лише в тому випадку, якщо сума ресурсів усіх його постачальників дорівнює сумі попиту на нього всіма споживачами, тобто, в даному випадку, якщо сума річних планів ремонтів по всіх КМС буде дорівнювати сумі річних обсягів ремонтів на всіх ділянках. Математичне формулювання цієї умови має вид

$$\sum_1^m a_i = \sum_1^n e_j . \quad (2.2)$$

При виконанні цієї умови транспортна задача має “закритий” вид, і розв'язання її можливе за одним з алгоритмів розв'язання транспортної задачі.

У разі нерівності задача набуває “відкритого” виду, і для приведення її до “закритого” виду вводиться або фіктивний постачальник, або фіктивний споживач.

Розв'язання транспортної задачі складається з послідовного виконання таких дій:

- 1) формуються вихідні дані та визначається вид транспортної задачі;
- 2) визначається величина критеріїв оптимальності C_{ij} ;
- 3) складається розрахункова матриця;
- 4) складається базисний (початковий) план прикріплення ділянок колії до КМС;
- 5) визначається функціонал F базисного плану;
- 6) виконується перевірка базисного плану на оптимальність;
- 7) якщо план неоптимальний, проводиться перерозподіл річних обсягів ремонтів між КМС, після чого складається нова розрахункова матриця і повторюються пункти 5 та 6; перескладання плану проводиться до тих пір, поки перевірка не покаже його оптимальність.

За оптимальним планом складається схема полігона з нанесенням на неї в умовних позначеннях порядку прикріплення до КМС ділянок колії.

2.2 Формування вихідних даних і визначення виду транспортної задачі

Основними вихідними даними є характеристики (розташування та довжина) ділянок, які наведені на рисунку 1.1, і середньорічні обсяги ремонтів на кожній j -й ділянці e_j , які були визначені у першій частині курсового проекту (таблиця 1.2).

Результати розрахунків e_j і розподілу загального обсягу ремонтів по КМС подані в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Вихідні дані для вирішення транспортної задачі

Станції розміщення КМС і їх річний план ремонтів a_i , км	Номер ділянки полігона і середньорічний обсяг ремонтів на кожній ділянці e_j , км										$\sum_1^{10} e_j$, км	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
КМС (...), $a_1 =$												
КМС (...), $a_2 =$												
$\sum_1^2 a_i =$ км												

Оскільки сумарний річний обсяг ремонтів обох КМС відповідає річному обсягу на усіх 10 ділянках полігона (суми поставок і споживання рівні), то згідно з (2.2) має місце “закритий” вид транспортної задачі, і можна переходити до наступних розрахункових дій.

2.3 Визначення величини критерію оптимальності

Критерієм оптимальності C_{ij} у даному випадку є відстань від i -ї станції розміщення КМС до j -ї ділянки колії. Отже, для кожної КМС необхідно визначити відстані від станції, де вони базуються, до кожної ділянки. При визначенні цих відстаней довжина ділянок, через які пройде КМС, ураховується повністю, а довжина ділянки, на якій буде КМС виконувати ремонт, – в половинному розмірі. Визначення відстаней проводиться для кожної КМС в табличній формі. При визначенні відстаней

розглядаються всі можливі шляхи проходження, і з них вибирається шлях з найменшою довжиною. В таблицях 2.2 та 2.3 наведені результати визначення C_{ij} .

Таблиця 2.2 – Значення C_{1j}

Станція розташування КМС	Відстані від станції розташування КМС(Д) до місць робіт на ділянках C_{1j} , км									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Таблиця 2.3 – Значення C_{2j}

Станція розташування КМС	Відстані від станції розташування КМС(Д) до місць робіт на ділянках C_{2j} , км									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2.4 Складання розрахункової матриці

Після визначення вихідних даних a_i і b_j , виду транспортної задачі і значень критерію оптимальності C_{ij} складається розрахункова матриця, яка має нижченаведену форму (таблиця 2.4).

Встановлена відстань від кожної КМС до місця ремонтних робіт на кожній ділянці $C_{i,j}$ проставляється у верхніх лівих кутах відповідних клітинок матриці.

Наведена розрахункова матриця складається з двох рядків за числом КМС ($m = 2$) і 10 стовпців за числом ділянок колії ($n = 10$) – усього з 20 клітинок.

2.5 Складання базисного плану прикріплення ділянок колії до КМС

Задача складання базисного плану полягає у визначенні таких прикріплень обсягів ремонтів на ділянках до КМС, щоб при цьому всі річні плани КМС були реалізовані, а всі річні

обсяги ремонтів на ділянках були розподілені між КМС. При цьому загальне число прикріплень ділянок до обох КМС повинно бути не більше ніж $(m+n-1)$, тобто число прикріплень в даній матриці не повинно бути більше ніж

$$2 + 10 - 1 = 11 \text{ прикріплень.}$$

Цими одинадцятьма прикріпленнями повинна бути досягнута реалізація всіх річних планів КМС і прикріплення обсягів ремонтних робіт по ділянках до тієї чи іншої КМС.

Складання базисного плану виконується в розрахунковій матриці таблиці 2.4.

Розміщення річних обсягів ремонтів на ділянках по рядках матриці проводиться способом визначення найменшого елемента C_{ij} в матриці за правилом “зліва направо, зверху вниз”.

Якщо одна з КМС виявилась повністю завантаженою, а частина ділянок неприкріпленими, то обсяги ремонтів на цих ділянках прикріплюються до другої КМС незалежно від величини C_{ij} .

Після того, як усі річні обсяги ремонтів на ділянках будуть розподілені по КМС, тобто буде складений базисний план, необхідно перевірити, щоб число клітинок матриці із занесеними в них обсягами ремонтів (число “заповнених” клітинок) було рівним розрахунковому числу прикріплень $(m+n-1)$, річні обсяги ремонтів на ділянках були розподілені по КМС, а сума їх дорівнювала річним планам КМС.

2.6 Визначення функціонала F базисного плану

Функціонал, або загальна величина ремонтокілометрів за даним планом прикріплення річних обсягів ремонтів колії на ділянках до КМС, визначається сумою множень з критерію оптимальності клітинки матриці C_{ij} на величину прикріпленого до КМС річного обсягу ремонтів у ній X_{ij} (формула (2.1)).

2.7 Перевірка базисного плану на оптимальність

Перевірка починається з визначення потенціалів рядків V_i і стовпців U_j . Потенціали встановлюються з використанням “заповнених” клітинок матриці. Величина першого потенціалу

встановлюється для першого рядка матриці у вигляді довільно обраного числа. Бажано, щоб це число було не більше мінімального елемента C_{ij} в цьому рядку з числа “заповнених” клітинок. Значення інших потенціалів визначається з рівності

$$V_i + U_j = C_{ij} . \quad (2.3)$$

Якщо встановлений потенціал рядка, то потенціал стовпця, виходячи з величини критерію оптимальності “заповнених” клітинок C_{ij} , які знаходяться на цьому рядку, визначається з виразу

$$U_j = C_{ij} - V_i . \quad (2.4)$$

Якщо встановлений потенціал стовпця, то потенціал рядка, знову ж таки виходячи з C_{ij} “заповненої” клітинки матриці, яка знаходиться в даному стовпці, буде встановлений з виразу

$$V_i = C_{ij} - U_j . \quad (2.5)$$

Оптимальність плану визначають характеристики клітинок матриці, які не змогли прикріпитися до постачальників ресурсів, тобто до КМС. Характеристики таких “незайнятих” клітинок e_{ij} визначаються за формулою

$$e_{ij} = C_{ij} - (V_i - U_j) . \quad (2.6)$$

План буде оптимальним тільки у тому випадку, якщо усі “незайняті” клітинки матриці будуть мати позитивну (зі знаком плюс або нуль) характеристику. Якщо в матриці буде хоча б одна клітинка з негативною характеристикою (зі знаком мінус) план неоптимальний і потребує перескладання.

В клітинках матриці проставляються знак і величина негативних характеристик; якщо характеристика позитивна, то в даній клітинці проставляється тільки знак плюс.

2.8 Перерозподіл річних обсягів ремонтів між КМС

Виконання перерозподілу річних обсягів ремонтів визначається правилами побудови ланцюга передачі річного обсягу.

У матриці визначається клітинка з найбільшою негативною характеристикою. Найбільша величина показує на першочерговість переміщення річного обсягу.

Ланцюг передач являє собою прямокутник, одна з вершин якого розміщується в клітинці матриці, куди потрібно перемістити річний обсяг, а інші три вершини повинні бути розміщені в “заповнених” клітинках.

Після побудови ланцюга виконується розмітка знаків вершин прямокутника. Так як в клітинку з найбільшою негативною характеристикою треба перемістити річний обсяг, то вершині прямокутника, яка в ній міститься, присвоюється позитивний знак (+), наступній вершині – негативний знак (-), і так по черзі. Сума позитивних вершин повинна бути рівною сумі негативних.

В негативних вершинах визначається клітинка з найменшим річним обсягом. Цей річний обсяг переміщуємо в клітинку з найбільшою негативною характеристикою, а із іншої клітинки зі знаком (-) у вершині прямокутника переміщуємо такий же обсяг в іншу клітинку з позитивним знаком у вершині. Клітинка матриці, де був розташований найменший річний обсяг, стає “незайнятою”.

Після виконаних переміщень необхідно перевірити число прикріплених до КМС ділянок. Це число повинно бути рівним одинадцяти.

2.9 Складання нової розрахункової матриці з перерозподіленим планом прикріплення річних обсягів ремонтів до КМС (план №2)

З використанням даних таблиці 2.4 будується нова розрахункова матриця, і в неї заноситься перерозподілений план прикріплення річних обсягів ремонтів до КМС. Після цього заново виконується перевірка перескладеного плану на оптимальність в порядку, який описується в пункті 2.6. При

цьому величина першого потенціалу повинна бути обов'язково іншою, ніж у плані №1.

При перевірці плану №2 на оптимальність встановлюємо, що усі “незайняті” клітинки матриці мають позитивну характеристику, отже, цей план оптимальний.

2.10 Визначення функціонала оптимального плану прикріплення ділянок ремонтів до КМС

Загальна величина ремонткілометрів визначається за оптимальним планом і порівнюється з функціоналом базисного плану

$$F_0 = \sum C_{ij} \cdot x_i ,$$

де C_{ij} - критерій оптимальності, відстань від i -ї бази КМС до ділянки ремонту, км;

x_i – обсяг ремонтних робіт, які прикріплені до КМС на i -й ділянці, км.

В порівнянні з базисним, при оптимальному плані прикріплення річних обсягів ремонтів на ділянках до КМС досягнуто зменшення загального обсягу ремонткілометрів (у процентах).

3 ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ КОНСТРУКЦІЇ ВЕРХНЬОЇ БУДОВИ КОЛІЇ

3.1 Загальні положення

Положення про проведення планово-попереджувальних ремонтно – колійних робіт на залізницях України [2] припускає застосування як безстикової колії на залізобетонних шпалах, так і ланкової колії на дерев'яних шпалах на ділянках I–VI категорій. При цьому наголошується, що безстикова колія є конструкцією більш прогресивною і саме цій конструкції, при можливості, слід віддавати перевагу. Ці рекомендації не можуть дати вичерпну відповідь на питання про застосування тієї чи іншої конструкції.

Остаточні рекомендації можуть бути надані після виконання економічних розрахунків.

Якщо порівнювані конструкції колії і їх елементи в цілому відповідають вантажонапруженості і швидкостям руху на ділянці, то їх подальшу оцінку проводять, як правило, за терміном окупності різниці початкових одноразових витрат на укладання конструкції, тобто різниці витрат на виконання модернізації або капітального ремонту ділянки при розглянутих варіантах.

Безсумнівно, більш прийнятним спочатку здається варіант більш економічний за первинними одноразовими витратами. Однак ця економія може бути надалі перекрита великими експлуатаційними витратами.

Тому оцінку конструкцій колії треба виконувати з урахуванням витрат як на укладання колії, так і на подальшу її експлуатацію і необхідні ремонти аж до чергової модернізації або чергового капітального ремонту.

Оскільки витрати на ремонти колії не одноетапні й експлуатаційні витрати можуть змінюватися, порівняння варіантів потрібно виконувати за сумою витрат на ремонти та експлуатаційні витрати для кожного розглянутого варіанта окремо, які визначаються за формулою, грн/км,

$$E = \sum_{t=0}^{t=t_p} K_{it} + \sum_{t=0}^{t=t_p} C_G , \quad (3.1)$$

де K_{it} – витрати на ремонти колії, які здійснюються поетапно по кожному з порівнюваних варіантів, грн / км;

C_G – експлуатаційні витрати за варіантами, грн/ км р.;

t_p – розрахунковий період, який приймається рівним максимальному періоду між модернізаціями (капітальними ремонтами) з порівнюваних варіантів, рр.

Для ділянок I – III категорій, на яких потрібно проводити модернізацію колії з укладанням нових елементів, формула (3.1) буде мати вид:

$$E = K_M + K_{KO1} + K_C + K_{KO2} + K_{M2} + \sum_{t=0}^{t=t_p} C_G , \quad (3.1a)$$

де $K_M, K_{M2}, K_C, K_{KO1}, K_{KO2}$ – витрати відповідно на модернізацію, середній і комплексно - оздоровчий ремонті 1 км ділянки колії, грн/км.

Для ділянок IV – VI категорій, на яких Положення [2] передбачає вкладання старопридатних елементів верхньої будови колії, сумарні витрати визначаються як

$$E = K_K + K_{KO} + K_C + K_{K2} + \sum_{t=0}^{t=t_p} C_{\Gamma} , \quad (3.16)$$

де K_K – витрати на виконання капітального ремонту, грн/км.

Інші позначення ті самі.

Кращим з розглянутих буде варіант з мінімальними сумарними витратами, які розраховуються за формулами (3.1а) або (3.1б).

3.2 Визначення поетапних витрат на ремонті колії

При розрахунках сумарних коштів витрати на ремонті за варіантами визначаються за дорожніми калькуляціями їх вартості. На етапі першочергового порівняння варіантів вартість виконання 1 км різноманітних видів ремонтів можливо визначити як

$$K_{ip} = K_i \cdot k_p ,$$

де K_i – середня вартість i – го виду ремонту на 1.01.2010 р. (таблиця А.2);

k_p – коефіцієнт, який ураховує поточний рівень цін.

Деякі необхідні дані вибираємо із таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Терміни проведення і вартості ремонтів колії за варіантами

Показники	1-й варіант – ланкова колія на дерев'яних	2-й варіант – безстикова колія на залізобетонни

		шпалах	х шпалах
1		2	3
1 Вид ремонту із заміною рейкошпальної решітки (М.К.)			
2 Міжремонтна норма $T_M, \text{ млн } t (t_K, \text{ pp.})$			
3 Вартість ремонту із заміною решітки $K_{M(K)}, \text{ тис. грн}$			
4 Проміжні і ремонти	Комплексно-оздоровчий	Термін проведення, pp.	
		Вартість, тис. грн	
	Середній	Термін проведення, pp.	
		Вартість, тис. грн	
	Комплексно-оздоровчий	Термін проведення, pp.	
		Вартість, тис. грн	

3.3 Визначення експлуатаційних витрат

При порівнянні варіантів використання різних конструкцій колії на ділянці, крім витрат на поточне утримання колії, потрібно враховувати також і витрати інших господарств залізниці (локомотивного, вагонного), які пов'язані з опором руху поїздів. Ці витрати суттєво відрізняються при ланковій і безстиковій колії і можуть значно вплинути на терміни окупності додаткових витрат на вкладання безстикової колії і на прийняття кінцевих рішень. Таким чином, при інших рівних умовах річні експлуатаційні витрати за варіантами розраховуються за формулою, грн/км р.,

$$C_r = C_{т.с.} + C_w, \quad (3.2)$$

де $C_{т.с.}$ – витрати на поточне утримання в частині, яка залежить від конструкції колії (витрати колійного господарства), грн/км р.;

C_w – витрати, які пов'язані з основним опором руху поїзда (витрати інших господарств), грн/км р.

3.3.1 Витрати на поточне утримання колії

Ці витрати в частині, яка залежить від конструкції колії при інших рівних умовах (система утримання колії, рівень механізації робіт, експлуатаційні умови та ін.), можливо визначити за виразом, грн/км р.,

$$C_{т.с.} = C_{з.п.} + C_{Мат..} + C_{np} \quad (3.3)$$

де $C_{з.п.}$ – витрати на оплату праці монтерів колії при поточному утриманні, грн/км р.;

$C_{Мат..}$ – витрати на матеріали, грн/км р.;

C_{np} – інші витрати при поточному утриманні, грн/км р.

Витрати на оплату праці монтерів колії, грн/км р., для кожного з варіантів розраховуються як

$$C_{з.п.} = 12 \cdot P_{ср} \cdot K_{з.п.} \cdot k_y \cdot H_{таб} \quad (3.4)$$

де 12 – число місяців у році;

$P_{ср}$ – середньомісячна заробітна плата монтера колії при поточному утриманні (на 1.01.2010 р. – 3740 грн);

$K_{з.п.}$ – коефіцієнт, у який входять нарахування і заробітна плата ($K_{з.п.} = 1,51$);

k_y – коефіцієнт, який ураховує поточний рівень заробітної плати;

$H_{таб}$ – норма витрат робочої сили при поточному утриманні колії, люд/км р.

Величина $H_{таб}$ приймається за нормами наказу № 159 – Ц від 26.06.2003 р. [3] (таблиця А.3).

Витрати на матеріали при поточному утриманні колії визначаються як

$$C_{mat} = \sum Q_i \cdot C_i \cdot k_p \cdot k_{np} \quad (3.5)$$

де Q_i – кількість основних матеріалів верхньої будови колії, які витрачаються за рік при поточному утриманні колії згідно з нормами наказу [4];

C_i – ціни цих матеріалів станом на 1.01.2010 р., грн ;

k_p – коефіцієнт, який ураховує поточний рівень цін;

k_{np} – коефіцієнт, який ураховує вартість інших матеріалів, що витрачаються при поточному утриманні (1.08).

У таблиці 3.2 наведено розрахунок вартості матеріалів, які витрачаються при поточному утриманні колії за варіантами, за нормами наказу [4].

Інші витрати на поточне утримання колії, які залежать від конструкції (витрати на паливо, електроенергію, експлуатацію машин і механізмів, ремонт шпал та інші потреби) можливо визначити за рівнем сформованого співвідношення витрат на поточне утримання. Так, витрати на заробітну плату і матеріали складають у середньому 85 % загальних витрат на поточне утримання. Тоді величина інших витрат може бути визначена як

$$C_{np} = (C_{zn} + C_{mat}) \cdot 0,15 . \quad (3.6)$$

Таблиця 3.2 – Розрахунок вартості матеріалів, які витрачаються при поточному утриманні

Матеріали та одиниці вимірювання витрат	Ціни матеріалів за одиницю, грн	1-й варіант ланкова колія		2-й варіант – безстикова колія	
		рікКількість за	грнВартість,	рікКількість за	грнВартість,
1	2	3	4	5	6
1 Рейки нові типу Р65, кг					
2 Рейки старопродатні типу Р65, кг					
3 Шпали залізобетонні, шт.					
4 Шпали дерев'яні, шт.					

5 Металеві елементи стикових скріплень, кг					
6 Металеві елементи проміжних скріплень, кг					
7 Протиугони пружні, кг					
8 Баласт щебеневий, м ³					
Усього вартість основних матеріалів, грн					
Вартість інших матеріалів при поточному утриманні					
Усього вартість матеріалів					

3.3.2 Річні витрати, які пов'язані з впливом конструкції колії на опір руху поїздів

Річні витрати, які пов'язані з опором руху поїздів у частині, яка залежить від конструкції колії і стану колії, можливо визначати за наближеними залежностями, рекомендованими в [5, 6], грн/км р.:

$$C_{wi} = \mathcal{E}_{mex} \cdot W_{III} \cdot T_0, \quad (3.7)$$

де \mathcal{E}_{mex} – укрупнена видаткова ставка на 1000 ткм механічної роботи локомотива. При електровозній тязі можливо прийняти 1600 грн/10³ ткм;

W_{III} – питома робота локомотива, пов'язана з опором руху в частині, що залежить від конструкції колії за варіантами, $\frac{10^3 \text{ ткм мех. роботи}}{\text{млн ткм брутто}}$;

T_0 – вантажонапруженість ділянки, млн ткм брутто / км за рік.

Величина питомої роботи локомотива, яка пов'язана з опором руху в частині, на яку впливає конструкція колії, залежить не тільки від конструкції – ланкова або безстикова колія, але й від стану колії. Опір руху поїзда на колію, яка зношена і потребує заміни, зростає на 20 % і більше в порівнянні з новою конструкцією. У роботі [5] величину W_{III} рекомендовано визначити за емпіричними залежностями. Величина питомої

роботи, $\frac{10^3 \text{ ткм}}{\text{млн ткм бруто}}$, може бути визначена в будь-який рік міжремонтного циклу як:

- для ланкової колії:

$$W_{П11} = 0,2 + \frac{0,07}{t_{p \text{ зб}}} \cdot t_i ;$$

- для безстикової:

$$W_{П21} = 0,16 + \frac{0,03}{t_{p \text{ б}}} \cdot t_i ,$$

де $t_{p \text{ зб}}$, $t_{\text{б}}$ – розрахунковий період, який дорівнює терміну між ремонтами із заміною решітки за варіантами, рр. ;

t_i – розрахунковий рік від ремонту із заміною решітки.

Результати розрахунку величини C_w зручно виконувати в табличній формі (таблиця 3.3). У цій таблиці визначені також величини експлуатаційних витрат за варіантами для кожного року розрахункового періоду.

Таблиця 3.3 – Експлуатаційні витрати за варіантами по роках розрахункового періоду

Роки розрахун - кового періоду	1-й варіант – ланкова колія			2-й варіант – безстикова колія		
	$W_{П11}$, 10^3 ткм	C_{w1i} , грн/км	$C_{Г1i}$, грн/км	$W_{П21}$, 10^3 ткм	C_{w1i} грн/км	$C_{Г1i}$ грн/км
	млн ткм бруто	р.	р.	млн ткм бруто	р.	р.
1	2	3	4	5	6	7

--	--	--	--	--	--	--

3.3.3 Порівняння варіантів

Для визнання доцільності укладання тієї чи іншої конструкції колії розраховують сумарні витрати за варіантами (формули (3.1а) або (3.1б)). Варіант, при якому сумарні витрати будуть меншими, є доцільним. Розрахунки величини сумарних витрат, а також визначення терміну окупності додаткових витрат на вкладання безстикової колії зручніше вести в табличній формі (таблиця 3.4).

У колонки 2 та 3 заносяться вартості ремонтів, які прийняті за варіантами (підрозділ 3.2) в ті роки розрахункового періоду, коли планується їх проведення.

В колонках 4 та 5 вказуються величини річних експлуатаційних витрат (дані граф 4 та 7 таблиці 3.3).

У колонках 6 та 7 послідовно складаються витрати на ремонти і річні експлуатаційні витрати, починаючи з нульового періоду – початку розрахункового періоду.

Перевищення сумарних витрат по одному варіанту над іншим визначається по кожному року розрахункового періоду як різниця між сумарними витратами (колонки 6 та 7) і заноситься у відповідні колонки 8 та 9.

Рік, коли починається перевищення витрат за більш дешевим щодо початкових витрат на модернізацію (або капремонт) варіантом, є роком окупності, а інтервал часу від початку розрахункового періоду до року окупності – терміном окупності додаткових витрат на укладання безстикової колії.

Графіки сумарних витрат за варіантами з визначенням терміну окупності наведені на рисунку 3.1.

E і, тис. грн

*Роки
розрахункового
періоду*

Рисунок 3.1 – Графіки сумарних витрат за варіантами
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Планування і організація ремонтів колії: Методичні вказівки до курсового та дипломного проектування. – Харків: УкрДАЗТ, 2012. – 39 с.

2 Положення про проведення планово – запобіжних ремонтно – колійних робіт на залізницях України ЦП/0113. – К., 2004. – 41 с.

3 Про нормативи праці при поточному утриманні колії і штучних споруд: Наказ № 159 – Ц від 26.06. 2003р.

4 ЦП – 0123. Середні норми витрат матеріалів і виробів на поточне утримання та ремонт колії й інших пристроїв колійного господарства залізниць України: Наказ № 964 – ЦЗ від 14.12.2004р. – 43с.

5 Шахунянц Г.М. Железнодорожный путь: Учеб. для вузов железнодорожного транспорта. – М.: Транспорт, 1987. – 476 с.

6 Шульга В.Я. Экономические расчеты по выбору рациональных форм управления и эффективности реконструируемых мероприятий в путевом хозяйстве – М.: МИИТ, 1979. – Ч. 1. – 52 с.; Ч. 2. – 64 с.

Додаток А

Таблиця А.1 – Початкові дані для курсового проекту

Варіант	Вантажонапруженість по ділянках, млн ткм брутто/км за рік									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	36	7	11	33	14	61	24	18	51	22
2	26	12	18	48	15	42	13	21	54	9
3	45	27	10	18	29	37	12	6	51	36
4	43	26	13	23	10	65	17	7	37	45
5	15	34	20	57	18	12	32	26	10	39
6	22	53	12	28	8	48	17	33	9	31
7	24	30	14	49	6	26	16	37	16	31
8	27	39	16	14	23	13	9	45	51	40
9	22	28	18	30	13	43	11	7	14	39
10	50	26	11	38	22	8	18	41	15	27
11	11	12	23	31	51	24	16	9	21	39
12	35	28	15	39	56	6	14	9	37	17
13	28	7	17	30	50	46	12	24	39	15
14	11	23	19	58	22	45	10	38	36	7

15	22	37	12	14	8	24	19	34	44	24
16	26	46	12	23	7	14	37	33	42	27
17	36	52	14	10	29	18	15	5	33	48
18	33	8	16	34	28	12	23	47	13	26
19	39	27	13	13	6	22	11	35	43	19
20	14	26	41	11	48	23	18	5	28	36

Таблиця А.2 – Середньосітцова вартість ремонтів колії станом на 1.01.2010 р.

Найменування і основний зміст ремонту	Трудові витрати, люд (м)	Основні матеріали	Основні типи машин	Сума вартість, тис. грн
1	2	3	4	5
Модернізація безстикової колії з глибоким очищенням баласту і подальшим укладанням плітей безстикової колії рейками типу Р65	827	Рейки – 129,5 т, шпали з.б. нові 1872 шт., баласт - 400 м ³ , інші - за нормами	УК – 25/18 RM–80 ВПО–3000 ВПР–1200 ХДС та інші	1540

Модернізація безстикової колії з подальшим укладанням плітей безстикової колії рейками типу Р65	76 9	Рейки – 129,5 т, шпали з.б. нові 1872 шт., баласт - 1000 м ³ , інші - за нормами	УК – 25/18 ЩОМ - 4 ВПО–3000 ХДС та інші	1480
Модернізація ланкової колії з глибоким очищенням баласту і укладанням рейок Р65 на нові дерев'яні шпали	63 4	Рейки – 129,5 т, шпали дер. нові 1872 шт., баласт - 400 м ³ , інші - за нормами	УК - 25/9 - 18 RM–80 ВПО–3000 ВПр–1200 ХДС та інші	1185
Модернізація ланкової колії з укладанням рейок Р65 на нові дерев'яні шпали	57 6	Рейки – 129,5 т, шпали дер. нові 1872 шт., баласт - 1000 м ³ , інші - за нормами	УК - 25/9 - 18 ЩОМ - 4 ВПО–3000 ХДС та інші	1125

Продовження таблиці А.2

1	2	3	4	5
Капітальний ремонт безстикової колії з подальшим укладанням старопрідатних плітей безстикової колії рейками типу Р65	74 5	Рейки Р65 старопрідатні – 129,5 т, шпали з.б. старопрідатні 1780 шт., нові – 95 шт. баласт - 1000 м ³	УК - 25/9 - 18 ЩОМ – 4 ХДС ВПО–3000 та інші	620
Капітальний ремонт ланкової колії з укладанням старопрідатних рейок Р65 на старопрідатні	597	Рейки Р65 старопрідатні – 129,5 т, шпали дер. старопрідатні	УК - 25/9 - 18 ЩОМ – 4 ХДС ВПО–3000	480

дерев'яні шпали		1404 шт., нові – 468 шт., баласт – 1000 м ³ , інші – за нормами	та інші	
Середній ремонт безстикової колії на залізобетонних шпалах рейки типу Р65 на ділянках I – III категорії	420	Рейки Р65 нові – 0,323 т, старопридатні – 1,29 т, шпали з.б. нові – 22 шт., баласт – 600 м ³ , інші – за нормами	ЩОМ – 4 ВПО–3000 ПМГ ХДС ДГКу та інші	195
Середній ремонт безстикової колії на залізобетонних шпалах рейки типу Р65 на ділянках IV – VI категорій	445	Рейки Р65 нові – 0,436 т, старопридатні – 1,29 т, шпали з.б. старопридатні – 22 шт., баласт – 600 м ³ , інші – за нормами	ЩОМ – 4 ВПО–3000 ПМГ ХДС ДГКу та інші	210

Продовження таблиці А.2

1	2	3	4	5
Середній ремонт ланкової колії на ділянках I – III категорій	470	Рейки Р65 нові – 0,627 т старопридатні – 2,17 т, шпали дерев'яні нові – 450 шт. баласт – 600 м ³ , інші – за нормами	ЩОМ – 4 ВПО–3000 ХДС ДГКу та інші	255
Середній ремонт	490	Рейки Р65 нові	ЩОМ – 4	275

ланкової колії на ділянках IV – VI категорії		– 0,627 т, старопрідатні – 2,17 т, шпали дер. старопрідатні – 450 шт., баласт – 600 м ³ , інші – за нормами	ВПО–3000 ХДС ДГКу та інші	
Комплексно – оздоровчий ремонт безстикової колії на залізобетонних шпалах	329	Рейки Р65 старопрідатні – 0,647 т, шпали з.б. старопрідатні – 13 шт., баласт – 100 м ³	ВПр–1200 ПМГ ДГКу та інші	70
Комплексно – оздоровчий ремонт ланкової колії на дерев'яних шпалах	414	Рейки Р65 старопрідатні – 1,084т, шпали дерев'яні старопрідатні – 250 шт., баласт – 100 м ³	ВПр–1200 ДГКу та інші	90

Таблиця А.4 – Категорії залізничних колій (залежно від експлуатаційних умов)

Максимальна встановлена	Умови експлуатації та вантажонапруженість Г, млн ткм брутто/км за рік
-------------------------	---

швидкість поїздів, км/год, <u>пасажирських</u> вантажних		та більше	$\Gamma=50,1 \div 79,9$ важкі	$\Gamma=30,1 \div 50$ вище середніх	$\Gamma=15,1 \div 30$ середні	$\Gamma=5,1 \div 15$ легкі	$\Gamma=5,0$ та менше ніж <u>ружлоінтенсив-</u>	6, 7, VIII станційні колії
Прискорений рух	<u>141-160</u>	-	-	Ш1	Ш1	Ш1	Ш1	-
	<u>81-140</u> <u>61-90</u>	I-a	II-a	III-a	IV-a	V-a	VI-a	-
	<u>80 та менше</u> <u>60 та менше</u>	I-б	II-б	III-б	IV-б	V-б	VI-б	VII

Примітки

1 Категорії колій у таблиці встановлені для головних колій. Для приймально-відправних та інших станційних колій категорії встановлюються згідно з примітками до таблиці пункти 6 - 10.

2 Категорії колій встановлюються для умов експлуатації рухомого складу з середніми по мережі осьовими навантаженнями, за які прийнято $P_{oc} \leq 160$ кН/вісь – для рейок Р65 і UIC60 і $P_{oc} \leq 135$ кН/вісь – для рейок Р50.

3 На дво- та багатоколійних ділянках категорії колій встановлюються однаковими з колією, що має вищу категорію, за умови, що різниця у вантажонапруженості не перевищує 20 %. При більшій різниці категорія визначається для кожної колії окремо.

4 Колії прискореного руху Ш1 передбачені для експлуатації тільки пасажирських поїздів, суміщений рух з окремими вантажними поїздами дозволяється такими коліями тільки як виняток на окремих ділянках із невеликою інтенсивністю руху ($\Gamma \leq 20$ млн ткм брутто / км за рік).

5 При сумарній кількості графікових пасажирських і приміських поїздів незалежно від значення вантажонапруженості колія повинна бути:

- I категорії – більше 100 поїзд / доб;
- II категорії – $31 \div 100$ поїзд / доб;
- III категорії – $6 \div 30$ поїзд / доб.

6 Приймально-відправні колії на станціях, що є продовженням головних колій на перегонах і передбачені для безупинного пропуску поїздів, належать до тієї ж категорії колії, що і головні колії на перегонах; якщо такі колії передбачені для зупинок поїздів – категорія колії може бути зменшена на один ступінь.

7. Категорія стрілочного перевалу визначається за більшою із категорій колій, що з'єднуються.

8 Станційні, під'їзні та інші колії, де реалізуються швидкості руху 40 км/год, належать до категорії IV-б, V-б, VI-б залежно від вантажонапруженості, а при швидкостях понад 40 км/год – до категорії IV-а.

9 Сортувальні і гіркові колії на сортувальних станціях належать до категорії V-б.

10 Станційні, під'їзні та інші колії, що призначені для руху рухомого складу з небезпечними вантажами, належать до категорії не нижче V-б.

11 На станційних коліях VII категорії швидкості руху встановлюються не більше 25 км/год.

Таблиця А.5 – Норми витрат матеріалів і виробів на поточне утримання

Матеріали і вироби	вимірювання Одиниця	Поточне утримання колії на рік	
		ланкова колія на дерев'яних шпалах	безстиков а колія
1	2	3	4
1 Рейки першого укладання довжиною 25 м на лініях I – III категорій типу Р65 типу UIC60	<i>шт.</i>	0,2	0,1
	<i>кг</i>	323,6	161,8
	<i>кг</i>	301,8	150,9
IV категорій типу Р65 типу UIC60	<i>шт.</i>	0,24	0,13
	<i>кг</i>	388,3	210,3
	<i>кг</i>	362,1	196,1
2 Рейки староприсадатні довжиною 25 м типу Р65 типу UIC60	<i>шт.</i>	0,67	0,4
	<i>кг</i>	1084,1	647,2
	<i>кг</i>	1010,7	603,4
3 Накладки при рейках довжиною 25 м типу Р65 типу Р50	<i>шт.</i>	3,9	1,2
	<i>кг</i>	93	35
	<i>кг</i>	73,2	22,5
4 Болти з гайками при рейках довжиною 25 м типу Р65 типу Р50	<i>шт.</i>	20,5	2,5
	<i>кг</i>	21	3
	<i>кг</i>	15	2
5 Шайби пружинні для стиків болтів при рейках довжиною 25 м типу Р65 типу Р50	<i>шт.</i>	20,5	4,4
	<i>кг</i>	2	0,4
	<i>кг</i>	1,4	0,3

6 Підкладки типу Р65 типу Р50	<i>шт.</i>	8	9,5
	<i>кг</i>	61	73
	<i>кг</i>	50	59
7 Клеми пружні скріплення КПП	<i>шт.</i>	-	3,5
	<i>кг</i>	-	2,5

Продовження таблиці А.5

1	2	3	4
8 Клеми жорсткі	<i>шт.</i>		
	<i>кг</i>	-	2
9 Болти клемні з гайками	<i>шт.</i>	-	47
	<i>кг</i>	-	22
10 Шайби пружинні двовиткові під клемні болти	<i>шт.</i>	-	135
	<i>кг</i>	-	16
11 Закладні болти з гайками	<i>шт.</i>	-	37
	<i>кг</i>	-	28
12 Шайби пружинні для закладних болтів двовиткові	<i>шт.</i>	-	99
	<i>кг</i>	-	12
13 Шайби круглі плоскі або скоби для ізолюючих втулок: шайби плоскі скоби	<i>шт.</i>	-	50
	<i>кг</i>	-	3
	<i>кг</i>	-	4
14 Втулки, вкладиші ізолюючі	<i>шт.</i>	-	109
15 Прокладки під рейку: з гуми або гумокорду для скріплення КБ полімерні для скріплення КПП	<i>шт.</i>	-	263
	<i>шт.</i>	-	300
16 Прокладки під підкладки гумові	<i>шт.</i>	110	129
17 Костилі	<i>шт.</i>	338	-
	<i>кг</i>	128	-
18 Шурупи для скріплення Д2	<i>шт.</i>	80	40
	<i>кг</i>	45	22
19 Протиугони пружинні типу Р65 типу Р50	<i>шт.</i>	209	-
	<i>кг</i>	284	-
	<i>кг</i>	255	-

20 Шпали залізобетонні	<i>шт.</i>	-	3
21 Шпали дерев'яні	<i>шт.</i>	60	-
22 Клейма шпальні	<i>шт.</i>	60	-
23 Баласт щебеновий: при очищенні машиною, аналогічною RM 80	<i>м³</i>	15	15

Продовження таблиці А.5

1	2	3	4
24 Баласт піщаний	<i>м³</i>	50	-
25 Шпальні дюбелі або втулки	<i>шт.</i>	50	50
26 Сталь тонколистова (обрізь)	<i>кг</i>	30	-
27 Рейкозмащувачі	<i>шт.</i>	0,01	0,01
28 Мاستило рейкове	<i>кг</i>	6,5	6,5
29 Паста антисептична	<i>кг</i>	52	-
30 Порошок - антисептик	<i>кг</i>	17	-

Таблиця А.6 — Довідка вартості МВБК на 1.02.2009 р.

Матеріали	Одиниця вимірювання	Без ПДВ	з ПДВ
1	2	3	4
Рейка UIC60	<i>t</i>	5858,00/6039,1 7	7029,60/7247
Рейки Р - 50	<i>t</i>	3693,63	4432,36
Рейки Р - 65	<i>t</i>	5583,33	6700,00
Накладка 1Р - 65	<i>t</i>	5583,33	6700,00
Накладка 2Р - 65	<i>t</i>	5583,33	6700,00
Накладка полімерна 4 - дирна	<i>шт.</i>	259,00	311,04
Накладка полімерна 6 - дирна	<i>шт/км</i>	259,20/572,50	311,04/687,0 0
Накладка Р - 50	<i>t</i>	1581,00	1897,20
Накладка ізостикова ІНП – 65 і UIC60	<i>t</i>	5583,33	6700,00
Болт колійний Р – 50/27x160	<i>t</i>	5959,00	7150,80
Болт колійний Р – 65/27x180	<i>t</i>	6196,00	7435,20
Шайба 1 - виткова (стикова)	<i>t</i>	23206,1	27847,3
Шайба 2 - виткова	<i>t</i>	23145,5	27774,6
Шайба плоска	<i>t/шт.</i>	6500/1,67	7800/2,00
Шайба плоска ШП – 1.3	<i>шт.</i>	1,40	1,68

Шайба рубана КПП - 12	<i>шт.</i>	1,25	1,50
Шайба тарілчаста	<i>т</i>	18860,00	22632,00
Шайба У5004.00.05 розд.скріп.	<i>шт.</i>	1,44	1,73
Шпала дерев'яна просочена 1А	<i>шт.</i>	254,17	305,00
Шпала дерев'яна просочена 1Б	<i>шт.</i>	250,19	300,23

Продовження таблиці А.6

1	2	3	4
Шпала дерев'яна просочена 3А	<i>шт.</i>	55,28	66,34
Шпала СБ - 3	<i>шт.</i>	310,00	372,00
Шпала СБ – 3, Р – 50, Р - 65	<i>шт.</i>	281,33	337,60
Шпали дерев'яні б/у	<i>шт.</i>	25,00	30,00
Шпали залізобетонні 40 стр.	<i>шт.</i>	42,50	51,00
Шпали залізобетонні 44 стр.	<i>шт.</i>	56,67	68,00
Шурупи колійні 16x16x165	<i>т</i>	15347,83	18417,4
Шурупи колійні 24x150	<i>т</i>	15037,50	18045,00
Щебінь 10 - 20	<i>м³</i>	14,20	17,04
Щебінь 20 – 40 ККУ	<i>м³</i>	21,00	25,20
Пісок	<i>т</i>	2,80	3,36
Підкладки Д - 65	<i>т</i>	3593	4311,60
Підкладки КБ – 50 і КБ – 65, КД - 65	<i>т</i>	6583,33	7900
Підкладки КБЛ - 65	<i>т</i>	9523,36	11428,04
Підкладки СКД – 65 - Б	<i>шт.</i>	137,50	165,00
Підкладки СКД – 65 - Б	<i>шт.</i>	312,50	375,00
Клема пружинна КП - 1	<i>шт.</i>	10,64	12,77
Клема пружинна КП - 12	<i>шт.</i>	8,20	9,84
Клема проміжна	<i>тн.</i>	5658,33	6790,00

Клема пружинна КП - 5	<i>шт/т</i>	17,10/4123,00	21,00/4947,60
Болти клемні	<i>тн.</i>	15516,67	18620,00
Вкладиш ВІП - 65	<i>шт.</i>	7,33	8,8
Гайка спір. пруж. (М27)	<i>шт.</i>	6,83	4,25
Вкладиш СБ - 3	<i>шт.</i>	2,97	3,56
Втулка КБ	<i>шт.</i>	2,75	3,3
Втулка ВІП - 65	<i>шт.</i>	7,33	8,8
Прокладка Д - 65	<i>шт.</i>	5,46	6,55
Прокладка нашпальна ЦП – 328 під КБ	<i>шт.</i>	11,92	14,3

Продовження таблиці А.6

Прокладка підрейкова ОП - 356	<i>шт.</i>	4,58	5,5
Прокладка ПРБ - 1	<i>шт.</i>	2,23	2,68
Прокладка ПРП – 2.1	<i>шт.</i>	18,33	22,00
Прокладка ПРП – 2.4	<i>шт.</i>	8,25	9,90
Прокладка СБ - 3	<i>шт.</i>	3,22	3,86
Прокладка під рейку Р – 50 ПРП – 2,5	<i>шт.</i>	11,00	13,20
Прокладка ПРЦП – 4 Р - 65	<i>шт.</i>	4,17	5,00
Костилі колійні	<i>т</i>	13136,00	15763,20
Протиугони пружні Р - 65	<i>т</i>	12500,00	15000,00
Протиугони пружні Р - 50	<i>т</i>	12300,00	14760,00
Протиугони пружні ПП - 50	<i>т</i>	9500	8902
Протиугони пружні ППП - 65	<i>т</i>	12500,00	15000,00
Пружина КП – 5.2	<i>шт.</i>	17,10	20,52

Таблиця 1.2 – Розрахунки середньорічних обсягів ремонтів на ділянках

Ділянка	Вантажонапруженість, млн ткм брутто / км за рік	коліїКонструкція	Характеристика рейок	Вид ремонту	Періодичність ремонтів, млн т брутто (рр.)	Довжина ділянки $\ell_{дільн}$, км	Міжремонтний термін $T_{рj}$, рр.	Середньорічний обсяг ремонту b_j , км/р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		ЛД						
2		БЗ						
3		ЛД						
4		БЗ						
5		ЛД						
6		БЗ						
7		ЛД						
8		БЗ						
9		ЛД						
10		БЗ						
								$L_p = \sum b_j = \quad ,$ у тому числі $L_{КМС()} = \quad \text{км} / \text{р.}$ $L_{КМС()} = \quad \text{км} / \text{р.}$

Таблиця 3.4 – Сумарні витрати за варіантами

Роки вого періоду розрахунко-	Одноразові витрати на ремонти по роках, тис. грн/км		Експлуатаційні витрати по роках розрахункового періоду, тис. грн/км р.		Сумарні витрати за варіантами, тис. грн/км		Перевищення витрат, тис. грн/км	
	1-й варіант	2-й варіант	1-й варіант	2-й варіант	1-й варіант	2-й варіант	1-й варіант	2-й варіант
	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9

--	--	--	--	--	--	--	--	--

Таблиця А.3 – Диференційовані норми витрат праці на поточне утримання головних і приймально-відправних колій (люд на рік на 1 км розгорнутої довжини колії)

Вантажо-напруженість, млн т бруто на 1 км за рік	Ланкова колія, рейки Р65 довжиною 25 м, шпали дерев'яні, баласт щебеневий					Безстикова колія, рейки Р65, шпали залізобетонні, баласт щебеневий				
	Швидкість: пасажирських поїздів – чисельник; вантажних – знаменник, км/год									
	<u>121-140</u> >80	<u>101-120</u> 71-80	<u>81-100</u> 61-70	<u>61-80</u> 51-60	<u>≤ 40</u> головні і пр.-відпр.	<u>121-140</u> >80	<u>101-120</u> 71-80	<u>81-100</u> 61-70	<u>61-80</u> 51-60	<u>≤ 40</u> головні і пр.-відпр.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6,0	0,399	0,395	0,389	0,383	0,374	0,359	0,355	0,347	0,341	0,334
9,0	0,424	0,418	0,410	0,400	0,389	0,388	0,382	0,372	0,367	0,356
12,0	0,447	0,437	0,429	0,417	0,402	0,416	0,402	0,395	0,385	0,371
15,0	0,470	0,455	0,477	0,434	0,416	0,492	0,420	0,418	0,401	0,381
18,0	0,491	0,474	0,465	0,450	0,428	0,468	0,446	0,438	0,419	0,395
21,0	0,513	0,493	0,483	0,466	0,441	0,493	0,472	0,459	0,437	0,410
24,0	0,534	0,513	0,501	0,482	0,453	0,516	0,497	0,479	0,454	0,424
27,0	0,554	0,532	0,514	0,497	0,465	0,539	0,516	0,493	0,470	0,438
30,0	0,638	0,550	0,526	0,511	0,477	0,563	0,533	0,506	0,487	0,452
33,0	0,594	0,567	0,541	0,526	0,489	0,584	0,552	0,523	0,502	0,464
36,0	0,614	0,585	0,556	0,539	0,500	0,606	0,572	0,540	0,518	0,477
39,0	0,634	0,602	0,572	0,554	0,512	0,627	0,590	0,557	0,534	0,490
42,0	0,652	0,618	0,587	0,567	0,523	0,648	0,609	0,573	0,549	0,502
45,0	0,670	0,635	0,601	0,581	0,534	0,669	0,627	0,590	0,564	0,514

Примітки

1 Якщо швидкості пасажирських і вантажних поїздів, зазначені у відповідних колонках, не збігаються, то за розрахункову приймати швидкість вантажних поїздів.

2 Вантажонапруженість приймально – відправних колій визначається за більшою вантажонапруженістю прилеглих до них колій.

3 Якщо вантажонапруженість ділянки колії не збігається з наведеною у таблиці, то норми визначаються методом інтерполяції.

