

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**Український державний університет  
науки і технологій**

---

Кафедра «Транспортна інфраструктура»

**АСУ В ЗАЛІЗНИЧНОМУ ГОСПОДАРСТВІ**

Методичні рекомендації до проведення практичних занять

*Для студентів спеціальності 273 «Залізничний транспорт» ОПП «Залізничні споруди та колійне господарство» денної та заочної форм навчання*

Електронний аналог  
друкованого видання

Дніпро 2022

УДК 625.1:004

Укладачі:

М. А. Арбузов, доц.,  
О. М. Патласов, доц.,  
В. В. Савицький, асистент

Експерти:

О. Л. Тютюкін, д-р техн. наук,  
Д. М. Курган, д-р техн. наук

Рекомендовано МК ННЦ «ОБД» (протокол № 2 від 07.11.2022).

Зареєстровано НМВ УДУНТ (№ 582 від 06.12.2022)

АСУ в залізничному господарстві: методичні рекомендації до проведення практичних занять / уклад.: М. А. Арбузов, О. М. Патласов, В. В. Савицький; Укр. держ. ун-т науки і технологій. – Дніпро: УДУНТ, 2022. – 30 с.

У методичних рекомендаціях розглянуто основи роботи з програмними продуктами загального та спеціального призначення в колійному господарстві.

Іл.16. Табл.7. Бібліогр.: 4 назви

© Арбузов М. А. та ін., укладання, 2022

© Укр. держ. ун-т науки і технологій, 2022

## ЗМІСТ

<b>ПЕРЕДМОВА.....</b>	<b>4</b>
<b>ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 1, 2</b>	
<b>    ФОРМУВАННЯ МАСШТАБНОГО ПЛАНУ СТАНЦІЇ.     СКЛАДАННЯ ЕКСПЛІКАЦІЙ КОЛІЙ І СТІЛОЧНИХ ПЕРЕВОДІВ     СТАНЦІЇ.....</b>	<b>4</b>
<b>ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 3, 4</b>	
<b>    РОЗРАХУНОК ПІДВИЩЕННЯ ЗОВНІШНЬОЇ РЕЙКИ В КРИВИХ ЗА     РІЗНИМИ КРИТЕРІЯМИ. ВИЗНАЧЕННЯ РЕКОМЕНДОВАНОГО     ПІДВИЩЕННЯ РЕЙКИ ТА ШВИДКОСТІ РУХУ .....</b>	<b>9</b>
<b>ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 5, 6</b>	
<b>    РОЗРАХУНОК ВИПРАВКИ КРИВОЇ В ПЛАНІ .....</b>	<b>15</b>
<b>ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 7, 8</b>	
<b>    РОЗРАХУНОК ПЕРЕСУВАННЯ РЕЙОК ПРИ РОЗГОНЦІ ТА     РЕГУЛЮВАННІ ЗАЗОРІВ .....</b>	<b>23</b>
<b>СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....</b>	<b>29</b>

## ПЕРЕДМОВА

Методичні рекомендації до курсу «АСУ в залізничному господарстві» призначені для студентів денної та заочної форми навчання по спеціальності 273 «Залізничний транспорт». Дисципліна регламентує вивчення автоматизованих систем управління як в колійному господарстві, так і на залізниці в цілому, вивчення методик автоматизації процесів керування, раціонального управління та прийняття оптимальних рішень.

АСУ в залізничному господарстві використовується в автоматизованих системах збору та аналізу інформації про поточний стан залізничної колії і всіх штучних споруд, а також у веденні моніторингу стану колії, що дозволяє: здійснювати професійну діяльність використовуючи інформаційні технології, «Інформаційні бази даних», системи навігації, Internet-ресурси та сучасні програмні засоби, розробляти проєктно-конструкторську та технологічну документацію зі створення, експлуатації, ремонту та обслуговування об'єктів залізничної колії, її систем та елементів використовуючи спеціалізовані сучасні програмні засоби. Знання про нові інформаційні технології та їх практичне використання роблять галузь сучасною та актуальною.

## ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 1, 2


### ФОРМУВАННЯ МАСШТАБНОГО ПЛАНУ СТАНЦІЇ. СКЛАДАННЯ ЕКСПЛІКАЦІЙ КОЛІЙ І СТІЛОЧНИХ ПЕРЕВОДІВ СТАНЦІЇ

**Мета заняття:** отримати навички роботи з системами автоматизованих проєктних робіт. На прикладі складання плану станції отримати навички роботи у середовищі автоматизованих систем проєктування AutoCAD.

**Завдання:** за допомогою автоматизованої систем проєктування AutoCAD побудувати план станції.


### Теоретичні відомості

Одним з перспективних та широко використовуваних програмних продуктів, що дозволяє створювати рисунки у векторній графіці, є AutoCAD. У середовищі AutoCAD використовуються такі примітиви: відрізок, пряма, полілінія, багатокутник, прямокутник, дуга, коло, хмара, сплайн, еліпс, еліптична дуга, точка.


Команда «Відрізок» викликається з панелі інструментів натисканням  або в меню команд «Рисунання» – «Відрізок». Введення команди: «Перша точка» – показати точку або в командному рядку ввести її координати,


натиснути ENTER; «Наступна точка» – показати точку або в командному рядку ввести її координати та натиснути ENTER. Для закінчення вводу натиснути ENTER або Escape.


Опції дозволяють побудувати примітив за певних заданих умов. Опції прописуються в командному рядку через похилу лінію «/» і містять велику літеру. Натискання на клавіатурі певної літери викликає відповідну опцію. При роботі з опціями необхідно керуватися діалоговими підказками командного рядка.


Команда «Дуга» викликається з панелі інструментів натисканням  або в меню команд «Рисування» – «Дуга». Введення команди: показати початкову точку дуги; показати кінцеву точку дуги – в командному рядку набрати «К», натиснути ENTER та показати точку; ввести радіус – в командному рядку набрати «Р», натиснути ENTER, ввести його величину, натиснути ENTER.

Над примітивами виконуються такі операції як: стирання, копіювання, дзеркальне відображення, подоба, масив, перенесення, повертання, масштабування, розтягування, фаска, спряження.


Стирання викликається з панелі редагування натисканням  або в меню команд «Редагувати» – «Стерти». Введення команди: виділити необхідні об'єкти, викликати команду «Стерти».


Копіювання викликається з панелі редагування натисканням  або в меню команд «Редагувати» – «Копіювати». Введення команди: виділити необхідні об'єкти; викликати команду «Копіювати»; вказати «Базову точку» – показати точку, або в командному рядку ввести її координати, натиснути ENTER або вибрати опцію; вказати другу точку переміщення копії; для закінчення вводу натиснути ENTER або Escape.

Дзеркальне відображення викликається з панелі редагування натисканням  або в меню команд «Редагувати» – «Дзеркальне відображення». Введення команди: виділити необхідні об'єкти; викликати команду «Дзеркальне відображення»; вказати «Першу точку осі відображення» – показати точку або в командному рядку ввести її координати, натиснути ENTER; вказати «Другу точку осі відображення» – показати точку або в командному рядку ввести її координати, натиснути ENTER; щоб залишити вихідний об'єкт, натиснути ENTER; щоб видалити вихідний об'єкт, натиснути «Д», потім ENTER.

Перенесення викликається з панелі редагування натисканням  або в меню команд «Редагувати» – «Перенести». Введення команди: виділити необхідні об'єкти; викликати команду «Перенести»; вказати «Базову точку» – показати точку або в командному рядку ввести її координати, натиснути ENTER; вказати другу точку переміщення об'єкта.


Розмірні лінії на кресленнях дозволяють його читати та розуміти. Вертикальні та горизонтальні розмірні лінії викликається з панелі розмірів

натисканням  або в меню команд «Розміри» – «Лінійний». Введення команди: викликати команду «Лінійний»; вказати початок першої виносної лінії; вказати початок другої виносної лінії; вказати положення розмірної лінії курсором або в опціях командного рядка.

Радіус викликається з панелі розмірів натисканням  або в меню команд «Розміри» – «Радіус»; вибрати дугу або коло; вказати положення розмірної лінії.

Змінити тип ліній можна в меню «Формат» – «Типи ліній». Змінити товщину ліній можна в меню «Формат» – «Ваги ліній».

Для контролю та зміни властивостей примітивів необхідно викликати діалогове вікно «Властивості»: меню команд "Редагувати" – "Властивості".

Команда «Текст» викликається з панелі інструментів натисканням  або в меню команд «Рисування» – «Текст». Введення команди: «Перший кут» – показати точку або в командному рядку ввести його координати, натиснути ENTER; «Протилежний кут» – показати точку або в командному рядку ввести його координати, натиснути ENTER або вибрати опцію; ввести текст. Для закінчення вводу натиснути Ctrl+ENTER.

### Завдання для самоконтролю

1. На рис. 1 показана схема колійного розвитку станції з координатами стрілочних переводів, сигналів та будівель. Також вказано номери колій та міжколійні відстані. За допомогою примітивів AutoCAD накреслити в масштабі 1:1000 план станції. Стрілочні переводи №2, 4, 7, 9 марки 1/11, інші – 1/9. Радіус кривих підібрати графічно.
2. До експлікацій колій і стрілочних переводів станції відносять: відомість залізничних колій, відомість кривих та відомість стрілочних переводів, приклади яких показано на рис. 2. Відповідно до плану станції скласти відомості та зобразити біля плану станції.
3. Окреслити отримане зображення прямокутником, одна сторона якого відповідає встановленому формату, і в нижньому правому кутку розмістити інформаційну сітку (рис. 3).
4. Умовні позначки на схемі:

 стрілочний перевід, обладнаний пристроями електричної централізації;

 стрілочний перевід з ручним керуванням;

 мачтовий світлофор;

 карликовий світлофор.

Спеціалізація напрямків руху:

 для пасажирських і вантажних поїздів;

 для пасажирських поїздів;

 для вантажних поїздів;

 електрифіковані колії.







**Відомість залізничних колій**

№ колії	Назва колії	Межа колії			Довжина колії, м			
		Від СП	Через СП	До СП або упору	Повна, м	Кривих, м	Корисна	
							Мені, від – до	Довжина, м
<b>ст. Заводська</b>								
15	З'єднувальна	Вістряк СП110	-	Межа ПК	327,08	117,78	ГС110 - Межа ПК	275,74
16	Виставочна	СРР СП110	112, 61	Межа ПК	1050,00	193,92	ГС110 - СРР112 ГС112 - ГС61	264,07 504,07
17	Виставочна	Вістряк СП61	-	Вістряк СП112	637,05	148,29	ГС61 - ГС112	504,8
<b>ст. Новозаводська</b>								
45	З'єднувальна колія	СРР СП5	1	Вістряк СП110	1156,07	374,36	СРР5 - Сиг. М3 Сиг. М1 - СРР110	148,65 861,15

**Відомість стрілочних переводів**

№	Тип рейки	Марка хрестовини	Сторонність	Матеріал	Хрестовина
<b>ст. Заводська</b>					
61	Р65	1/9	ліво	дерево	цільнолита
110	Р50	1/9	право	дерево	збірнорейкова
112	Р50	1/9	право	дерево	збірнорейкова
<b>ст. Новозаводська</b>					
1	Р65	1/9	ліво	дерево	цільнолита

**Відомість кривих**

№	Прив'язка кривої		Радіус, м	Довжина кривої, м	Тангенс кривої, м	Кут повороту, ° ' "
	початок	кінець				
ст. Заводська						
КР 1510	ПК 0+35,52	ПК 0+56,99	300,00	21,47	10,74	4° 06' 02"
КР 1511	ПК 1+12,13	ПК 1+44,85	500,00	32,72	16,37	3° 44' 58"
КР 1512	ПК 2+40,71	ПК 3+4,30	500,00	63,59	31,84	7° 17' 13"
КР 1610	ПК 0+19,68	ПК 0+51,00	300,00	31,32	15,67	5° 58' 54"
КР 1611	ПК 2+51,41	ПК 2+81,23	300,00	29,82	14,92	5° 41' 43"
КР 1612	ПК 4+88,92	ПК 5+79,43	800,00	90,51	45,30	6° 28' 56"
КР 1613	ПК 9+76,67	ПК 10+18,94	500,00	42,27	21,15	4° 50' 38"
КР 1710	ПК 0+11,04	ПК 0+47,52	300,00	36,48	18,26	6° 58' 02"
КР 1711	ПК 3+31,94	ПК 4+10,47	700,00	78,53	39,31	6° 25' 40"
КР 1712	ПК 5+38,61	ПК 5+71,89	300,00	33,28	16,66	6° 21' 22"
ст. Новозаводська						
КР 7	ПК 0+31,36	ПК 1+18,93	210,00	87,57	44,43	23° 53' 32"
КР 8	ПК 1+45,40	ПК 2+4,64	250,00	59,24	29,76	13° 34' 37"
КР 9	ПК 7+95,40	ПК 10+22,95	300,00	227,55	119,56	43° 27' 32"

**Рис. 2. Експлікація колій і стрілочних переводів**

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				
ГП.									
Нач. відділу									
Норм. Контр.									
Перевірюв									
Розробив									
Комп'ютер									
						План колійного розвитку станції _____	Стадія	Аркуш	Аркушів
								1	1
						М 1:1000	Назва організації _____		
							Місто _____		
							Рік _____		

**Рис. 3. Інформаційний куток при оформленні креслення**

## ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 3, 4

### РОЗРАХУНОК ПІДВИЩЕННЯ ЗОВНІШНЬОЇ РЕЙКИ В КРИВИХ ЗА РІЗНИМИ КРИТЕРІЯМИ. ВИЗНАЧЕННЯ РЕКОМЕНДОВАНОГО ПІДВИЩЕННЯ РЕЙКИ ТА ШВИДКОСТІ РУХУ

**Мета заняття:** набути знання з вирішення інженерних задач колійного господарства за допомогою сучасного програмного забезпечення загального призначення на прикладі задачі визначення величини підвищення зовнішньої рейки.

**Завдання:** за допомогою програмних продуктів загального призначення вирішити задачі з визначення рекомендованого підвищення зовнішньої рейки та допустимих швидкостей руху в кривих.

#### Теоретичні відомості

У кривих ділянках колії при радіусах 4000 м і менше влаштовується підвищення зовнішньої рейкової нитки.

Підвищення зовнішньої рейки у кривих визначається в першу чергу за умови рівномірності завантаження обох рейкових ниток за формулою:

$$h_p = 12,5 \frac{V_{cp}^2}{R}, \quad (1)$$

де  $h_p$  – розрахункове підвищення, мм;

$R$  – радіус кривої, м;

$V_{cp}$  – середньовиважена квадратична швидкість руху поїздів (км/год), що визначається за фактичною швидкістю руху поїздів всіх категорій, які рухаються на даній кривій.

Швидкості поїздів, що проходять по кривій, визначаються за даними швидкостемірів. Середньовиважена квадратична швидкість визначається за формулою:

$$V_{cp} = \sqrt{\frac{n_1 Q_1 V_1^2 + n_2 Q_2 V_2^2 + \dots + n_i Q_i V_i^2}{n_1 Q_1 + n_2 Q_2 + \dots + n_i Q_i}}, \quad (2)$$

де  $Q_1, Q_2, \dots, Q_i$  – маса поїздів певної категорії, т;

$n_1, n_2, \dots, n_i$  – кількість поїздів певної категорії;

$V_1, V_2, \dots, V_i$  – швидкість поїздів певної категорії, км/год;

$i$  – категорія поїзда (вантажні, пасажирські, швидкісні, збірні).

Розрахункова величина підвищення повинна бути перевірена:

– за умови недопущення впливу на пасажирів понад нормативних непогашених відцентрових прискорень (за умови комфортабельності їзди пасажирів) за формулою:

$$h_{\min .nac} = 12,5 \frac{V_{\max .nac}^2}{R} - 115, \quad (3)$$

– за умови недопущення перевантаження зовнішньої рейки вантажними поїздами за формулою:

$$h_{\min .вант} = 12,5 \frac{V_{\max .вант}^2}{R} - 49, \quad (4)$$

– за умови недопущення перевантаження вантажними поїздами внутрішньої рейки при русі зі швидкостями нижче середньовиваженої квадратичної за формулою:

$$h_{\max} = 12,5 \frac{V_{\min .вант}^2}{R} + 49. \quad (5)$$

У наведених формулах:

$h_{\min .nac}$  і  $h_{\min .вант}$  – мінімальні підвищення зовнішньої рейки, при яких у даній кривій можлива реалізація необхідної максимальної швидкості руху без порушення комфортабельності їзди пасажирів та без перевантаження зовнішньої рейки вантажними поїздами, мм;

$h_{\max}$  – максимальне підвищення, при якому забезпечується робота внутрішньої нитки без перевантаження при русі вантажних поїздів, мм;

$V_{\max .nac}$  і  $V_{\max .вант}$  – максимальні швидкості, що розвиваються пасажирськими та вантажними поїздами на даній кривій, км/год;

115 мм і 49 мм – величини максимального недопідвищення, розраховані за умовою неперевикнення допустимого непогашеного прискорення відповідно для пасажирських поїздів  $a_{нп.дон} = 0,7 \text{ м/с}^2$  і вантажних поїздів  $a_{нп.дон} = 0,3 \text{ м/с}^2$ ;

$V_{\min .вант}$  – мінімальна швидкість вантажних поїздів, км/год;

49 мм – величина максимального перепідвищення, розрахованого за умови неперевикнення встановленої норми непогашеного прискорення  $a_{нп.дон} = -0,3 \text{ м/с}^2$ .

При визначенні підвищення з використанням тягових розрахунків мінімальна швидкість може бути визначена за допомогою коефіцієнта  $k_2$ , як частина від середньозваженої швидкості:

$$V_{\min.вент} = k_2 V_{cp}. \quad (6)$$

Коефіцієнт  $k_2$  залежить від місця розташування кривої і ряду експлуатаційних умов. Значення його приймається від 0,4 до 0,85. Менше значення відноситься до зон станцій, більше – до основної частини перегонів.

З розрахованих за формулами (1), (3), (4), (5) підвищень, вибирається значення, яке рекомендується для встановлення в колії  $h_{рек}$ . Воно округлюється до значення кратного 5 мм. Це підвищення повинно дорівнювати розрахунковому, визначеному за формулою (1), або відрізнятись від нього не більше ніж на величину  $\Delta h$ , яка в сучасних умовах експлуатації не перевищує 25-35 мм.

Рекомендуватися буде в якості  $h_{рек}$  розрахункове  $h_p$ , якщо виконується рівність  $h_{\min.пас} < h_p < h_{\max}$ .

Підвищення, що рекомендується, не повинне бути меншим за мінімальні значення, одержані за формулами (3) і (4). Так як значення отримані за формулою (4) в основному менші за значення отримані за формулою (3), то в якості мінімального підвищення розглядається  $h_{\min.пас}$ . Якщо  $h_p < h_{\min.пас}$  і різниця між ними буде більше допустимої величини  $\Delta h$ , то розрахункове підвищення збільшують на  $\Delta h$  та обмежують максимальну швидкість руху поїздів, а коли різниця менше  $\Delta h$ , то в якості  $h_{рек}$  приймають  $h_{\min.пас}$  без обмеження максимальної швидкості.

Якщо підвищення отримані за формулами (1), (3), (4), більші за максимальне підвищення  $h_{\max}$ , тобто  $h_{\min.пас} > h_{\max}$ , то рекомендується приймати в якості рекомендованого підвищення максимальне, тобто  $h_{рек} = h_{\max}$ . В цьому випадку необхідно обмежувати максимальну швидкість руху.

Допустимі швидкості руху поїздів у кривих встановлюються, виходячи з умови неперевикнення норм допустимих непогашених прискорень при існуючих параметрах колії. У розрахунках допустиме непогашене прискорення для пасажирських поїздів за умови комфортабельності їзди пасажирів приймається  $0,7 \text{ м/с}^2$ . Допустиме значення непогашеного прискорення для вантажних поїздів за умови техніко-економічних показників приймається  $-0,3 \text{ м/с}^2$  та  $0,3 \text{ м/с}^2$ .

Допустима швидкість у кругових кривих за умови неперевикнення норм допустимих прискорень визначається за формулою:

$$V = 3,6 \sqrt{R([\alpha_{нп}] + 0,00613h)}, \quad (7)$$

де  $R$  – фактичний радіус кривої, м;

$h$  – фактичне підвищення зовнішньої рейки, мм;

$[\alpha_{нп}]$  – допустиме непогашене прискорення для відповідних категорій поїздів,  $\text{м/с}^2$ .

## Завдання для самоконтролю

1. Створити файл електронної таблиці Microsoft Office Excel. Відкрити створений файл. На закладці Лист 1, починаючи з клітинки A1, набрати заголовок таблиці, що поданий в табл. 1 (рядок 1), та ввести радіуси кривих (стовпець A). В рядок 2 ввести середньовиважені швидкості руху поїздів (табл. 1). По формулі (1) порахувати розрахункове підвищення зовнішньої рейки. Незалежно від радіуса кривої підвищення зовнішньої рейкової нитки не повинне перевищувати 150 мм. Підвищення, одержане за формулою (1), округлюється до величини, кратної 5 мм, у ближчий бік. Для організації автоматичного округлення необхідно дослідити та застосувати одну з функцій: ОКРУГЛ(;), ОКРВВЕРХ(;), ОКРВНИЗ(;), ОКРУГЛВВЕРХ(;), ОКРУГЛВНИЗ(;), ОКРУГЛТ(;). При автоматичному розповсюдженні формули для заборони зміни індексу адреси клітинки перед відповідними індексами необхідно ставити знак \$. Необхідно так розставити знак \$, щоб формула з клітинки B3 розповсюджувалася на всю таблицю. Для того, щоб в таблиці не відображались значення більше за 150 мм, використовують функцію ЯКЩО(;;) за наступним правописом: =ЯКЩО (B3>150;"-";B3). В такий же спосіб можна обмежити відображення значень менше 10 мм. В правописі функції ЯКЩО(;;) після відкритої дужки пишеться умова логічного виразу, після крапки з комою пишеться вираз, що буде діяти у випадку позитивного виконання заданого логічного виразу, після другої крапки з комою пишеться вираз, що буде діяти у випадку невиконання заданого логічного виразу. Вираз в лапках "-" є текстова інформація, яку сприймає функція до виконання. Якщо текстову інформацію не поставити в лапки, відбудеться помилка.

2. На закладці Лист 2 за вихідними даними (табл. 2) за формулою (2) порахувати середньовиважену швидкість руху поїздів. Корінь з числа добувається використанням функції КОРІНЬ( ) або піднесенням до степеня 0,5. Оператор піднесення до степеня ^ викликається шляхом одночасного натискання кнопок Shift+6 при англійській розкладці клавіатури.

3. Розрахувати підвищення зовнішньої рейки за формулами (1), (3), (4), (5) для всього діапазону радіусів кривих (стовпець A табл. 1). За отриманими даними побудувати графік залежності підвищення зовнішньої рейки від радіусу кривої (рис. 4). Для цього вибрати: Вставка – Діаграми – Точкова.

4. Дослідити логіку власних думок з визначення рекомендованого підвищення. Занотувати. Перевести власну логіку на машинну логіку для автоматизації процесу прийняття рішень. Для цього необхідно для кожного радіусу створити в одній відповідній клітинці формулу по визначенню рекомендованого підвищення зовнішньої рейки, використовуючи функцію ЯКЩО(;;) декілька разів в середині самої себе.

5. За необхідності при певних радіусах кривих за формулою (7) розрахувати максимально допустиму швидкість руху пасажирських поїздів. При цьому в якості

підвищення зовнішньої рейки  $h$  приймати рекомендоване  $h_{рек}$ . Корінь з числа добувається використанням функції КОРІНЬ( ) або піднесенням до степеня 0,5. Оператор піднесення до степеня ^ викликається шляхом одночасного натискання кнопок Shift+6 при англійській розкладці клавіатури.

Таблица 1

Підвищення зовнішньої рейки в кривих, мм

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
1	Радіус	Середньовиважені швидкості руху поїздів, км/год																				
2	кривої, м	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
3	200	25	40	55	75	100	125	150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	250	20	30	45	65	80	100	125	150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	300	15	25	40	50	65	85	105	125	150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	350	15	20	35	45	55	70	90	110	130	150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	400	10	20	30	40	50	65	80	95	110	130	150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	450	10	15	25	35	45	55	70	85	100	115	135	150	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	500	10	15	25	30	40	50	60	75	90	105	120	140	150	-	-	-	-	-	-	-	-
10	550	10	15	20	30	35	45	55	70	80	95	110	130	145	-	-	-	-	-	-	-	-
11	600	10	15	20	25	35	40	50	60	75	90	100	115	135	150	-	-	-	-	-	-	-
12	650	10	10	15	25	30	40	50	60	70	80	95	110	125	140	150	-	-	-	-	-	-
13	700	10	10	15	20	30	35	45	55	65	75	90	100	115	130	154	150	-	-	-	-	-
14	750	10	10	15	20	25	35	40	50	60	70	80	95	100	120	135	150	-	-	-	-	-
15	800	10	10	15	20	25	30	40	45	55	65	75	90	100	115	125	140	150	-	-	-	-
16	900	10	10	15	15	20	30	35	40	50	60	70	80	90	100	115	125	140	150	-	-	-
17	1000	10	10	10	15	20	25	30	40	45	55	60	70	80	90	100	115	125	140	150	-	-
18	1200	-	10	10	15	15	20	25	30	40	45	50	60	65	75	85	95	105	115	125	140	150
19	1400	-	10	10	10	15	20	20	25	30	40	45	50	55	65	70	80	90	100	110	120	130
20	1600	-	-	-	-	15	15	20	25	30	35	40	45	50	55	65	70	80	85	95	105	115
21	1800	-	-	-	-	10	15	15	20	25	30	35	40	45	50	55	65	70	75	85	90	100
22	2000	-	-	-	-	10	15	15	20	20	25	30	35	40	45	50	55	65	70	75	85	90
23	3000	-	-	-	-	-	10	10	15	15	20	20	25	25	30	35	40	40	45	50	55	60
24	4000	-	-	-	-	-	-	10	10	10	15	15	20	20	25	25	30	30	35	40	40	45

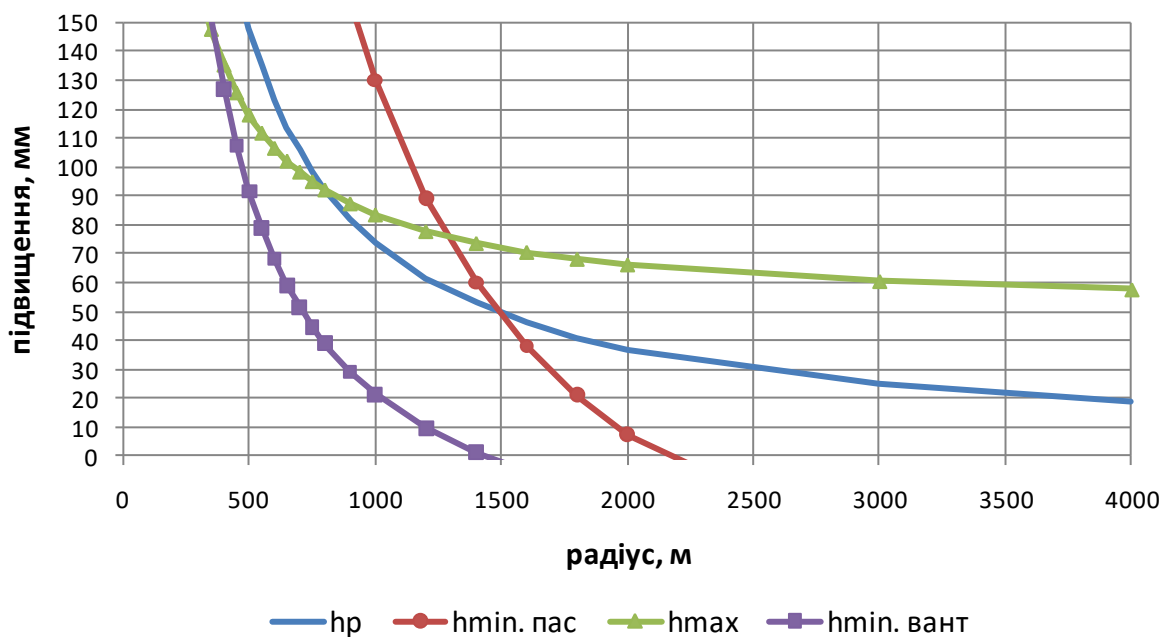


Рис. 4. Залежність підвищення зовнішньої рейки від радіусу кривої

## Вихідні дані до практичних робіт 3, 4

варіант	Кількість пар поїздів				Вага поїздів, т				Швидкість руху поїздів, км/год			
	вантажних	пасажирських	швидкісних	збірних	вантажних	пасажирських	швидкісних	збірних	вантажних	пасажирських	швидкісних	збірних
1	30	5	2	3	3600	900	750	1000	75	100	140	60
2	29	6	3	2	3500	925	800	1100	70	100	130	65
3	28	7	4	1	3400	950	850	1200	75	100	130	70
4	27	8	1	2	3300	975	975	1300	80	100	125	65
5	26	9	2	3	3200	1000	850	1400	75	100	120	60
6	25	10	3	2	3100	1025	800	1500	70	95	120	55
7	24	11	4	1	3000	1050	750	1600	75	90	140	60
8	23	12	1	2	4900	1075	800	1700	80	95	130	65
9	22	13	2	3	4800	1100	825	1800	80	100	130	70
10	21	14	3	2	4700	1125	850	1900	75	95	100	65
11	20	15	4	1	4600	1150	875	2000	70	90	100	65
12	19	16	5	2	4500	1175	900	2100	70	90	120	70
13	18	17	1	3	4400	1200	925	2200	75	100	130	70
14	17	8	2	2	4300	1225	900	2360	80	100	140	75
15	16	9	3	1	4200	1250	875	2100	80	95	130	75
16	15	10	4	2	4250	900	850	2150	75	90	100	70
17	30	11	1	3	4350	925	825	2000	80	95	120	65
18	29	12	2	2	4450	950	800	1900	70	100	125	60
19	28	13	3	1	4550	975	775	1800	75	100	130	65
20	27	14	4	2	4650	1000	750	1700	80	95	110	60
21	26	15	5	3	4750	1025	775	1600	75	90	110	65
22	25	16	1	2	4850	1050	800	1500	70	95	110	70
23	24	14	2	1	4950	1075	825	1450	70	100	100	75
24	23	12	3	2	3050	1100	850	1400	75	95	125	60
25	22	10	4	3	3150	1125	875	1350	80	90	120	60

## ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 5, 6

## РОЗРАХУНОК ВИПРАВКИ КРИВОЇ В ПЛАНІ

**Мета заняття:** набути знання з автоматизованих систем розрахунку виправки кривої в плані.

**Завдання:** за допомогою програмних продуктів спеціального призначення визначити параметри необхідних горизонтальних переміщень для виправки кривої в плані, а також навчитися створювати власні алгоритми.

## Теоретичні відомості

В практиці інженерів колійного господарства часто виникає задача розрахунку виправки кривої в плані. Вихідними даними є результати натурної зйомки кривої. Крива та підходи до неї розбиваються на відрізки

довжиною 5 м – при радіусі кривої 400 м і менше, або на відрізки довжиною 10 м – при радіусі кривої більше 400 м [2].

Границі відрізків є розрахунковими точками, в яких визначають необхідні поперечні зміщення колії для постановки її в правильне положення. Розрахункові точки позначають цифрами 0, 1, 2, 3..., n. В кожній точці на рівні 13 мм від поверхні катання визначають стрілку вигину зовнішньої рейкової нитки, яка вимірюється від робочої грані до хорди. Довжина хорди може бути 10 м, або 20 м. Результати вимірювань заносяться у другу колонку таблиці розрахунку виправки кривої (табл. 3). За даними вимірів  $h_i$  будується графік натурних стріл (рис. 5) в масштабі 1:1 по вертикалі. Горизонтальний масштаб графіка довільний [4].

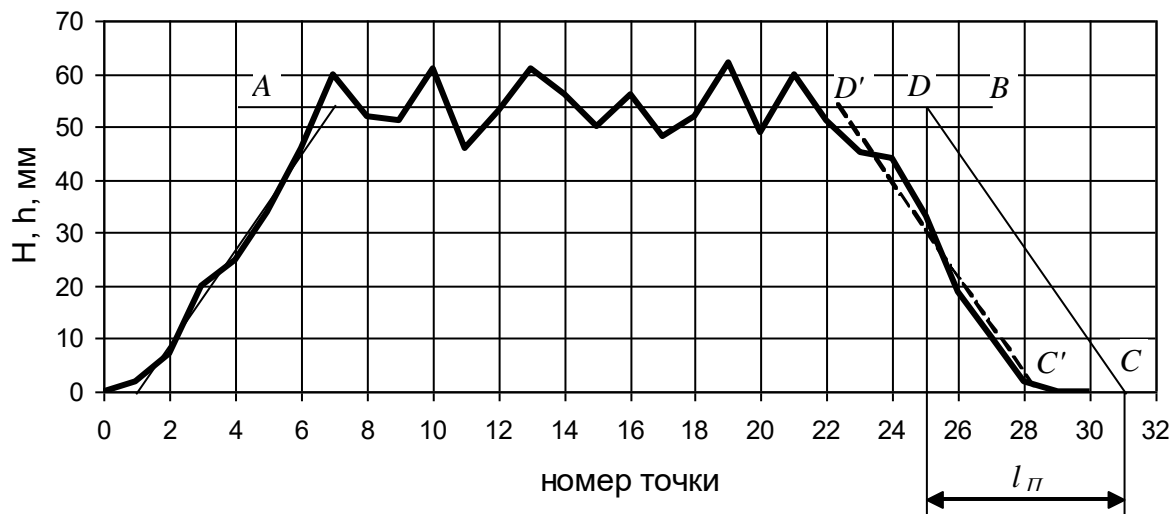


Рис. 5. Графік стріл вигину кривої

Аналізуючи графік натурних стріл можна встановити межі перехідних кривих та кількість радіусів кругових кривих. Радіус кругової кривої визначається за формулою:

$$R = \frac{1000l^2}{8h_{\text{сер}}}, \quad (8)$$

де  $l$  – довжина хорди, м;

$h_{\text{сер}}$  – середня величина стріли вигину кругової кривої, мм.

Потім на графіку намічають проєктне положення кривої. Для цього в межах кругової кривої знаходять середню стрілу вигину  $h_{\text{сер}}$  і проводять лінію, паралельну осі абсцис (див. рис. 5, лінія AB).

Далі із довільної точки C на осі абсцис відкладають довжину перехідної кривої  $l_{\text{П}}$  і відмічають на лінії AB точку D напроти кінця відрізка  $l_{\text{П}}$ . З'єднують точки C і D прямою. Відрізок CD переміщують паралельно собі в



таке положення  $C'D'$ , щоб площі відтятих на графіку стріл фігур вище та нижче лінії  $C'D'$  були приблизно рівними. Як правило точки  $C'$  і  $D'$  не збігаються з точками вимірювань. Положення відрізка  $C'D'$  вважається проектним положенням перехідної кривої. Аналогічно знаходять проектне положення другої перехідної кривої.

Значення проектних стріл вигину кривої  $H_i^I$  вимірюють з графіку і заносять в третю колонку табл. 3. При цьому суми натурних і проектних стріл повинні бути приблизно рівними.

Потім підраховують величини поперечних зміщень в розрахункових точках для постановки її в проектне положення. Поперечні зміщення визначаються за формулою

$$e = 2 \sum_{i=0}^{i=n-1} \sum_{i=0}^{i=n-1} (h_i - H_i^I), \quad (9)$$

де  $h_i$  – натурні стріли

$H_i^I$  – проектні стріли

Обчислення виконуються в табличній формі (див. колонки 4-6, табл. 3). За результатами розрахунку, що знаходяться в колонці 6, будується графік напівзміщень (рис. 6). Додатні значення напівзміщень відкладаються вгору від осі абсцис, а від'ємні – вниз.

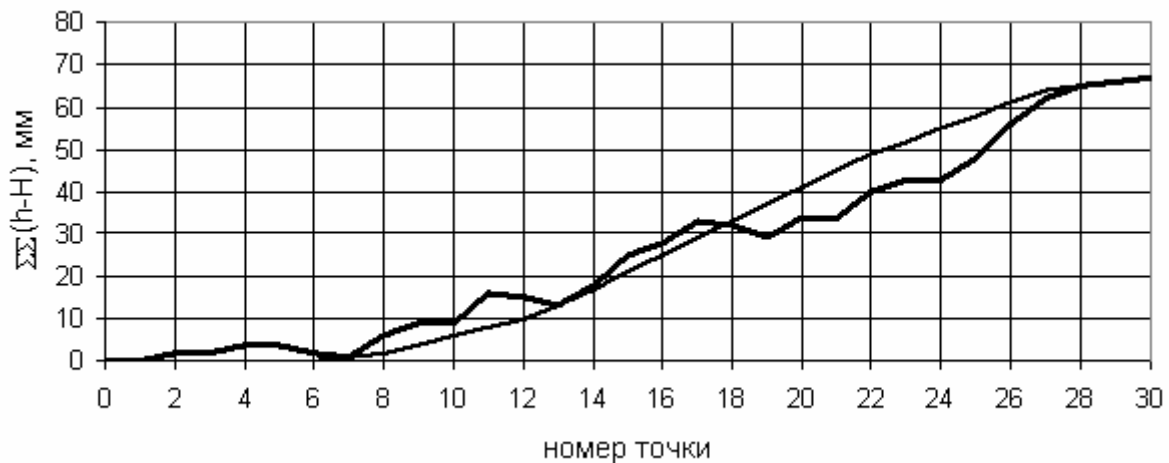


Рис. 6. Графік напівзміщень кривої

Вісь абсцис і ламана лінія на графіку (див. рис. 6) показують взаємне положення проектної і існуючої кривої. Як видно з графіка, в кінці кривої зміщення не дорівнює нулю, тобто пряма ділянка колії не є дотичною до проектної кривої в її кінці. Тому необхідно намітити нове положення проектної кривої, при якій зміщення в кінці кривої буде дорівнювати нулю.

Для цього на графіку напівзміщень проводиться плавна крива, початкова та кінцева ділянка якої збігаються з ломаною лінією в двох перших та двох останніх точках, а на проміжній ділянці кривизна змінюється плавно.

Таблиця 3

Таблиця розрахунку виправки кривої

Номер точок	Натурні стріли $h_i$ , мм	Проектні стріли $H_i^I$ (1-й вар.), мм	$h_i - H_i^I$	$\Sigma (h_i - H_i^I)$	Напівзміщення $\Sigma \Sigma (h_i - H_i^I)$	Нове напівзміщення $e'_i/2$	$-(e'_{i+1}/2 + e'_{i-1}/2)$	$e'_i$	$H_i^{II}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2	0	2	2	0	0	-2	0	0
2	7	9	-2	0	2	2	-2	4	9
3	20	18	2	2	2	2	-6	4	18
4	25	27	-2	0	4	4	-6	8	27
5	34	36	-2	-2	4	4	-6	8	36
6	46	45	1	-1	2	2	-4	4	46
7	60	54	6	5	1	0	-6	0	54
8	52	54	-2	3	6	4	-5	8	55
9	51	54	-3	0	9	5	-7	10	54
10	61	54	7	7	9	3	-13	6	54
11	46	54	-8	-1	16	8	-8	16	54
12	53	54	-1	-2	15	5	-8	10	55
13	61	54	7	5	13	0	-6	0	55
14	56	54	2	7	18	1	-4	2	54
15	50	54	-4	3	25	4	-4	8	54
16	56	54	2	5	28	3	-8	6	54
17	48	54	-6	-1	33	4	-2	8	54
18	52	54	-2	-3	32	-1	4	-2	54
19	62	54	8	5	29	-8	8	-16	54
20	49	54	-5	0	34	-7	19	-14	54
21	60	54	6	6	34	-11	16	-22	54
22	51	54	-3	3	40	-9	20	-18	53
23	45	48	-3	0	43	-9	21	-18	48
24	44	39	5	5	43	-12	19	-24	39
25	33	30	3	8	48	-10	17	-20	30
26	19	21	-2	6	56	-5	12	-10	21
27	10	13	-3	3	62	-2	5	-4	11
28	2	4	-2	1	65	0	2	0	4
29	0	0	0	1	66	0	0	0	0
30	0	0	0	1	67	0	0	0	0
сума	1155	1154							

Якщо в якійсь точці зміщення повинно бути рівним нулю (фіксована точка), то нова проєктна плавна крива повинна пройти через відповідну точку ломаної кривої (див. точку 13).

Проведену плавну криву приймають за нову вісь абсцис. Від неї вимірюють величини нових напівзміщень в розрахункових точках і заносять в колонку 7 табл. 3. При цьому для нового положення вісі абсцис зберігається правило знаків, прийняте при побудові графіка напівзміщень. Подвоївши величини колонки 7, отримаємо розрахункові зміщення, які заносяться до колонки 9 табл. 3.

З метою контролю підраховують нові проєктні стріли кривої за формулою:

$$H_i = h_i + e'_i - \frac{e'_{i+1} + e'_{i-1}}{2}, \quad (10)$$

де  $e'_i$  – зміщення (колонка 7, табл. 3);

$\frac{e'_{i+1} + e'_{i-1}}{2}$  – напівсума зміщень в суміжних точках з розрахунковою, яка береться з протилежним знаком (див. колонку 8, табл. 3).

Отриманні проєктні стріли в суміжних точках кругової кривої повинні відрізнятись не більше ніж на 1-2 мм. В межах перехідної кривої різниці стріл суміжних точок (крім початку та кінця перехідної кривої) не повинні відрізнятись більш ніж на 1-2 мм. Якщо в якій-небудь точці ці умови не виконуються, то вносять поправки у величини зміщень. При цьому значення проєктних стріл змінюються на величину поправки, а в суміжних точках – на половину цієї величини, взятої з протилежним знаком.

Згідно з цією методикою створено програмний продукт для визначення величин рихтовки при виправці кривої в плані: RK.exe.

### **Завдання для самоконтролю**

1. Запустити програму RK.exe та вибрати «Розрахунок виправлення: однорадіусної кривої». Ввести номер кривої – варіант за таблицею 4. Ввести довжину хорди в метрах 20 м. Ввести координати точки №0 (наприклад 10 км 5 ПК +35,48). Ввести загальне обмеження зміщень для всієї кривої в середину та зовні (програмою пропонується  $\pm 60$  мм). Після вводу натискати ENTER (рис. 7).

2. З вихідних даних таблиці 4 ввести стріли вигину кривої в кількості 30 шт. При цьому, якщо точка №13 фіксована, то допустиме зміщення для необхідно встановити рівним 0 як всередину так і зовні (рис. 8). Натиснути «F9-обчислити». При виведенні результатів розрахунку (рис. 9) з'явиться інформація, що фіксовану точку організувати можливо при багаторадіусній кривій або методі згладжування. Також виводиться інформація про величини необхідних зміщень, радіус, довжини перехідних кривих, та координати

елементів кривої.

3. Натиснути «F2-графік». На отриманому зображенні буде показано графік натурних та проектних стріл та графік напівзміщень кривої (рис. 10).

4. Натиснути «F3- піднесення». Ввести вихідні дані з практичної роботи 3, 4 (табл. 2). За результатами розрахунків визначаються рекомендації щодо параметрів кривої та допустимих швидкостей руху поїздів (рис. 11).

5. Створити файл електронної таблиці Microsoft Office Excel. Відкрити створений файл. За допомогою функцій, розглянутих в попередній практичній роботі, створити власний алгоритм розрахунку виправки кривої в плані.

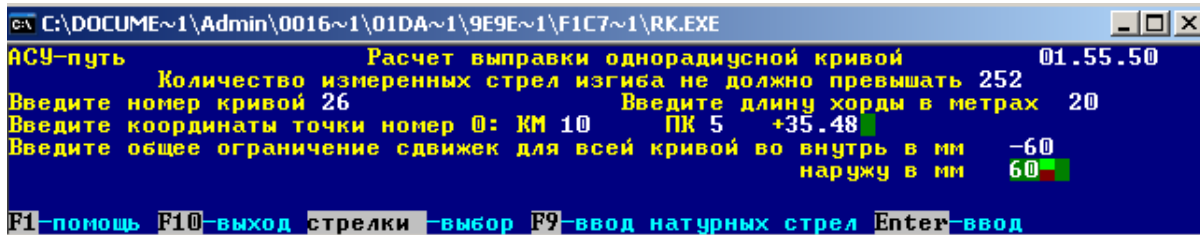


Рис. 7. Введения данных про кривую у програмі RK.exe.

The screenshot shows the RK.EXE program window with the title bar 'C:\DOCUMENTS\Admin\0016~1\01DA~1\9E9E~1\F1C7~1\RK.EXE'. The main text area displays the following information:

- АСУ-путь: Расчет выправки однопутной кривой 02.00.25
- Количество измеренных стрел изгиба не должно превышать 252
- Кривая номер 26.
- Хорда 20 м
- Введите измеренные стрелы изгиба и требуемые ограничения сдвижек в мм:

N	f	Допускаемая сдвижка		N	f	Допускаемая сдвижка		N	f	Допускаемая сдвижка	
		вовнутрь	наружу			вовнутрь	наружу			вовнутрь	наружу
0	0	-60	60	14	56	-60	60	28	2	-60	60
1	2	-60	60	15	50	-60	60	29	0	-60	60
2	7	-60	60	16	56	-60	60	30	0	-60	60
3	20	-60	60	17	48	-60	60				
4	25	-60	60	18	52	-60	60				
5	34	-60	60	19	62	-60	60				
6	46	-60	60	20	49	-60	60				
7	60	-60	60	21	60	-60	60				
8	52	-60	60	22	51	-60	60				
9	51	-60	60	23	45	-60	60				
10	61	-60	60	24	44	-60	60				
11	46	-60	60	25	33	-60	60				
12	53	-60	60	26	19	-60	60				
13	61	0	0	27	10	-60	60				

The bottom status bar shows keyboard shortcuts: F1-помощь, F9-рассчитать, F10-выход, стрелки-выбор, Enter-ввод, "Мышка".

Рис. 8. Введения данных про стріли вигину кривої в програмі RK.exe.

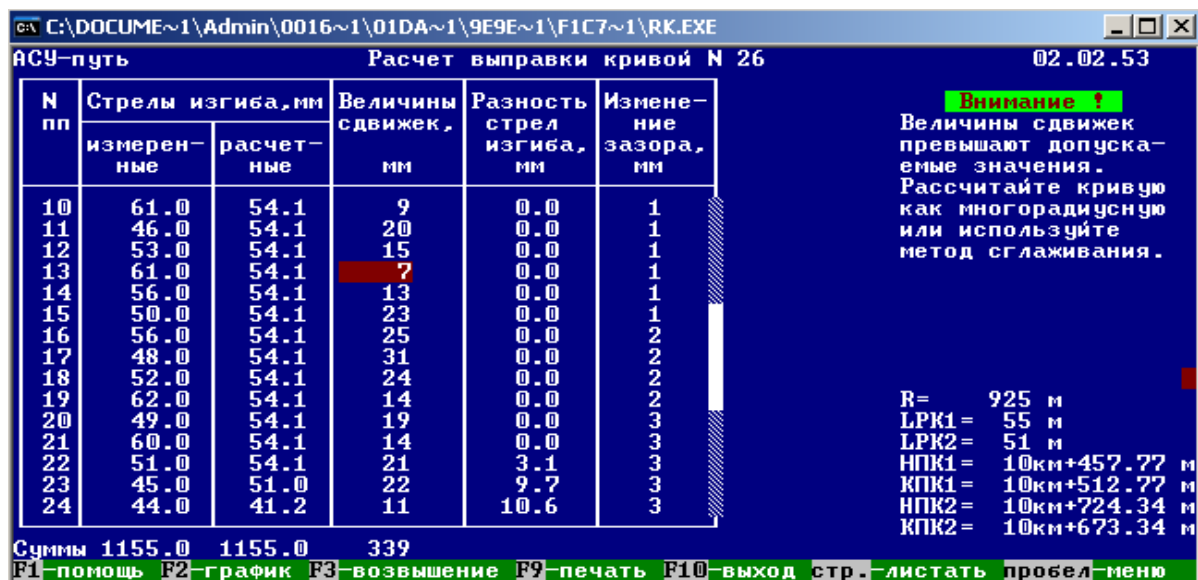


Рис. 9. Выведення результатів розрахунку у програмі RK.exe.

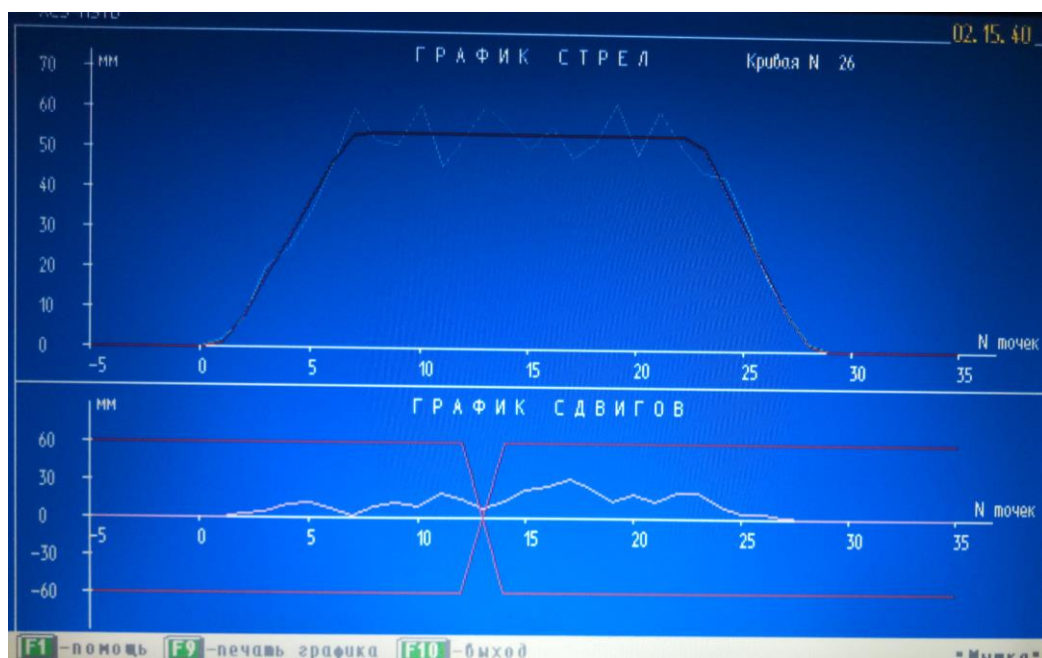


Рис. 10. Графіки результатів розрахунку про виправку кривої в плані у програмі RK.exe.

С:\DOCUME~1\Admin\0016~1\01DA~1\9E9E~1\F1C7~1\RK.EXE

АСУ-путь Расчет возвышения наружного рельса в кривой 02.59.54  
Исходные данные к расчету (кривая номер 26)

N пп	Пассажирские поезда			Грузовые поезда			Радиус кривой, м	925
	коли- чество	масса, т	скорость, км/ч	коли- чество	масса, т	скорость, км/ч	Проектное возвышение, мм	80<доп
1	5	900	100>доп	30	3600	75	Длина меньшей пе- реходной кривой, м	51<доп
2	2	750	140>доп	3	1000	60	Грузонапряжен- ность, млн.т/Год	56
3								
4								
5								

Результаты расчета

Поезда	Боковые непогашенные ускорения, м/с кв.		Возвышение, мм: рекомендуемое минимальное допустимое	150 150
	минимальные	максимальные	Рекомендуемая длина переходных кривых, м	110
пассажирские	0.34	1.15>доп=0.70	Максимальная допустимая скорость движения, км/ч	87
грузовые	-0.19	-0.02		

F1-помощь F2-изменить исходные данные F3-допуски F10-выход "Мышка"

Рис. 11. Визначення рекомендованого підвищення  
зовнішньої рейки у програмі RK.exe.

Таблица 4

Вихідні дані для розрахунку виправки кривої

№ точки	Варіанти																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	3	3	2	2	2	5	1	2	2	4	1	4	8	0	4	2	3	7	1	1	1	0	8	2	5
2	8	12	8	5	13	6	3	10	12	7	12	7	9	8	11	9	3	6	3	5	4	10	5	5	5
3	21	19	21	16	25	24	24	21	19	21	25	25	20	18	22	17	16	18	18	26	22	22	21	24	22
4	26	23	27	22	21	25	27	30	28	30	26	26	25	26	29	29	22	22	24	23	30	29	23	22	24
5	33	36	35	34	31	31	36	35	29	35	30	37	35	29	35	30	37	36	34	31	35	30	29	30	30
6	47	44	50	46	50	43	42	48	46	51	50	47	44	49	46	46	51	46	43	47	50	51	45	45	51
7	59	56	62	64	59	62	57	56	58	61	58	57	61	62	58	60	55	59	58	57	58	61	60	63	61
8	53	48	57	49	49	49	50	53	51	54	53	57	52	53	53	56	55	52	52	58	53	53	58	56	51
9	50	50	47	52	53	48	49	55	52	53	52	54	48	51	51	50	51	51	53	54	53	48	49	52	52
10	60	61	62	62	62	59	56	57	57	58	60	60	64	61	55	58	56	58	64	57	64	59	59	61	61
11	45	50	47	46	46	42	42	42	47	42	45	41	43	45	50	42	45	41	49	42	46	46	47	48	48
12	52	55	51	48	50	54	53	53	50	48	53	56	55	49	51	55	56	49	47	56	51	56	54	49	52
13	62	64	57	65	66	64	60	62	61	59	62	63	62	59	61	65	62	59	64	63	58	59	60	63	58
14	57	53	58	55	53	61	60	56	61	59	61	61	56	54	53	58	56	56	60	56	60	59	59	55	55
15	51	47	53	50	50	55	52	50	50	50	55	54	56	48	48	53	47	52	49	51	52	55	47	48	47
16	56	53	57	60	60	58	54	52	57	58	60	56	59	59	57	60	55	54	59	60	56	52	52	54	51
17	47	51	48	47	48	47	47	47	46	43	48	42	49	45	46	48	50	51	52	47	46	45	50	50	50
18	53	56	55	51	56	57	56	53	50	48	55	52	52	56	55	53	56	58	58	54	58	58	51	56	49
19	61	59	59	56	65	57	60	59	65	59	61	65	60	59	66	64	61	65	62	65	61	61	66	62	64
20	48	46	45	52	47	45	45	45	46	51	49	49	44	44	47	53	48	44	46	43	50	52	52	49	44
21	61	61	62	66	58	56	66	61	60	62	60	63	64	57	57	57	64	63	63	64	66	62	58	57	56
22	52	54	54	55	51	52	53	49	55	51	49	47	49	53	50	53	55	48	48	54	51	50	57	56	51
23	47	48	49	47	42	51	43	49	51	49	51	48	50	48	48	50	45	50	42	47	43	48	46	50	45

№ точки	Варіанти																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
24	43	43	43	39	46	42	47	40	46	41	47	43	43	43	40	45	40	44	46	38	44	47	47	42	44
25	32	27	32	29	30	34	36	37	29	35	29	32	34	31	33	36	34	30	29	35	28	33	34	33	37
26	17	15	22	21	19	15	15	13	17	21	14	18	17	17	22	21	19	20	18	20	18	20	20	19	12
27	9	11	5	13	4	7	5	12	13	12	14	8	11	12	4	9	9	8	14	5	12	9	4	11	13
28	2	1	3	1	0	1	5	3	5	1	6	3	1	1	4	2	3	1	3	4	0	0	1	5	2
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

## ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 7, 8

### РОЗРАХУНОК ПЕРЕСУВАННЯ РЕЙОК ПРИ РОЗГОНЦІ ТА РЕГУЛЮВАННІ ЗАЗОРІВ

**Мета заняття:** набути знання з автоматизованих систем розрахунку розгонки та регулювання зазорів.

**Завдання:** за допомогою програмних продуктів спеціального призначення визначити параметри необхідних для розгонки та регулювання зазорів.

#### Теоретичні відомості

Стики рейок повинні розташовуватися в середині шпального ящика симетрично відносно стикових шпал. Між рейками в стику залишається зазор, що дозволяє рейці змінювати довжину при зміні температури. Нормальні стикові зазори приймаються рівними від 0 до 21 мм залежно від температури рейок (табл. 5). В процесі експлуатації ланкової колії, що недостатньо закріплена від уgonу, відбувається поздовжнє переміщення рейок. В результаті порушується величина зазорів та відбувається поздовжнє переміщення рейок.

Таблиця 5

#### Нормальні стикові зазори

Величина зазорів, мм	Температура рейок, °C	
	Рейки довжиною 25 м	Рейки довжиною 12,5 м
1	2	3
0	+40 і більше	+60 і більше
1,5	від +40 до +35	від +60 до +50
3,0	від +35 до +30	від +50 до +40

Закінчення табл. 5

1	2	3
4,5	від +30 до +25	від +40 до +30
6,0	від +25 до +20	від +30 до +20
7,5	від +20 до +15	від +20 до +10
9,0	від +15 до +10	від +10 до 0
10,5	від +10 до +5	від 0 до -10
12,0	від +5 до 0	від -10 до -20
13,5	від 0 до -5	від -20 до -30
15,0	від -5 до -10	від -30 до -40
16,5	від -10 до -15	від -40 до -50
18,0	від -15 до -20	від -50 до -60
19,5	від -20 до -25	
21,0	від -30 до -35 і нижче	

За умови забезпечення бокової стійкості та міцності ланкової колії не допускається наявність двох і більше нульових або максимально розтягнутих зазорів підряд на колії з рейками довжиною 25 м, або трьох і більше на колії з рейками довжиною 12,5 м за виключенням випадків, коли такі зазори є нормальними.

Для повернення рейок у проєктне положення виконується розгонка або регулювання зазорів. Робота з відновлення положення рейкових стиків, при виконанні якої порушується цілісність рейкової нитки, називається розгонкою зазорів. Якщо цілісність рейкової нитки не порушується, то має місце регулювання зазорів.

На основі вимірювань складається відомість розгонки зазорів (табл. 6) та будується графік накопичення зазорів (рис. 12). На графіку визначається фронт робіт. Для відповідних стиків виконується розрахунок зміщення рейок.

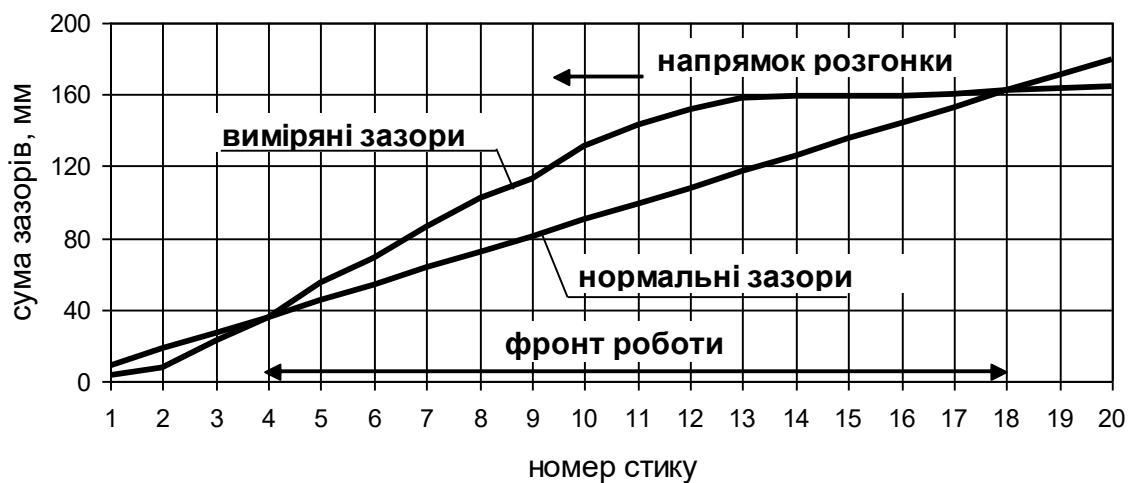


Рис. 12. Графік накопичення зазорів



## Відомість розгонки зазорів

№ стику	Величина виміряних зазорів, мм	Накопичення виміряних зазорів, мм	Накопичення нормальних зазорів, мм	Необхідне зміщення рейок, мм	зміщується	Величина зазору при розгонці, мм
1	2	3	4	5	6	7
1	3	3	9			
2	5	8	18			
3	15	23	27			
4	13	36	36			
5	19	55	45	0		
6	14	69	54	10	пліть з 2-х рейок	
7	17	86	63	15		17+15=32
8	16	102	72	23		
9	11	113	81	30	пліть з 3-х рейок	
10	18	131	90	32		18+32=50
11	12	143	99	41		
12	9	152	108	44	пліть з 3-х рейок	
13	6	158	117	44		6+44=50
14	1	159	126	41	рейка	1+41=42
15	0	159	135	33	рейка	0+33=33
16	0	159	144	24	рейка	0+24=24
17	1	160	153	15	рейка	1+15=16
18	2	162	162	7	рейка	2+7=9
19	1	163	171	0		
20	1	164	180			

## Завдання для самоконтролю

1. Запустити програму RZ.exe. Ввести кількість стиків з виміряними зазорами. Для вихідних даних, що в таблиці 7, кількість стиків 20 шт. Ввести температуру при виконанні робіт (див. табл. 7). Колія – варіант по таблиці 7. Вибрати довжину рейки відповідно варіанту. Вибрати клімат залізниць України «помірний». Вказати перегін. Після вводу натискати ENTER (рис. 13).
2. Ввести координати точки №1 (наприклад 10 км 5 ПК). Ввести зазори по лівій та правій рейковій нитці. Після вводу натискати ENTER (рис. 14). Натиснути «F9-продовжити розрахунок».
3. При виведенні результатів розрахунку (рис. 15) з'явиться інформація про величину нормального зазору та величини необхідних пересувань кожної рейки для встановлення відповідного зазору. За необхідності,

натиснувши «F3-зазор», можна відкорегувати величину нормального зазору, і відбудеться автоматичне перерахування необхідних пересувань кожної рейки

4. Натиснути «F2-графік». На отриманому зображенні буде показано графік накопичення натурних та проєктних зазорів лівої та правої рейкової нитки (рис. 16).
5. Створити файл електронної таблиці Microsoft Office Excel. Відкрити створений файл. За допомогою функцій, розглянутих в попередніх практичних роботах, створити власний алгоритм розрахунку розгонки та регулювання зазорів.

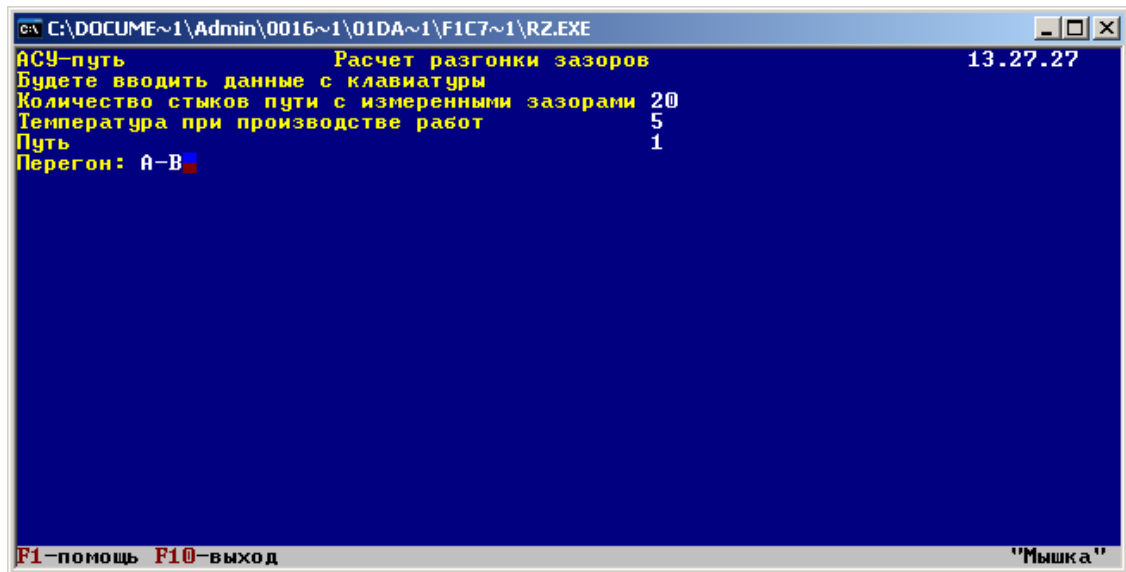


Рис. 13. Введення даних про стыки у програмі RZ.exe.

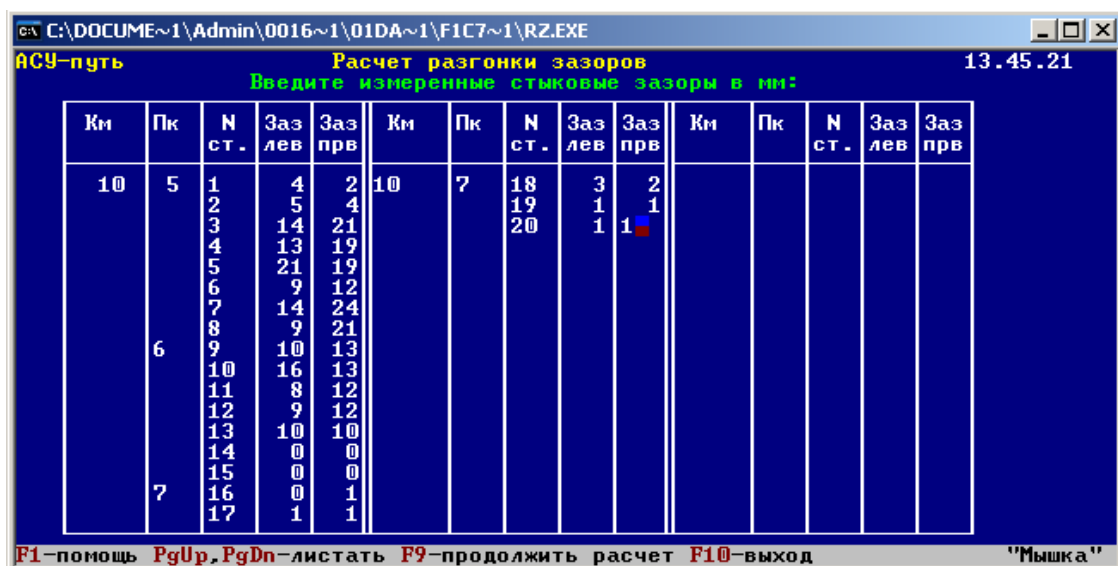


Рис. 14. Введення даних про зазори в програмі RZ.exe.

С:\DOCU~1\Admin\0016~1\01DA~1\F1C7~1\RZ.EXE

АСУ-путь Ведомость по разгонке и регулировке рельсовых зазоров 13.54.08  
А-В (нормальный зазор при t= 5 С составл. 9.0 мм)

Километр Пикет	Звенья	Левая нить			Сумма расч. заз., P3= 9.0	N зв. замеч. рельса, Дата разг., N предуп.	Правая нить			Сумма расч. заз., P3= 9.0	N зв. замеч. рельса, Дата разг., N предуп.
		Изм. заз. мм	Сумма изм. заз.	Треб. передв. нити			Изм. заз. мм	Сумма изм. заз.	Треб. передв. нити		
ПК6	1	4	4	-5	9		2	2	-7	9	
	2	5	9	-9	18		4	6	-12	18	
	3	14	23	-4	27		21	27	0	27	
	4	13	36	0	36		19	46	10	36	
	5	21	57	12	45		19	65	20	45	
	6	9	66	12	54		12	77	23	54	
	7	14	80	17	63		24	101	38	63	
	8	9	89	17	72		21	122	50	72	
	9	10	99	18	81		13	135	54	81	
	10	16	115	25	90		13	148	58	90	
	11	8	123	24	99		12	160	61	99	
	12	9	132	24	108		12	172	64	108	
	13	10	142	25	117		10	182	65	117	
	14	0	142	16	126		0	182	56	126	

F1-помощь F2-график F3-зазор F4-рубки PgDn, PgUp-листать F9-печать F10-выход

Рис. 15. Выведения результатов розрахунку у програмі RZ.exe.

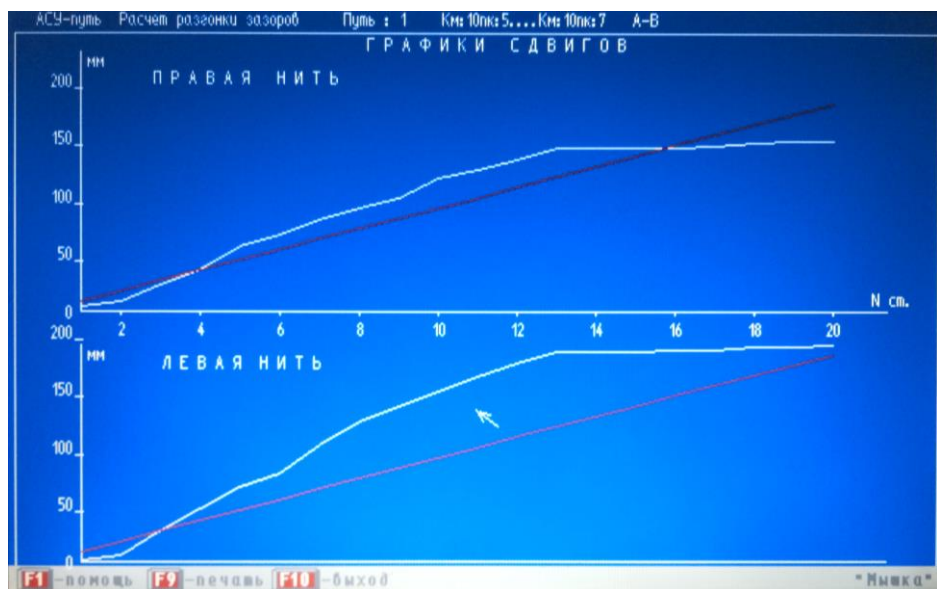


Рис. 16. Графіки накопичення натурних та проєктних зазорів у програмі RZ.exe.

## ТАБЛИЦЯ 7

## ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ СКЛАДАННЯ ВІДОМОСТІ РОЗГОНКИ ЗАЗОРІВ

варіант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
$t_{\text{фазн.}}^{\circ}\text{C}$	5	8	9	12	14	17	26	24	27	31	14	16	23	29	32	26	24	27	31	14	16	9	12	14	17	26	
$I_{\text{рейдж м}}$	12,5	25	25	12,5	25	25	12,5	25	25	12,5	12,5	25	25	12,5	25	25	12,5	25	12,5	25	25	12,5	12,5	25	25	12,5	
варіант		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24														
нитка		лів	пр	лів	пр	лів	пр	лів	пр	лів	пр	лів	пр	лів	пр	лів	пр	лів	пр	лів	пр	лів	пр	лів	пр	лів	
варіант	1		3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25													
нитка	лів	пр	лів	пр	лів	пр	лів	пр	лів	пр	лів	пр	лів	пр	лів	пр	лів	пр	лів	пр	лів	пр	лів	пр	лів	пр	
Ветичина вимірних зазорів, мм																											
Местуку	1	4	2	2	3	2	2	3	2	1	2	3	2	3	2	1	1	3	2	2	1	3	3	3	2	1	
	2	5	4	7	7	4	5	4	2	3	3	5	6	5	4	2	3	4	2	3	4	6	5	5	2	3	
	3	14	21	12	16	18	17	11	7	7	11	10	13	13	7	5	9	10	5	8	14	8	13	17	14	7	
	4	13	19	18	7	8	16	8	6	8	9	8	12	6	6	3	7	12	4	6	17	8	11	6	9	8	
	5	21	19	14	15	19	12	10	13	14	9	10	11	14	10	10	9	6	7	21	13	20	9	13	20	11	
	6	9	12	11	13	20	9	9	12	5	5	16	8	7	8	6	5	6	10	6	15	14	11	15	9	6	
	7	14	24	19	10	21	12	8	18	7	8	14	20	17	10	5	5	12	12	7	20	16	20	14	20	8	
	8	9	21	17	20	19	14	8	7	9	6	9	16	9	18	5	5	7	7	11	19	17	13	13	14	15	
	9	10	13	12	9	10	10	7	6	3	3	7	7	11	10	2	5	8	4	7	11	12	7	6	7	13	
	10	16	13	13	12	21	14	13	14	5	6	18	15	9	18	5	6	9	12	5	21	17	21	16	19	21	
	11	8	12	10	10	8	9	5	14	7	4	11	9	6	7	4	9	7	3	8	10	12	7	10	12	7	
	12	9	12	5	9	12	5	10	6	6	4	9	6	6	4	4	5	11	2	3	7	8	8	9	9	8	
	13	10	10	9	7	8	7	8	4	2	2	5	6	3	3	2	3	7	4	6	10	3	6	5	8	5	
	14	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	3	0	3	3	0	1	0	2	1	0	1	0	0	0	1	
	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	16	0	1	1	0	3	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	
	17	1	1	1	1	1	3	1	1	2	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	3	4	4	1	1	
	18	3	2	3	3	1	1	2	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1	2	2	1	2	1	

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ 1.5:2015 Національна стандартизація. Правила розроблення, викладання та оформлення національних нормативних документів: Наказ ДП «УкрНДНЦ» від 31.03.2016 № 95.
2. ДСТУ 3008:2015 Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання.: Наказ ДП «УкрНДНЦ» від 22.06.2015 № 61.
3. Інструкція з улаштування та утримання колії залізниць України. ЦП 0269 / Е. І. Даніленко, А. М. Орловський, О. М. Патласов, М. І. Карпов, В. П. Шраменко, О. І. Белорусов, В. О. Яковлев, В. М. Молчанов, К. В. Корноухова, М. Б. Курган, Д. М. Курган, В. М. Твердомед, Р. М. Йосифович, О. О. Сорока. – К., 2012. – 456 с.
4. Правила розрахунків залізничної колії на міцність і стійкість. ЦП-0117: затв. наказом Укрзалізниці від 13.12.2004 р. № 960-ЦЗ.

Навчально-методичне видання

**АСУ В ЗАЛІЗНИЧНОМУ ГОСПОДАРСТВІ**  
Методичні рекомендації до проведення практичних занять

Редактор А. В. Безверхня  
Комп'ютерна верстка В. В. Бердо

Формат 60x84 <sub>1/16</sub>. Обл.-вид.арк.1,76. Ум.друк.арк.1,73.  
Тираж 2 пр. Зам.№ 139

Український державний університет  
науки і технологій  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 7709 від 14.12.2022

Адреса видавця та дільниці оперативної поліграфії:  
вул. Лазаряна, 2, Дніпро, 49010