

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

**БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра залізничної колії і транспортних споруд**

**РОЗРАХУНОК ЗАЛІЗНИЧНОЇ КОЛІЇ  
НА МІЦНІСТЬ І СТІЙКІСТЬ**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
до дипломного та курсового проєктування**

**з дисципліни  
«ЗАЛІЗНИЧНА КОЛІЯ (СПЕЦКУРС)»**

**Частина 2**

**Харків – 2024**

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри залізничної колії і транспортних споруд 08 квітня 2024 р., протокол № 11. Друге видання, перероблене і доповнене.

У методичних вказівках наведено довідкові дані для виконання розрахунку залізничної колії на міцність під впливом поїзного навантаження: розрахункові характеристики рухомих одиниць, поперечного перерізу рейок, модулі пружності підрейкової основи, розрахункові параметри конструктивних елементів проміжних рейкових скріплень, розрахункові температури рейок на мережі залізниць України, коефіцієнти  $f$ ,  $A$ ,  $C1$ ,  $C2$  та величини  $\mu$  і  $\eta$ .

Рекомендовано для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня всіх форм навчання спеціальності 273 «Залізничний транспорт» за освітньою програмою «Залізничні споруди та колійне господарство».

Укладачі:

доценти Д. О. Потапов,  
В. Г. Вітольберг,  
викл. М. А. Муригін

Рецензент

доц. А. О. Шевченко

## ЗМІСТ

Вступ.....	4
Додаток А Характеристики рухомого складу .....	6
Додаток Б Характеристика верхньої будови колії .....	14
Додаток В Значення функцій $\mu$ і $\eta$ залежно від $kx$ .....	18
Додаток Г Температури закріплення .....	23
Додаток Д Розрахункові температури рейок мережі залізниць України ....	31
Додаток Е Приклади розрахунків .....	34
1 Визначення розрахункового динамічного навантаження .....	34
2 Вибір розрахункової осі екіпажа .....	36
3 Розрахунок напружень у рейках, шпалах, баласті.....	39
4 Розрахунок напружень на основній площадці земляного полотна .....	41
Додаток Ж Варіанти вихідних даних до розрахунку колії на міцність і стійкість .....	45
Список літератури .....	47

## ВСТУП

У другій частині методичних вказівок наведено довідкові дані, необхідні для проведення практичного інженерного розрахунку залізничної колії на міцність і стійкість.

Безпосередньо перед проведенням розрахунку доцільно окремо виписати вихідні дані щодо характеристик рухомого складу (додаток А) та залізничної колії (додаток Б).

Для полегшення визначення ординат ліній впливу прогинів рейкової нитки та згинального моменту, що виникає внаслідок дії поїзного навантаження, можливе використання значень функцій  $\mu$  і  $\eta$  залежно від відстані  $k \cdot x$  (додаток В).

При визначенні умов закріплення плітей безстикової колії допустиме, з умов міцності рейки, зниження температури рейкових плітей відносно температури їхнього закріплення, можна приймати за таблицею Г.1 (додаток Г), а допустиме, з умов стійкості колії, підвищення температури – за таблицею Г.2. У випадку відсутності у вищезгаданих таблицях даних щодо заданої за варіантом рухомої одиниці, розрахунок температурного інтервалу закріплення плітей проводиться за методикою, викладеною в першій частині методичних вказівок.

Розрахункові температури рейок мережі залізниць України наведено в таблиці Д.1 додатку Д.

Під час проведення розрахунку необхідно слідкувати за відповідністю розмірності фізичних величин, що входять до розрахункових формул. Слід пам'ятати, що переважна кількість помилок при проведенні розрахунків пов'язана саме з цим.

Крім того, оскільки за своїм обсягом практичний інженерний розрахунок колії на міцність і стійкість є достатньо об'ємним, і кожні його частини пов'язані між собою, то чим раніше допущена помилка, тим

більша імовірність отримати некоректні підсумкові результати. Тому для уникнення переважної більшості помилок та ефективного використання навчального часу в додатку Е наведено приклади розрахунків, якими рекомендовано користуватись для порівняння отриманих результатів.

При виконанні індивідуальних завдань з розрахунку нетипових конструкцій колії у разі відсутності необхідних довідкових даних в методичних вказівках, допускається використання довідкових матеріалів, що наведені в Правилах розрахунків залізничної колії на міцність і стійкість.

При виконанні курсової роботи здобувачам слід додержуватись Кодексу академічної доброчесності УкрДУЗТ.

Курсова робота виконана не за варіантом (додаток Ж) до розгляду не приймається.

## ДОДАТОК А

### Характеристики рухомого складу

Таблиця А.1 – Розрахункові характеристики локомотивів і вагонів

Тип і серія рухомого складу	$V_k$ , км/год	Осьова формула	Статичне навантаження від колеса на рейку, кН		$d$ , м	$f_{ст}$ , мм	$l_i$ , см	$\mathcal{J}_p$ , кН/м
			$P_{ст}$ , кН	$q$ , кН				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Електровози постійного струму								
ВЛ8	80	2(2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub> )	115	31,70	1,20	70,0	320-380-320-270-320-380-320	1180
ВЛ8 <sup>м</sup>	90	2(2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub> )	119	31,70	1,20	70,0	320-380-320-270-320-380-320	1180
ВЛ10у	100	2(2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub> )	125	30,55	1,25	155,0	300-400-300-466,5-300-400-300	1520
ВЛ10, ВЛ11, ВЛ11 <sup>м</sup> , ВЛ11 <sup>у</sup> , ВЛ11 <sup>с</sup>	100	2(2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub> )	115,0	30,60	1,25	116,2	300-400-300-466,5-300-400-300	1010
ДЕ1-2	100	2(2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub> )	130,0	30,91	1,25	184,0	290-390-290-280-290-390-290	
ДЕС3								
ЧС2, ЧС2 <sup>т</sup>	160	3 <sub>0</sub> -3 <sub>0</sub>	102,5	19,25	1,25	120,0	240-220-380-220-240	1350
ЧС7	160	2(2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub> )	107,5	17,5	1,25	169,0	320-470-320-521-320-470-320	1250
Електровози змінного струму								
ВЛ60 <sup>п</sup>	120	3 <sub>0</sub> -3 <sub>0</sub>	110,0	25,50	1,25	108,6	230-230-580-230-230	780
ВЛ60, ВЛ60 <sup>к</sup>	120	3 <sub>0</sub> -3 <sub>0</sub>	115,0	30,80	1,25	59,6	230-230-580-230-230	1420
ВЛ80, ВЛ80 <sup>к</sup>	110	2(2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub> )	115,0	27,60	1,25	128,0	300-450-300-592-300-450-300	1160
ВЛ80 <sup>с</sup> , ВЛ80 <sup>т</sup> , ВЛ80 <sup>р</sup>	110	2(2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub> )	120,0	27,60	1,25	128,0	300-450-300-592-300-450-300	1160
ВЛ82	110	2(2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub> )	115,0	31,60	1,25	135,0	300-450-300-572-300-450-300	1160

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
ВЛ82 <sup>м</sup>	110	2(2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub> )	125,0	31,60	1,25	135,0	300-450-300-572-300-450-300	1520
ЧС8	160	2(2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub> )	109,5	17,50	1,25	169,0	295-505-295-486-295-505-295	1840
ЧС4, ЧС4 <sup>г</sup>	160	3 <sub>0</sub> -3 <sub>0</sub>	105,0	18,50	1,25	140,0	230-230500-230-230	870
Магістральні тепловози з електричною передачею								
ТЭЗ, 3ТЭЗ	100	2(3 <sub>0</sub> -3 <sub>0</sub> )	105,0	23,30	1,05	57,0	210-210-440-210-210-418, 8-210-210-440-210-210	1430
2ТЭ10УТ	120	2(3 <sub>0</sub> -3 <sub>0</sub> )	115,0	22,0	1,05	102,0	210-210-630-210-210	1120
ТЭ10, 2ЭЕ10	100	3 <sub>0</sub> -3 <sub>0</sub>	107,5	21,80	1,05	71,0	210-210-440-210-210	1210
2ТЭ10Л	100	2(3 <sub>0</sub> -3 <sub>0</sub> )	106,5	22,40	1,05	69,0	210-210-440-210-210-418, 8-210-210-440-210-210	1190
2ТЭ116, 2ТЭ10В, 2ТЭ10М, 2ТЭ10У, 3ТЭ10В, 3ТЭ10У, 4ТЭ10	100	2(3 <sub>0</sub> -3 <sub>0</sub> )	115,0	22,30	1,05	102,0	185-185-593-185-185	1090
М62, 2М62	100	3 <sub>0</sub> -3 <sub>0</sub>	98,0	22,5	1,05	90,0	210-210-440-210-210	1100
М62У, 2М62У 3М62У	100	3 <sub>0</sub> -3 <sub>0</sub>	105,0	22,5	1,05	104,0	210-210-440-210-210	1100
ТЭП60, 2ТЭП60	160	3 <sub>0</sub> -3 <sub>0</sub>	107,5	14,50	1,05	94,0	240-220-580-220-240	990
ТЭП70	160	3 <sub>0</sub> -3 <sub>0</sub>	105,2	30,80	1,22	180,0	240-220-670-220-240	585

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Електропоїзди та дизель-поїзди								
ЭР2 з №632, ЭР2Р,Р2Т, ЭР9Т, ЭР9Е, ЭР9П з №158, ЭТ2, ЭД2Т, ЭД4, ЭД9М	130	2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub>	95,5	14	$\frac{1,05}{0,95}$	105	260-1070-260 240-1060-240*	480
ЭР1, ЭР2 до №631 вкл., ЭР9П до №157 вкл.	130	2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub>	100	13	1,05	120,2	260-1070-260	470
ЭПЛ2Т, ЭПЛ9Т з №002	130	2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub>	104,5	$\frac{12,29}{9,73}$	$\frac{1,05}{0,95}$	204,3	270-555-270-1430	264
ДР1 (ДР1А, ДР1П)	120	2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub>	99	14,7	0,95	105	240-220-670-220-240	480
ДЭЛ01	130	2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub>	105,4	$\frac{10,54}{9,84}$	0,95	204	270-555-270*1430	264
Д1	120	3 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub>	86	12,2	0,95	137	148-303-1328-240	670
Тепловози маневрові								
ТЭМ1, ТЭМ2, ТЭМ2У	100	3 <sub>0</sub> -3 <sub>0</sub>	100,0	23,30	1,05	54,0	210-210-440-210-210	1430
ТЭМ3, ТЭ16	100	3 <sub>0</sub> -3 <sub>0</sub>	106,0	29,8	1,05	87,0	210-210-440-210-210	950
ТЭМ7, ТЭМ7А	100	2(2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub> )	112,5	20,50	1,05	175,0	210-210-210-460-210-210-210	640
ТГМ23	60	0-3-0	73,0	14,4	1,05	70	130-330	1400
ТГМ3	60	2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub>	858,0	15,50	1,05	30,0	210-390-210	1180
ТГМ4, ТГМ4А	55	2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub>	$\frac{98,0}{83,5}$	16,8	1,05	70/60	210-390-210	1180
ТГМ6, ТГМ6А	80	2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub>	110,5	19,80	1,05	70	210-590-210	1080



Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
ЧМЭ33, ЧМЭ33Е, ЧМЭ3Т	95	3 <sub>0</sub> -3 <sub>0</sub>	102,5	19,40	1,05	52,0	200-200-460-200-200	1570
ЧМЭ2	80	2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub>	92,5	17,2	1,05	52,0	240-430-240	1570
ЧМЭ5	95	2(2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub> )	105,0	20,50	1,05	50,0	200-210-200*-340-200-210-200	1570
ТГК, ТГК2	60	0-2 <sub>0</sub> -0	68,5	13,4	0,9	30	320	1180
Чотиривісні вантажні вагони вантажопідйомністю 65 т на візках МТ50								
	80	2-2	105,0	9,75	0,95	18,0	180-685-180	5000
Чотиривісні вантажні вагони вантажопідйомністю 71 т на візках ЦНІИ-Х3-0								
	120	2-2	116,2	9,95	0,95	48,0	185-660-185	2000
Восьмивісні вантажні вагони вантажопідйомністю 142,4 т на візках ЦНІИ-Х3-0								
	100	4-4	116,2	9,95	0,95	54,0	185-135-185-702-185-135-185	2150
Пасажирські ЦМВ								
	120	2-2	81,0	7,10	1,05	145,0	270-1430-270	760
Пасажирський вагон на візках КВ3-ЦНІИ								
	160	2-2	71,25	7,10	1,05	155,0	240-1460-240	570

Таблиця А.2 – Коефіцієнти вертикальної динаміки пасажирських локомотивів  $k_d$

Тип рухомого складу	$k_d$ при швидкості руху, км/год				
	80	100	120	140	160
ЧС7, ЧС8	0,20	0,26	0,28	0,33	0,33
ЧС4, ЧС4 <sup>Г</sup>	0,21	0,26	0,32	0,39	0,41
ЧС2, ЧС2 <sup>Г</sup>	0,22	0,30	0,33	0,36	0,36
ТЭП70	0,23	0,24	0,25	0,28	0,30
ТЭП60, 2ТЭП60	0,27	0,29	0,30	0,34	0,35
ЭПЛ2Т, ЭПЛ9Т	0,212	0,234	0,258	0,275	-

Таблиця А.3 – Коефіцієнти вертикальної динаміки вантажних локомотивів  $k_d$

Тип рухомого складу	$k_d$ при швидкості руху, км/год				
	80	100	120	140	160
ВЛ60 <sup>К</sup> , ВЛ60 <sup>П</sup> , ВЛ60 <sup>Р</sup>	-	-	0,22	0,29	0,30
ВЛ80 <sup>С</sup> , ВЛ80 <sup>Г</sup> , ВЛ80 <sup>Р</sup> , ВЛ80 <sup>К</sup> , ВЛ10, ВЛ11, ВЛ82	-	0,27	0,33	0,37	0,37
ВЛ8	0,30	0,32	0,37	0,43	-
ВЛ8 <sup>М</sup>	-	-	0,24	0,35	-
ВЛ10 <sup>У</sup> , ВЛ82 <sup>М</sup>	-	0,29	0,34	0,38	0,38
2ТЭ116, 2ТЭ10В, 2ТЭ10М, 2ТЭ10У, 3ТЭ10В, 3ТЭ10У, 3ТЭ10М, 4ТЭ10М	0,30	0,31	0,35	0,41	-
2М62, М62У, 3М62У, М62, 2М62У, ТЭМ3, ТЭМ16	0,22	0,28	0,35	0,40	-
ТЭ3, 3ТЭ3, 2ТЭ10Л, 2ТЭ10, ТЭ10, ТЭМ1, ТЭМ2, ТЭМ2А, ТЭМ2АМ, ТЭМ2У, ТЭМ2УМ, ТЭМ2УМТ	0,30	0,32	0,40	0,46	-

Таблиця А.4 – Коефіцієнти  $f$ , які враховують дію горизонтальних поперечних сил і позацентрального прикладення вертикального навантаження

Тип рухомого складу	Коефіцієнти $f$								
	пряма	в кривих ділянках радіусом, м							
		1000	800	700	600	500	400	350	300
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Електровози змінного струму									
ВЛ60 <sup>к</sup> , ВЛ60 <sup>п</sup>	1,15	1,25	1,45	1,54	1,61	1,66	1,71	1,73	1,76
ВЛ80 <sup>к</sup> , ВЛ80 <sup>с</sup> , ВЛ80 <sup>т</sup> , ВЛ80 <sup>р</sup>	1,08	1,30	1,34	1,36	1,38	1,40	1,41	1,42	1,44
ВЛ82, ВЛ82 <sup>м</sup>	1,20	1,34	1,37	1,39	1,43	1,48	1,54	1,59	1,65
ЧС8	1,16	1,23	1,36	1,42	1,49	1,55	1,62	1,66	1,70
ЧС4	1,20	1,32	1,56	1,68	1,80	1,93	2,06	2,12	2,19
Електровози постійного струму									
ВЛ8, ВЛ8 <sup>м</sup>	1,24	1,28	1,29	1,30	1,32	1,35	1,39	1,44	1,50
ВЛ10у	1,25	1,27	1,28	1,30	1,33	1,37	1,41	1,43	1,49
ВЛ10, ВЛ11, ВЛ11 <sup>м</sup> , ВЛ11 <sup>у</sup> , ВЛ11 <sup>с</sup>	1,17	1,19	1,23	1,27	1,3	1,33	1,35	1,45	1,5
ЧС7	1,16	1,23	1,36	1,42	1,49	1,55	1,62	1,66	1,70
ЧС2, ЧС2 <sup>т</sup>	1,13	1,19	1,35	1,43	1,53	1,65	1,77	1,83	1,90
ДЭ1-002	1,18	1,28	1,36	1,45	1,57	1,63	1,69	1,75	1,82
Тепловози магістральні									
ТЭП70	1,06	1,24	1,29	1,32	1,38	1,42	1,52	1,60	1,68
ТЭП60, 2ТЭП60	1,13	1,34	1,39	1,44	1,47	1,55	1,65	1,72	1,78
ТЭ10УТ, 2ТЭ10УТ, М62У, 2М62У, 3М62У	1,13	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,50	1,60	1,70
2ТЭ116, 2ТЭ10В, 2ТЭ10М, 2ТЭ10У, 3ТЭ10В, 3ТЭ10У, 4ТЭ10	1,10	1,16	1,28	1,34	1,43	1,53	1,64	1,70	1,75
ТЭ3, 3ТЭ3, ТЭ3, 3ТЭ3 ТЭ10, 2ТЭ10, М62, 2М62	1,17	1,23	1,35	1,41	1,49	1,58	1,67	1,71	1,75
2ТЭ10Л	1,2	1,33	1,4	1,44	1,49	1,54	1,60	1,64	1,68

Продовження таблиці А.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Електропоїзди та дизель-поїзди									
ЭР22 на пневматичному підвішуванні	1,2	1,35	1,39	1,44	1,49	1,55	1,63	1,70	1,78
ЭПЛ2Т, ЭПЛ9Т з №002	1,14	1,38	1,42	1,48	1,53	1,55	1,59	1,60	1,62
ДР1 (ДР1А, ДР1П)	1,16	1,29	1,33	1,35	1,38	1,38	1,40	1,41	1,42
ДЭЛ-01	1,14	1,38	1,47	1,52	1,55	1,59	1,64	1,68	1,73
Д1 (до 100 км/год)	1,1	1,46	1,51	1,55	1,59	1,66	1,72	1,76	1,81
Д1 (до 120 км/год)	1,34	1,50	1,54	1,56	1,60	1,65	1,71	1,75	1,80
Тепловози маневрові									
ЧМЭ2	1,08	1,20	1,25	1,30	1,35	1,39	1,46	1,54	1,64
ЧМЭ33, ЧМЭ33Е, ЧМЭ3Т	1,08	1,20	1,25	1,30	1,35	1,39	1,46	1,54	1,64
ЧМЭ5	1,08	1,20	1,25	1,30	1,35	1,39	1,46	1,54	1,64
ТГМ2, ТГМ3	1,2	1,35	1,42	1,46	1,52	1,57	1,63	1,67	1,72
ТЭМ1, ТЭМ2, ТЭМ2У	1,2	1,35	1,42	1,46	1,52	1,57	1,63	1,67	1,72
ТЭМ7, ТЭМ7А	1,13	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,50	1,60	1,70
ТГК, ТГК2	1,18	1,26	1,28	1,30	1,33	1,39	1,49	1,55	1,65
ТГМ2, ТГМ3, ТГМ5	1,11	1,23	1,30	1,33	1,36	1,40	1,43	1,47	1,51
ТЭМ3	1,13	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,50	1,60	1,70
Вагони									
чотиривісні на візках моделі 18-100 (ЦНИИ-ХЗ)	1,18	1,26	1,28	1,30	1,33	1,39	1,49	1,55	1,65
восьмивісні на візках моделі 18-100 (ЦНИИ-ХЗ)	1,18	1,28	1,31	1,33	1,37	1,42	1,49	1,54	1,62
Пасажирські ЦМВ	1,13	1,35	1,41	1,44	1,46	1,49	1,53	1,56	1,6
ЦМВ на візках КВЗ-ЦНИИ	1,13	1,35	1,41	1,44	1,46	1,49	1,53	1,56	1,6

Таблиця А.5 – Прогини ресорного підвішування (динамічні)

Тип рухомого складу	$Z_{\max}$ , М
Електровози ВЛ 8, ВЛ 23, ВЛ 23 <sup>М</sup>	$10^{-3} \cdot (10,9 + 9,6 \cdot 10^{-4} \cdot V^2)$
Електровози інших серій	$10^{-3} \cdot (9,9 + 7,5 \cdot 10^{-4} \cdot V^2)$
Тепловози ТЭМ1, ТЭМ2, ТЭ3, ТЭ7, 2ТЭ10Л,	$10^{-3} \cdot (7,9 + 8,0 \cdot 10^{-4} \cdot V^2)$
ТЭП60, 2ТЭ116	$10^{-3} \cdot (5,4 + 4,6 \cdot 10^{-4} \cdot V^2)$
Тепловози інших серій	$10^{-3} \cdot (9,5 + 9,0 \cdot 10^{-4} \cdot V^2)$
Вантажні вагони:	$10^{-3} \cdot (10 + 16 \cdot 10^{-4} \cdot V^2)$
8-вісні на візках ЦНИИ-ХЗ	$15 \cdot 10^{-3}$
4-вісні на візках ЦНИИ-ХЗ	
Маневрові тепловози, колійні машини	
*) V – швидкість, км/год	

## ДОДАТОК Б

### Характеристика верхньої будови колії

Таблиця Б.1 – Розрахункові характеристики поперечного перерізу рейок, см<sup>2</sup>

Тип рейки	Приведений знос, мм	Площа поперечного перерізу, см <sup>2</sup>	Ширина підшви В, см	Ширина головки по верху $\epsilon$ , см	Висота рейки Н, мм	Моменти інерції		Моменти опору		Відстань від нейтральної осі	
						$J_e$ , см <sup>4</sup>	$J_r$ , см <sup>4</sup>	$W_n$ , см <sup>3</sup>	$W_r$ , см <sup>3</sup>	$z_r$ , см	$z_n$ , см
P75	0	95,06	15,0	7,18	192	4490	661	509	432	10,38	8,82
	1	92,34			191	4464	658	507	431	10,30	8,80
	3	90,90			189	4368	352	502	428	10,20	8,70
	6	88,74			186	4180	643	492	411	10,16	8,44
	9	86,58			183	3976	633	481	396	10,03	8,27
P65	0	82,56	15,0	7,28	180	3548	569	436	359	9,87	8,13
	1	81,84			179	3497	566	433	355	9,83	8,07
	3	80,40			177	3405	560	419	349	9,76	7,94
	6	78,24			174	3208	550	417	330	9,71	7,69
	9	76,08			171	2998	541	404	310	9,68	7,42
P50	0	65,93	13,2	7,0	152	2018	375	286	248	8,10	7,05
	1	65,23			151	1987	372	284	245	8,10	7,00
	3	63,84			149	1933	367	281	241	8,02	6,88
	6	61,73			146	1813	359	273	227	7,96	6,64
	9	59,63			143	1685	349	264	213	7,92	6,38
UIC60	0	76,86	15,0	7,43	172	3055	513	377	335	9,10	8,10
	1	76,15			171	3004	510	374	331	9,07	8,03
	3	74,71			169	2928	508	370	326	8,98	7,92
	6	72,55			166	2771	501	354	316	8,77	7,83
	9	70,39			163	2619	497	337	307	8,53	7,77
P43	0	57,00	11,4	7,0	140	1489	760	217	208	7,15	6,85
	1	56,30			139	1458	257	215	205	7,12	6,78
	3	54,90			137	1403	251	210	200	7,02	6,68
	6	52,80			134	1313	243	204	189	6,96	6,44
	9	50,70			131	1217	234	197	176	6,92	6,18

Таблиця Б.2 – Опорні площі рейкових підкладок  $\omega$ 

Тип проміжного рейкового скріплення	Тип рейок	$\omega$ , см <sup>2</sup>	Вид шпал	
Нероздільне безпідкладочне КПП-1 (СБ-3) ПРП-2 КПП-5, ЖБ, ЖБР	P75, P65, UIC60 P50	262,5 231	Для з/б шпал	
Роздільне КБ	P75, P65, P50, UIC60	490	Для з/б шпал	
Роздільне К2	P75, P65, P50	507	Для з/б шпал з дерев'яними дюбелями	
Змішане ДО	P75, P65	612	Для прямих	Для дерев'яних шпал
	P50	527		
	P43	464		
Роздільне Д2	P75, P65	646	Для кривих	
	P50	612		
	P75, P65 P50	589 589	Для дерев'яних шпал	

Таблиця Б.3 – Розрахункові параметри шпал

Розрахункові параметри		Шпали дерев'яні ГОСТ 78-65				Шпали з/б ШС-I, ШС-II
		I А, I Б	I А, I Б	II А, II Б	III А, III Б	
Довжина шпали $a$ , см		275	280	275	280	270
Ширина нижньої постелі $b$ , см		25,0	25,0	23,0	23,0	27,5
Товщина шпали, см		18,0	18,0	16,0	16,0	19,3
Опорна площа напівшпали, $0,5 a b$ , см		3437	3500	3162	3220	3710
Коефіцієнт вигину шпали по її довжині $\alpha$	При щебеневому баласті	0,83	0,83	0,78	0,78	0,85
	При піщаному, черепашниковому, гравійному баластах	0,85	0,85	0,81	0,81	-
Ефективна опорна площа напівшпали з поправкою на вигин шпали $\Omega = 0,5 \alpha a b$ , см <sup>2</sup>	При щебеневому баласті	2853	2905	2466	2512	3150
	При піщаному, черепашниковому, гравійному баластах	2921	2975	2561	2608	-

Таблиця Б.4 – Розрахункові (середні) значення сумарної точкової жорсткості  $K_{Z_0}$ , кН/м, і модуля пружності підрейкової основи  $U_Z$ , МПа, для звичайної колії

Вид підрейкової основи		Залізобетонні шпали						Дерев'яні шпали		
Тип проміжного скріплення		КБ-65		КПП-1		КПП-5		Д0		
Пружні характеристики		$K_{Z_0}$	$U_Z$	$K_{Z_0}$	$U_Z$	$K_{Z_0}$	$U_Z$	$K_{Z_0}$	$U_Z$	
Для умов літа	При ешпорі шпал шт./км	1667	36750	61,2	44150	73,6	37590	62,7	14160	23,6
		1840		67,7		81,3		69,2		26,1
		2000		73,5		88,3		75,2		28,3
Для умов зими	При ешпорі шпал шт./км	1667	44140	73,6	55270	92,1	45360	75,6	18180	30,3
		1840		81,3		101,8		83,5		33,5
		2000		88,3		110,6		90,7		36,4

Таблиця Б.5 – Значення коефіцієнтів  $\alpha_0$ ,  $\alpha_1$ ,  $\varepsilon$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$

Параметри	$\alpha_0$	$\alpha_1$	$\varepsilon$	$\beta$	$\gamma$
Дерев'яні шпали	0,433	1,0	1,0	-	-
Залізобетонні шпали	0,403	0,931	0,322	-	-
Рейки Р50	-	-	-	1,00	-
Рейки UIC60	-	-	-	0,90	-
Рейки Р65	-	-	-	0,87	-
Рейки Р75	-	-	-	0,82	-
Щебінь і сортований гравій	-	-	-	-	1,0
Кар'єрний гравій і черепашник	-	-	-	-	1,1
Пісок	-	-	-	-	1,5

Таблиця Б.6 – Значення коефіцієнтів  $C_1$  і  $C_2$  залежно від  $h$  і  $b$

$h$ , см	$C_1$ при ширині шпали $b$			$C_2$ при ширині шпали $b$		
	23 см	25 см	28 см (з/б)	23 см	25 см	28 см (з/б)
20	0,512	0,544	0,586	0,216	0,225	0,235
25	0,428	0,458	0,502	0,190	0,200	0,213
30	0,365	0,393	0,433	0,167	0,178	0,192
35	0,317	0,342	0,379	0,148	0,158	0,172
40	0,280	0,302	0,336	0,133	0,142	0,156
45	0,250	0,271	0,301	0,120	0,129	0,142
50	0,226	0,245	0,273	0,109	0,118	0,13
55	0,206	0,223	0,249	0,100	0,108	0,12
60	0,189	0,205	0,229	0,092	0,100	0,111
65	0,175	0,190	0,212	0,086	0,093	0,103
70	0,163	0,177	0,197	0,080	0,087	0,096



Таблиця Б.7 – Коефіцієнти  $A$  для розрахунку напружень у баласті на глибині  $h$

$h$ , см	Значення коефіцієнта $A$ при ширині нижньої постелі шпали $b$											
	23 см при $l_{ш}$ , м				25 см при $l_{ш}$ , м				28 см при $l_{ш}$ , м			
	0,50	0,543	0,60	0,63	0,50	0,543	0,60	0,63	0,50	0,543	0,60	0,63
20	0,046	0,035	0,025	0,021	0,051	0,039	0,028	0,023	0,059	0,045	0,031	0,027
25	0,077	0,059	0,044	0,037	0,085	0,066	0,048	0,041	0,098	0,076	0,053	0,047
30	0,110	0,087	0,066	0,056	0,122	0,096	0,073	0,062	0,140	0,111	0,080	0,071
35	0,145	0,117	0,090	0,078	0,159	0,128	0,099	0,085	0,182	0,147	0,108	0,098
40	0,176	0,145	0,115	0,100	0,194	0,160	0,126	0,110	0,221	0,182	0,137	0,125
45	0,205	0,172	0,138	0,122	0,224	0,188	0,152	0,133	0,255	0,214	0,165	0,151
50	0,229	0,195	0,160	0,142	0,250	0,214	0,175	0,156	0,283	0,242	0,191	0,177
55	0,248	0,215	0,180	0,161	0,271	0,235	0,196	0,176	0,306	0,266	0,213	0,199
60	0,264	0,232	0,196	0,178	0,288	0,253	0,214	0,194	0,324	0,285	0,233	0,219
65	0,276	0,245	0,210	0,192	0,300	0,267	0,229	0,209	0,338	0,301	0,249	0,236
70	0,284	0,255	0,222	0,204	0,309	0,278	0,242	0,222	0,348	0,312	0,262	0,250

**ДОДАТОК В**  
**Значення функцій  $\mu$  і  $\eta$  залежно від  $kx$**

Таблиця В.1

$kx$	$\mu$	$\eta$	$kx$	$\mu$	$\eta$
0,50	0,2415	0,8231	0,88	-0,0554	0,5840
0,51	0,2309	0,8172	0,89	-0,0606	0,5776
0,52	0,2205	0,8113	0,90	-0,0657	0,5712
0,53	0,2103	0,8054	0,91	-0,0708	0,5648
0,54	0,2002	0,7994	0,92	-0,0757	0,5584
0,55	0,1903	0,7934	0,93	-0,0805	0,5521
0,56	0,1805	0,7874	0,94	-0,0851	0,5459
0,57	0,1709	0,7813	0,95	-0,0896	0,5396
0,58	0,1615	0,7752	0,96	-0,0941	0,5333
0,59	0,1522	0,7690	0,97	-0,0984	0,5270
0,60	0,1431	0,7628	0,98	-0,1027	0,5207
0,61	0,1341	0,7566	0,99	-0,1069	0,5145
0,62	0,1253	0,7504	1,00	-0,1108	0,5083
0,63	0,1166	0,7441	1,01	-0,1147	0,5021
0,64	0,1080	0,7378	1,02	-0,1185	0,4960
0,65	0,0997	0,7315	1,03	-0,1223	0,4899
0,66	0,0914	0,7252	1,04	-0,1259	0,4839
0,67	0,0833	0,7189	1,05	-0,1294	0,4778
0,68	0,0754	0,7125	1,06	-0,1328	0,4716
0,69	0,0676	0,7061	1,07	-0,1362	0,4656
0,70	0,0599	0,6997	1,08	-0,1394	0,4596
0,71	0,0524	0,6933	1,09	-0,1426	0,4536
0,72	0,0450	0,6869	1,10	-0,1457	0,4476
0,73	0,0377	0,6805	1,11	-0,1488	0,4416
0,74	0,0306	0,6740	1,12	-0,1516	0,4356
0,75	0,0236	0,6676	1,13	-0,1543	0,4298
0,76	0,0168	0,6612	1,14	-0,1570	0,4240
0,77	0,0101	0,6547	1,15	-0,1597	0,4183
0,78	0,0035	0,6483	1,16	-0,1622	0,4126
0,25 $\pi$	0,0000	0,6451	1,17	-0,1647	0,4069
0,79	-0,0029	0,6418	1,18	-0,1671	0,4012
0,80	-0,0093	0,6354	1,19	-0,1694	0,3955
0,81	-0,0155	0,6289	1,20	-0,1716	0,3899
0,82	-0,0216	0,6225	1,21	-0,1737	0,3842
0,83	-0,0275	0,6161	1,22	-0,1758	0,3786
0,84	-0,0333	0,6096	1,23	-0,1778	0,3731
0,85	-0,0390	0,6032	1,24	-0,1797	0,3677
0,86	-0,0446	0,5968	1,25	-0,1815	0,3623
0,87	-0,0501	0,5904	1,26	-0,1833	0,3569

Продовження таблиці В.1

$kx$	$\mu$	$\eta$	$kx$	$\mu$	$\eta$
1,27	-0,1849	0,3515	1,66	-0,2064	0,1725
1,28	-0,1865	0,3464	1,67	-0,2060	0,1686
1,29	-0,1881	0,3408	1,68	-0,2056	0,1648
1,30	-0,1897	0,3355	1,69	-0,2051	0,1612
1,31	-0,1911	0,3303	1,70	-0,2047	0,1576
1,32	-0,1925	0,3251	1,71	-0,2042	0,1540
1,33	-0,1938	0,3199	1,72	-0,2037	0,1505
1,34	-0,1950	0,3148	1,73	-0,3032	0,1470
1,35	-0,1962	0,3098	1,74	-0,2026	0,1435
1,36	-0,1973	0,3047	1,75	-0,2020	0,1400
1,37	-0,1983	0,2997	1,76	-0,2013	0,1365
1,38	-0,1993	0,2948	1,77	-0,2006	0,1332
1,39	-0,2003	0,2898	1,78	-0,2000	0,1299
1,40	-0,2011	0,2849	1,79	-0,1993	0,1266
1,41	-0,2019	0,2801	1,80	-0,1985	0,1234
1,42	-0,2027	0,2753	1,81	-0,1978	0,1202
1,43	-0,2033	0,2705	1,82	-0,1970	0,1170
1,44	-0,2039	0,2658	1,83	-0,1962	0,1138
1,45	-0,2045	0,2611	1,84	-0,1953	0,1108
1,46	-0,2051	0,2565	1,85	-0,1945	0,1078
1,47	-0,2056	0,2519	1,86	-0,1936	0,1048
1,48	-0,2060	0,2474	1,87	-0,1927	0,1018
1,49	-0,2064	0,2429	1,88	-0,1917	0,0989
1,50	-0,2068	0,2384	1,89	-0,1908	0,0960
1,51	-0,2071	0,2339	1,90	-0,1899	0,0932
1,52	-0,2073	0,2295	1,91	-0,1889	0,0904
1,53	-0,2075	0,2252	1,92	-0,1879	0,0876
1,54	-0,2077	0,2209	1,93	-0,1869	0,0849
1,55	-0,2078	0,2166	1,94	-0,1859	0,0822
1,56	-0,2079	0,2123	1,95	-0,1849	0,0795
1,57	-0,2079	0,2082	1,96	-0,1838	0,0769
0,5 $\pi$	-0,2079	0,2079	1,97	-0,1827	0,0743
1,58	-0,2079	0,2041	1,98	-0,1816	0,0717
1,59	-0,2078	0,2000	1,99	-0,1804	0,0692
1,60	-0,2077	0,1959	2,00	-0,1794	0,0667
1,61	-0,2075	0,1919	2,01	-0,1782	0,0643
1,62	-0,2073	0,1879	2,02	-0,1771	0,0619
1,63	-0,2071	0,1840	2,03	-0,1759	0,0595
1,64	-0,2069	0,1801	2,04	-0,1748	0,0571
1,65	-0,2067	0,1763	2,05	-0,1737	0,0549

Продовження таблиці В.1

$kx$	$\mu$	$\eta$	$kx$	$\mu$	$\eta$
2,06	-0,1725	0,0526	2,45	-0,1215	-0,0114
2,07	-0,1712	0,0504	2,46	-0,1202	-0,0125
2,08	-0,1700	0,0482	2,47	-0,1189	-0,0135
2,09	-0,1688	0,0460	2,48	-0,1175	-0,0146
2,10	-0,1675	0,0439	2,49	-0,1161	-0,0156
2,11	-0,1663	0,0417	2,50	-0,1149	-0,0166
2,12	-0,1650	0,0397	2,51	-0,1136	-0,0176
2,13	-0,1637	0,0377	2,52	-0,1123	-0,0185
2,14	-0,1625	0,0357	2,53	-0,1109	-0,0195
2,15	-0,1613	0,0337	2,54	-0,1096	-0,0204
2,16	-0,1600	0,0317	2,55	-0,1083	-0,0213
2,17	-0,1587	0,0288	2,56	-0,1071	-0,0221
2,18	-0,1574	0,0280	2,57	-0,1058	-0,0228
2,19	-0,1560	0,0262	2,58	-0,1045	-0,0237
2,20	-0,1548	0,0244	2,59	-0,1033	-0,0246
2,21	-0,1534	0,0226	2,60	-0,1019	-0,0254
2,22	-0,1522	0,0208	2,61	-0,1007	-0,0261
2,23	-0,1509	0,0191	2,62	-0,0994	-0,0269
2,24	-0,1496	0,0174	2,63	-0,0982	-0,0276
2,25	-0,1482	0,0157	2,64	-0,0969	-0,0283
2,26	-0,1469	0,0141	2,65	-0,0956	-0,0289
2,27	-0,1455	0,0125	2,66	-0,0944	-0,0296
2,28	-0,1442	0,0110	2,67	-0,0932	-0,0302
2,29	-0,1429	0,0095	2,68	-0,0920	-0,0308
2,30	-0,1416	0,0080	2,69	-0,0908	-0,0314
2,31	-0,1403	0,0065	2,70	-0,0895	-0,0320
2,32	-0,1389	0,0050	2,71	-0,0883	-0,0326
2,33	-0,1376	0,0036	2,72	-0,0871	-0,0331
2,34	-0,1362	0,0022	2,73	-0,0859	-0,0337
2,35	-0,1349	0,0008	2,74	-0,0847	-0,0342
0,75 $\pi$	-0,1340	0,0000	2,75	-0,0835	-0,0347
2,36	-0,1336	-0,0005	2,76	-0,0823	-0,0352
2,37	-0,1323	-0,0018	2,77	-0,0811	-0,0356
2,38	-0,1309	-0,0031	2,78	-0,0799	-0,0361
2,39	-0,1296	-0,0044	2,79	-0,0787	-0,0365
2,40	-0,1282	-0,0056	2,80	-0,0777	-0,0369
2,41	-0,1268	-0,0068	2,81	-0,0765	-0,0373
2,42	-0,1255	-0,0080	2,82	-0,0754	-0,0377
2,43	-0,1241	-0,0092	2,83	-0,0742	-0,0381
2,44	-0,1228	-0,0103	2,84	-0,0731	-0,0385

Продовження таблиці В.1

$kx$	$\mu$	$\eta$	$kx$	$\mu$	$\eta$
2,85	-0,0721	-0,0388	3,22	-0,0367	-0,0430
2,86	-0,0710	-0,0391	3,23	-0,0359	-0,0429
2,87	-0,0699	-0,0394	3,24	-0,0351	-0,0428
2,88	-0,0687	-0,0397	3,25	-0,0343	-0,0427
2,89	-0,0676	-0,0400	3,26	-0,0336	-0,0426
2,90	-0,0666	-0,0403	3,27	-0,0328	-0,0425
2,91	-0,0656	-0,0406	3,28	-0,0321	-0,0424
2,92	-0,0645	-0,0409	3,29	-0,0313	-0,0423
2,93	-0,0634	-0,0411	3,30	-0,0306	-0,0422
2,94	-0,0624	-0,0413	3,31	-0,0299	-0,0421
2,95	-0,0614	-0,0415	3,32	-0,0292	-0,0420
2,96	-0,0603	-0,0417	3,33	-0,0285	-0,0419
2,97	-0,0593	-0,0419	3,34	-0,0278	-0,0418
2,98	-0,0583	-0,0420	3,35	-0,0271	-0,0417
2,99	-0,0573	-0,0421	3,36	-0,0264	-0,0415
3,00	-0,0563	-0,0423	3,37	-0,0257	-0,0413
3,01	-0,0553	-0,0423	3,38	-0,0251	-0,0411
3,02	-0,0543	-0,0424	3,39	-0,0244	-0,0409
3,03	-0,0534	-0,0425	3,40	-0,0237	-0,0408
3,04	-0,0524	-0,0426	3,41	-0,0230	-0,0406
3,05	-0,0515	-0,0427	3,42	-0,0225	-0,0404
3,06	-0,0505	-0,0428	3,43	-0,0218	-0,0403
3,07	-0,0496	-0,0429	3,44	-0,0212	-0,0401
3,08	-0,0487	-0,0430	3,45	-0,0206	-0,0399
3,09	-0,0478	-0,0431	3,46	-0,0200	-0,0397
3,10	-0,0469	-0,0431	3,47	-0,0194	-0,0395
3,11	-0,0460	-0,0431	3,48	-0,0189	-0,0392
3,12	-0,0451	-0,0432	3,49	-0,0183	-0,0390
3,13	-0,0442	-0,0432	3,50	-0,0177	-0,0389
3,14	-0,0433	-0,0432	3,51	0,0171	-0,0386
$\pi$	-0,0432	-0,0432	3,52	-0,0165	-0,0384
3,15	-0,0424	-0,0432	3,53	-0,0160	-0,0382
3,16	-0,0416	-0,0432	3,54	-0,0155	-0,0380
3,17	-0,0407	-0,0432	3,55	-0,0149	-0,0378
3,18	-0,0399	-0,0431	3,56	-0,0144	-0,0376
3,19	-0,0391	-0,0431	3,57	-0,0139	-0,0373
3,20	-0,0383	-0,0431	3,58	-0,0134	-0,0371
3,21	-0,0375	-0,0430	3,59	-0,0129	-0,0368

Продовження таблиці В.1

$kx$	$\mu$	$\eta$	$kx$	$\mu$	$\eta$
3,60	-0,0124	-0,0366	3,89	-0,0011	-0,0289
3,61	-0,0119	-0,0363	3,90	-0,0008	-0,0286
3,62	-0,0114	-0,0361	3,91	-0,0005	-0,0283
3,63	-0,0109	-0,0359	3,92	-0,0002	-0,0280
3,64	-0,0105	-0,0356	1,25 $\pi$	-0,0000	-0,0279
3,65	-0,0101	-0,0354	3,93	0,0001	-0,0278
3,66	-0,0096	-0,0351	3,94	0,0003	-0,0275
3,67	-0,0092	-0,0348	3,95	0,0005	-0,0272
3,68	-0,0088	-0,0346	3,96	0,0008	-0,0269
3,69	-0,0083	-0,0343	3,97	0,0011	-0,0267
3,70	-0,0079	-0,0341	3,98	0,0014	-0,0264
3,71	-0,0075	-0,0338	3,99	0,0017	-0,0262
3,72	-0,0071	-0,0336	4,00	0,0019	-0,0258
3,73	-0,0067	-0,0333	4,10	0,0040	-0,0231
3,74	-0,0063	-0,0330	4,20	0,0057	-0,0204
3,75	-0,0059	-0,0327	4,30	0,0070	-0,0179
3,76	-0,0055	-0,0324	4,40	0,0079	-0,0155
3,77	-0,0051	-0,0322	4,50	0,0085	-0,0132
3,78	-0,0048	-0,0319	4,60	0,0089	-0,0111
3,79	-0,0044	-0,0316	4,70	0,0090	-0,0092
3,80	-0,0040	-0,0314	4,80	0,0089	-0,0075
3,81	-0,0036	-0,0311	4,90	0,0087	-0,0059
3,82	-0,0033	-0,0308	4,00	0,0084	-0,0046
3,83	-0,0030	-0,0305	5,10	0,0080	-0,0038
3,84	-0,0027	-0,0303	5,20	0,0075	-0,0023
3,85	-0,0023	-0,0300	5,30	0,0069	-0,0014
3,86	-0,0020	-0,0297	5,40	0,0064	-0,0006
3,87	-0,0017	-0,0294	5,50	0,0058	0,0000
3,88	-0,0014	-0,0292			

## ДОДАТОК Г

### Температури закріплення

Таблиця Г.1 – Допустимі підвищення температур рейкових плітей

Тип рейки	Еюра шпал	Допустиме, з умов стійкості колії, підвищення температури рейкових плітей $[\Delta t_c]$ , °С,									
		в прямій ділянці	в кривих радіусом, м								
			2000	1200	1000	800	600	500	400	350	300
Для залізобетонних шпал на щебеневому баласті, скріплення КБ											
Р75	1840	58	53	50	49	47	43	40	36	33	29
	1680	51	47	45	44	42	39	36	-	-	-
	1600	50	46	44	43	41	38	35	-	-	-
Р65	1840	57	53	50	48	46	44	39	34	31	26
	1680	51	47	45	43	41	39	35	-	-	-
	1600	50	46	44	42	40	38	34	-	-	-
УІС60	1840	59	53	59	49	47	44	39	36	33	28
	1680	55	49	55	46	44	41	36	33	31	26
	1600	54	48	54	45	43	40	35	33	30	25
Р50	1840	65	60	57	55	52	48	44	39	35	30
	1680	58	54	51	49	46	42	39	-	-	-
	1600	57	53	50	48	45	41	38	-	-	-
Для залізобетонних шпал на щебеневому баласті, скріплення КПП											
Р75	1840	47	43	41	40	38	35	32	29	27	24
	1680	41	38	36	36	34	32	29	-	-	-
	1600	41	37	36	35	33	31	28	-	-	-
Р65	1840	46	43	41	39	37	36	32	28	25	21
	1680	41	38	36	35	33	32	28	-	-	-
	1600	41	37	36	34	32	31	28	-	-	-
УІС60	1840	48	43	48	40	38	36	32	29	27	23
	1680	45	40	45	37	36	33	29	27	25	21
	1600	44	39	44	36	35	32	28	27	24	20
Р50	1840	53	49	46	45	42	39	36	32	28	24
	1680	47	44	41	40	37	34	32	-	-	-
	1600	46	43	41	39	36	33	31	-	-	-

Таблиця Г.2 – Допустимі зниження температур рейкових плітей

Тип рейки	Швидкість, км/год	Допустиме, з умов міцності рейки, зниження температури рейкових плітей $[\Delta t_p]$ , °C										
		в прямій ділянці	в кривих радіусом, м									
			2000	1200	1000	800	600	500	400	350	300	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Електровоз ВЛ8												
Р65	60	101	100	100	100	99	99	97	96	95	93	
	80	98	97	97	97	96	95	94	99	91	89	
УІС60	60	90	89	89	89	88	87	86	84	82	80	
	80	86	85	84	84	84	83	81	80	77	75	
Р50	60	86	85	85	85	84	83	82	80	78	75	
	80	82	81	81	81	80	79	77	75	73	70	
Електровози ВЛ10, ВЛ11, ВЛ11 <sup>М</sup>												
Р65	60	100	99	99	99	98	97	95	94	93	91	
	80	97	96	96	96	95	94	93	91	90	88	
	110	92	91	91	91	90	89	87	-	-	-	
УІС60	60	91	90	90	90	90	88	86	85	84	81	
	80	87	86	86	86	86	84	82	80	79	77	
	110	81	80	80	80	80	77	75				
Р50	60	86	85	85	85	84	82	80	79	78	75	
	80	82	81	81	81	80	78	76	74	73	71	
	110	76	75	75	75	74	71	69	-	-	-	
Електровоз ВЛ10 <sup>У</sup>												
Р65	60	97	96	96	96	95	94	92	91	90	88	
	80	94	93	93	93	92	91	89	88	87	85	
	100	91	90	90	90	89	87	86	-	-	-	
УІС60	60	87	86	86	86	86	84	82	80	80	77	
	80	83	82	82	82	82	80	78	76	75	72	
Р50	60	82	81	81	81	81	78	76	75	74	71	
	80	78	77	77	77	77	74	72	70	69	66	
	100	74	73	73	73	72	69	67	-	-	-	
Електровоз ВЛ82 <sup>М</sup>												
Р65	60	96	96	96	96	95	93	92	91	90	88	
	80	93	93	93	93	92	90	88	87	86	84	
	100	90	89	89	89	88	87	85	-	-	-	
УІС60	95	91	90	90	89	87	85	82	81	78		
	92	87	87	86	85	83	81	78	76	74		
	88	84	83	82	81	78	76					
Р50	60	82	81	81	81	80	78	76	74	73	70	
	80	77	77	76	76	76	73	71	69	68	65	
	100	72	72	71	71	71	68	66	-	-	-	



## Продовження таблиці Г.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Електровози ВЛ60, ВЛ60 <sup>К</sup>											
Р65	60	103	98	97	97	95	93	90	87	86	85
	80	100	95	94	93	92	89	86	83	82	81
	100	97	92	90	90	88	85	82	-	-	-
УІС60	93	90	89	89	81	75	73	71	70	69	93
	89	85	85	85	76	69	66	64	63	62	89
	84	81	80	80	70	62	60				84
Р50	60	90	83	82	81	79	76	72	68	66	65
	80	86	79	77	76	74	71	67	63	61	59
	100	82	74	72	71	69	65	61	-	-	-
Електровози ВЛ80, ВЛ80 <sup>К</sup>											
Р65	60	103	98	97	96	95	94	93	93	92	91
	80	101	95	94	93	92	91	90	89	89	88
	100	98	92	91	90	88	87	86	-	-	-
	110	97	90	89	88	86	85	-	-	-	-
УІС60	60	98	91	90	89	88	86	86	85	85	84
	80	95	88	86	86	84	82	82	81	81	80
	100	92	84	82	82	80	78	77			
	110	90	82	80	80	78	76				
Р50	60	92	84	82	82	80	78	77	77	76	75
	80	88	80	78	77	75	74	73	72	72	71
	100	84	76	73	73	71	69	68	-	-	-
	110	82	73	71	70	68	66	-	-	-	-
Електровози ВЛ80 <sup>Т</sup> , ВЛ80 <sup>С</sup>											
Р65	60	105	100	99	98	97	96	95	95	94	94
	80	103	98	96	95	94	93	92	92	91	91
	100	101	95	93	92	91	90	89	89	-	-
	110	99	93	92	91	89	88	87	-	-	-
УІС60	60	96	89	88	87	86	84	83	83	82	82
	80	93	85	84	83	82	80	79	78	78	77
	100	90	82	80	79	77	75	75	74		
	110	88	80	78	77	75	73	72			
Р50	60	94	87	85	84	83	81	80	79	79	78
	80	90	83	81	80	78	77	76	76	75	74
	100	87	79	77	76	74	72	72	71	-	-
	110	85	77	75	74	72	70	69	-	-	-

## Продовження таблиці Г.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Електровози ДЕ1, ДЕ2											
P65	60	96	95	95	94	88	82	78	75	74	72
	80	93	92	92	91	84	78	74	71	70	68
	100	90	89	89	88	81	74	70	67	65	-
	120	87	86	85	84	77	70	66	62	-	-
	130	86	84	84	83	75	68	64	-	-	-
UIC60	60	88	85	84	84	80	71	68	66	63	60
	80	84	81	80	80	76	66	63	60	58	54
	100	81	77	76	76	72	61	58	55	52	-
	120	77	72	71	71	67	56	53	49	-	-
	130	75	70	69	69	65	53	50	-	-	-
P50	60	81	79	79	78	70	61	57	53	51	49
	80	77	75	75	74	65	56	52	47	45	43
	100	73	71	70	69	60	51	46	41	39	-
	120	68	67	66	65	55	45	40	35	-	-
	130	66	65	64	63	52	42	37	-	-	-
Електровоз ДСЗ											
P65	60	104	103	103	102	97	92	90	87	86	84
	80	102	101	101	100	95	90	87	84	83	82
	100	100	99	99	98	92	87	84	81	80	-
	120	98	97	97	96	90	84	81	78	-	-
	140	96	95	94	94	87	81	78	-	-	-
	160	94	93	92	91	85	78	-	-	-	-
P50	60	92	90	90	89	83	76	72	69	67	66
	80	89	88	87	86	79	72	69	65	63	61
	100	86	85	84	83	76	68	65	61	59	-
	120	83	82	81	80	72	64	60	56	-	-
	140	80	79	78	77	69	60	56	-	-	-
	160	77	76	75	74	65	56	-	-	-	-
Електровози ЧС2, ЧС2 <sup>Г</sup>											
P65	60	108	103	102	99	97	95	93	91	88	87
	80	106	101	100	97	95	92	90	88	85	84
	100	103	98	97	94	92	89	86	84	-	-
	120	101	96	94	90	88	85	-	-	-	-
	140	98	92	90	87	85	-	-	-	-	-
	160	95	89	87	83	81	-	-	-	-	-
UIC60	60	120	100	100	100	95	89	85	81	78	76
	80	99	98	97	97	92	85	81	76	74	72
	100	97	95	94	94	88	81	77	72	-	-
	120	94	92	91	91	85	78	-	-	-	-

Продовження таблиці Г.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
UIC60	140	91	89	88	88	82					
	160	88	86	85	85	78					
P50	60	97	91	89	85	83	79	76	7.	70	69
	80	94	87	85	81	79	75	72	65	66	64
	100	91	84	82	77	75	70	67	6^	-	-
	120	87	80	77	73	70	65	62		-	-
	140	83	75	73	67	65	-	-		-	-
	160	78	70	67	62	-	-	-		-	-
Електровози ЧС4, ЧС4 <sup>Т</sup>											
P65	60	106	104	103	103	102	101	99	9	96	94
	80	104	102	101	101	100	99	97	9	93	91
	100	102	100	99	99	98	97	95	9.	91	89
	120	100	98	97	97	96	95	93	9(	88	86
	140	98	96	95	95	93	92	-		-	
	160	96	93	92	92	91	-	-		-	
UIC60	60	99	96	96	95	87	79	75	70	68	66
	80	97	93	93	92	84	75	70	66	63	61
	100	94	90	90	89	80	71	66	61	59	56
	120	91	87	87	86	76	67	61	56	54	51
	140	88	84	83	83	73	62				
	160	85	81	80	80	69					
P50	60	94	91	90	90	88	87	85	8	80	77
	80	92	88	87	87	86	84	82	Т	77	74
	100	89	86	85	84	83	81	79	75	-	-
P50	120	86	83	82	81	80	78	-	-	-	-
	140	84	80	78	78	76	75	-	-	-	-
	160	80	76	75	75	73	-	-	-	-	-
Електровоз ЧС7											
P65	60	107	103	102	99	97	94	92	90	88	87
	80	106	102	100	97	96	93	91	88	86	85
	100	105	100	99	95	94	91	88	86	84	-
	120	103	98	96	63	91	88	86	84	.	-
	140	101	96	94	91	89	85	83	-	-	
	160	99	93	91	88	86	82	.	-	.	
UIC60	60	99	98	97	97	92	88	86	83	82	81
	80	97	95	94	94	90	85	82	80	78	77
	100	94	92	92	92	87	81	79	76	75	
	120	92	90	89	89	83	78	76	73		
	140	89	87	86	86	80	75	72			
	160	86	84	83	83	77	71				

## Продовження таблиці Г.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P50	60	97	92	90	86	84	80	77	75	71	70
	80	96	90	88	84	82	78	75	72	69	68
	100	94	88	86	81	79	75	72	69	66	-
	120	91	85	83	78	76	72	69	65	.	-
	140	89	82	79	75	72	68	64	-	-	-
	160	86	78	76	71	68	63	-	-	-	-
Електровоз ЧС8											
P65	60	107	102	101	98	96	93	91	89	87	86
	80	106	101	100	97	95	92	90	88	85	84
	100	104	99	98	95	93	90	88	85	83	-
P65	120	103	98	96	92	91	87	85	83	-	-
	140	101	95	93	90	88	84	82	-	-	-
	160	98	93	91	87	85	81	-	-	-	-
UIC60	60	99	97	96	96	92	87	85	82	81	79
	80	96	94	94	93	89	84	81	79	77	76
	100	94	91	91	91	85	80	78	75	73	-
	120	91	89	88	88	82	77	74	71	-	-
	140	88	86	85	85	79	73	71	-	-	-
	160	85	83	82	82	76	70	-	-	-	-
P50	60	96	90	88	85	83	79	76	73	70	69
	80	95	89	87	82	80	76	73	71	67	66
	100	93	86	84	80	78	74	71	68	64	-
	120	91	84	82	77	75	70	67	64	.	-
	140	88	81	78	73	71	66	63	-	-	-
	160	84	77	74	69	67	62	-	-	-	-
Тепловози М62, 2М62											
P65	60	109	107	106	106	104	102	100	99	98	97
	80	107	105	104	104	102	99	98	97	95	94
	100	105	102	101	101	100	97	95	-	-	-
UIC60	60	102	101	100	100	97	92	89	86	85	84
	80	99	98	97	97	93	88	85	82	81	79
	100	96	95	94	94	89	84	81	-	-	-
P50	60	98	94	94	93	91	88	86	84	83	81
	80	95	92	91	90	88	85	83	80	79	78
	100	92	89	88	87	85	81	79	77	-	-
Тепловози 2ТЕ10В, 2ТЕ10М, 2ТЕ10Л											
P65	60	107	104	103	103	101	99	97	96	95	94
P65	80	105	102	101	101	99	96	95	93	92	91
	100	103	100	99	99	96	94	92	90	-	-

## Продовження таблиці Г.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
UIC60	60	100	98	98	98	93	88	84	80	78	76
	80	97	95	94	94	90	84	80	75	73	71
	100	93	91	91	91	86	79	75	70		
P50	60	94	91	90	90	87	84	82	79	78	76
	80	92	88	87	87	84	80	78	76	74	72
	100	89	85	84	83	80	76	74	72		-
Тепловоз 2ТЕ10У											
P65	60	110	109	109	108	104	101	98	95	93	92
	80	108	107	107	106	102	98	95	92	90	89
	100	106	105	105	104	100	96	92	89	-	-
UIC60	60	97	93	93	92	90	87	85	83	81	80
	80	93	89	88	88	85	82	80	78	76	75
	100	89	85	84	84	81	77	75	73		
P50	60	98	97	97	96	91	86	82	78	76	74
	80	96	95	94	93	86	83	78	74	72	70
	100	93	92	91	91	85	79	75	70	68	-
Тепловоз 2ТЕ116											
P65	60	108	103	102	102	100	98	96	93	91	89
	80	105	101	99	99	97	95	93	90	88	86
	100	103	98	97	96	95	92	89	86	84	-
UIC60	60	100	98	98	98	93	88	84	80	78	76
	80	97	95	94	94	90	84	80	75	73	71
	100	93	91	91	91	86	79	75	70	68	
P50	60	95	89	88	87	85	82	79	75	72	70
	80	92	86	84	83	81	78	75	70	67	65
	100	89	82	80	79	77	74	70	66	-	-
Тепловози ТЕП60, 2ТЕП60											
P65	60	110	105	104	104	103	101	98	96	94	92
	80	108	104	103	102	101	99	96	94	92	90
	100	107	102	101	100	99	97	94	91	-	
	120	105	100	99	98	97	94	92	-	-	
	140	103	98	97	96	95	92	-	-	-	
	160	101	96	95	94	92	-	-	-	-	
UIC60	60	100	95	94	93	91	88	86	83	80	77
	80	97	92	90	90	88	84	83	79	75	72
	100	94	89	87	87	84	81	79	74		
	120	91	85	83	83	81	77	75			
	140	88	82	80	79	77	73				
	160	85	78	76	76	73					

## Продовження таблиці Г.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P50	60	99	94	92	91	90	87	84	80	78	76
	80	97	91	90	89	87	84	81	77	75	72
	100	95	89	87	87	85	81	78	74	-	-
	120	93	86	84	84	82	78	75	-	-	-
	140	90	83	81	81	78	75	71	-	-	-
	160	87	80	80	78	77	75	71	-	-	-
Тепловоз ТЕП70											
P65	60	107	102	101	101	99	97	95	92	90	88
	80	105	100	99	98	97	94	92	89	87	85
	100	102	97	96	95	94	91	88	85	83	81
	120	100	94	93	92	90	88	85	82	-	-
	140	97	91	90	89	87	84	81	-	-	-
	160	94	87	87	86	85	83	80	-	-	-
UIC60	60	103	98	97	97	95	92	91	87	84	82
	80	100	95	94	94	92	89	87	83	80	77
	100	98	92	91	91	89	85	83	79	76	73
	120	95	89	88	87	85	81	79	75		
	140	92	86	84	84	81	77	76			
	160	89	82	81	80	78	73				
P50	60	95	89	87	87	85	82	79	75	72	70
	80	92	85	84	83	81	78	74	70	67	65
	100	89	82	80	79	77	73	70	65	62	59
	120	85	77	75	75	73	69	65	60	56	-
	140	81	73	71	70	68	64	59	54	-	-
Електропоїзди EP1, EP2, EP9											
P65	60	109	107	106	106	105	102	101	99	97	95
	80	108	105	104	104	103	101	99	97	95	93
	100	107	104	103	103	102	99	97	95	93	-
	120	105	102	101	101	100	97	95	93	-	-
	130	104	101	100	100	99	96	94	-	-	-
UIC60	60	103	97	96	95	94	90	90	88	88	87
	80	101	94	93	92	91	87	87	85	85	84
	100	98	92	90	90	88	84	83	82	81	
	120	96	89	87	87	85	81	80	78		
	130	95	87	85	85	83	79	78			
P50	60	99	95	94	94	92	89	87	84	82	79
	80	97	93	92	92	90	87	85	82	79	76
	100	95	91	90	90	88	84	82	79	76	-
	120	93	88	87	87	85	81	79	76	-	-
	130	92	87	86	85	84	80	77	-	-	-

## ДОДАТОК Д

### Розрахункові температури рейок мережі залізниць України

Таблиця Д.1

Залізнична станція	Температура рейок, °С		Розрахункова температурна амплітуда, $T_A$ , °С
	літня $t_{max\ max}$	зимова $t_{min\ min}$	
1	2	3	4
Азов	60	-33	93
Амвросіївка	60	-36	96
Апостолово	59	-34	93
Бахмут	61	-38	99
Бахмач	57	-37	94
Бердичів	58	-35	93
Бердянськ	59	-29	88
Белгород-Дністровський	58	-29	87
Білокоровичі	59	-34	93
Вінниця	58	-36	94
Владиславівка	58	-25	83
Вознесенськ	60	-30	90
Волноваха	59	-31	90
Володимир-Волинський	58	-36	94
Ворожба	57	-37	94
Генічеськ	58	-32	90
Глухів	57	-37	94
Горлівка	60	-37	97
Гребінка	58	-35	93
Гречани	56	-32	88
Дебальцеве	60	-37	97
Джанкой	61	-30	91
Дніпро	60	-34	94
Долина	57	-34	91
Долинська	60	-34	94
Євпаторія	60	-28	88
Жашків	58	-38	96
Житомир	58	-35	93
Жмеринка	58	-33	91
Запоріжжя	61	-34	95
Знам'янка	60	-35	95
Золотоноша	59	-37	96
Ізюм	60	-40	100

## Продовження таблиці Д.1

1	2	3	4
Гловайське	60	-36	96
Кам'янець-Подільський	62	-40	102
Керч	57	-26	83
Київ	59	-32	91
Кирилівка	61	-33	94
Кіровоград	60	-35	95
Козятин	58	-36	94
Коломия	58	-32	90
Конотоп	57	-37	94
Костянтинівка	60	-37	97
Коростень	59	-34	93
Котовськ	58	-31	89
Красний Лиман	61	-38	99
Покровськ	60	-36	96
Красноград	59	-35	94
Кременчук	60	-35	95
Кривий Ріг	60	-35	95
Кримська	59	-24	83
Куп'янськ-Вузловий	61	-36	97
Лавочне	59	-34	93
Лозова	60	-37	97
Лохвиця	58	-36	94
Лубни	58	-36	94
Луганськ	61	-42	103
Луцьк	58	-34	92
Львів	57	-33	90
Маріуполь	59	-31	90
Мелітополь	61	-33	94
Миколаїв	60	-30	90
Миронівка	59	-36	95
Ніжин	58	-37	95
Нікополь	59	-34	93
Новоград-Волинський	57	-35	92
Новоолексіївка	61	-31	92
Овруч	59	-34	93
Одеса	57	-28	85
Острикове	60	-29	89
Павлоград	60	-34	94
Полтава	58	-37	95



Продовження таблиці Д.1

1	2	3	4
Помічня	60	-35	95
Прилуки	58	-35	93
П'ятихатки	60	-35	95
Рівне	58	-36	94
Роздільна	57	-28	85
Ромодан	59	-38	97
Самбір	57	-34	91
Сватове	61	-36	97
Севастополь	58	-22	80
Синельнікове	60	-34	94
Сімферополь	60	-29	89
Слав'янськ	61	-38	99
Суми	58	-36	94
Тернопіль	57	-34	91
Тетерів	59	-37	96
Ужгород	60	-28	88
Уладівка	58	-36	94
Умань	58	-37	95
Фастів	59	-36	95
Федорівка	61	-33	94
Феодосія	58	-25	83
Харків	59	-36	95
Херсон	59	-32	91
Христинівка	58	-37	95
Хуст	60	-33	93
Хутір-Михайлівський	58	-36	94
Цвіткове	58	-37	95
Чаплине	59	-32	91
Черкаси	58	-37	95
Чернівці	58	-32	90
Чернігів	59	-34	93

Для пунктів, не вказаних в таблиці, розрахункові температури визначають лінійною Інтерполяцією. При розходженні результатів, одержаних інтерполяцією, з більш точними відомостями, одержаними на місцях, можна користуватися останніми з дозволу начальника служби колії.

## ДОДАТОК Е

### Приклади розрахунків

#### *1 Визначення розрахункового динамічного навантаження*

*Вихідні дані:*

Умови – літо; категорія колії III.

Рухомий склад: локомотив ВЛ-23, швидкість руху  $V=100$  км/год (27,8 м/с).

Вантажонапруженість – до 35 млн т км/км за рік.

Залізобетонні шпали, епюра шпал 1840 шп./км.

Рейки – Р65 термозміцненні, знос 9 мм .

Баласт – щебінь, товщина під шпалою 55 см.

Скріплення КБ-65.

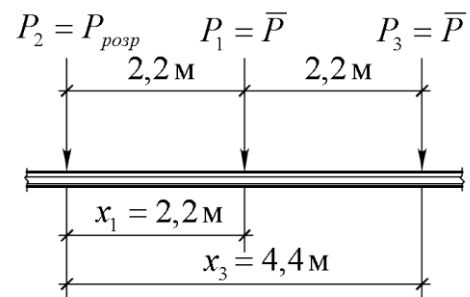
Формула	Одиниці виміру	Прийняті дані для розрахунків	Варіант розрахунку	Результат розрахунку
$z_{\max} = (a + b \cdot 10^{-4} \cdot V^2) \cdot 10^{-3}$	м	$V = 100$ км/год	$z_{\max} = (10,9 + 9,6 \cdot 10^{-4} \cdot 100^2) \cdot 10^{-3}$	<b>0,021м</b>
$P_p^{\max} = \mathcal{J}c_p \cdot z_{\max}$	кН	$\mathcal{J}c_p = 1420$ кН/м $z_{\max} = 0,021$ м	$P_p^{\max} = 1420 \cdot 0,021$	<b>29,820 кН</b>
$\bar{P}_p = 0,75 \cdot P_p^{\max}$	кН	$P_p^{\max} = 29,820$ кН	$\bar{P}_p = 0,75 \cdot 29,820$	<b>22,365 кН</b>
$\bar{P} = P_{cm} + \bar{P}_p$	кН	$P_{cm} = 115$ кН $\bar{P}_p = 22,365$ кН	$\bar{P} = 115 + 22,365$	<b>137,365 кН</b>
$S_p = 0,08 \cdot P_p^{\max}$	кН	$P_p^{\max} = 29,820$ кН	$S_p = 0,08 \cdot 29,820$	<b>2,386 кН</b>
$k = \sqrt[4]{\frac{U_z}{4E \cdot I}}$	м <sup>-1</sup>	$U_z = 67,7$ МПа $E = 2,1 \cdot 10^5$ МПа $I = 2998 \cdot 10^{-8}$ м <sup>4</sup>	$k = \sqrt[4]{\frac{67,7}{4 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 2998 \cdot 10^{-8}}}$	<b>1,280 м<sup>-1</sup></b>

Формула	Одиниці виміру	Прийняті дані для розрахунків	Варіант розрахунку	Результати розрахунку
$S_{pn} = 1,788 \cdot 10^{-4} \cdot \alpha_1 \cdot \gamma \cdot \beta \cdot \varepsilon \cdot \ell_{ш} \cdot \sqrt{\frac{U_z \cdot q_k}{k}} \cdot \bar{P} \cdot V$	кН	$\alpha_1 = 0,931$ $\gamma = 1; \beta = 0,87$ $\varepsilon = 0,322$ $\ell_{ш} = 0,54 \text{ м}$ $U_z = 67,7 \text{ МПа}$ $q_k = 31,7 \text{ кН}$ $k = 1,280 \text{ м}^{-1}$ $\bar{P} = 137,365 \text{ кН}$ $V = 100 \text{ км/год}$	$S_{pn} = 1,788 \cdot 10^{-4} \cdot 0,931 \cdot 1 \cdot 0,87 \cdot 0,322 \cdot 0,54 \cdot \sqrt{\frac{67,7 \cdot 31,7}{1,280}} \cdot 137,365 \cdot 100$	14,162 кН
$S_{инк} = 0,5 \cdot 10^3 \alpha_0 \cdot \xi \cdot e_0 \cdot \frac{U_z}{k}$	кН	$\alpha_0 = 0,403$ $\xi = 1,47$ $e_0 = 0,047 \cdot 10^{-2} \text{ м}$ $U_z = 67,7 \text{ МПа}$ $k = 1,280 \text{ м}^{-1}$	$S_{инк} = 0,5 \cdot 10^3 \cdot 0,403 \cdot 1,47 \cdot 0,047 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{67,7}{1,280}$	7,363 кН
$S_{бнк} = \frac{0,052 \cdot 10^{-4} \cdot \alpha_0 \cdot U_z \cdot \sqrt{q_k} \cdot V^2}{d^2 \cdot \sqrt{10^{-1} \cdot k \cdot U_z - 3,26 \cdot k^2 \cdot q_k} \cdot 10^{-2}}$	кН	$\alpha_0 = 0,403$ $U_z = 67,7 \text{ МПа}$ $q_k = 31,7 \text{ кН}$ $V = 100 \text{ км/год}$ $d = 1,2 \text{ м}$ $k = 1,280 \text{ м}^{-1}$	$S_{бнк} = \frac{0,052 \cdot 10^{-4} \cdot 0,403 \cdot 67,7 \cdot \sqrt{31,7} \cdot 100^2}{1,2^2 \cdot \sqrt{10^{-1} \cdot 1,280 \cdot 67,7 - 3,26 \cdot 1,280^2 \cdot 31,7} \cdot 10^{-2}}$	2,101 кН
$S = \sqrt{S_p^2 + S_{pn}^2 + q_1 \cdot S_{инк}^2 + q_2 \cdot S_{бнк}^2}$	кН	$S_p = 2,386 \text{ кН}$ $S_{pn} = 14,164 \text{ кН}$ $S_{инк} = 7,363 \text{ кН}$ $S_{бнк} = 2,101 \text{ кН}$ $q_1 = 0,05; q_2 = 0,95$	$S = \sqrt{2,386^2 + 14,164^2 + 0,05 \cdot 7,363^2 + \sqrt{+0,95 \cdot 2,101^2}}$	14,602 кН

Формула	Одиниці виміру	Прийняті дані для розрахунків	Варіант розрахунку	Результати розрахунку
$P_{розр} = P_{max}^{сер} = \bar{P} + \lambda_{\phi} \cdot S$	кН	$\bar{P} = 137,365$ кН $\lambda_{\phi} = 2,5$ $S = 14,651$ кН	$P_{розр} = P_{max}^{сер} = 137,365 + 2,5 \cdot 14,602$	<b>173,870 кН</b>

## 2 Вибір розрахункової осі екіпажа

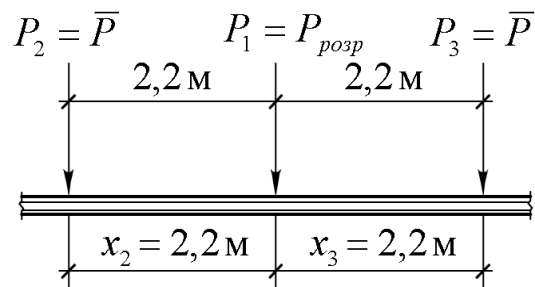
### 1) Крайня ліва ( $P_2$ ) вісь розрахункова



Формула	Одиниці виміру	Прийняті дані для розрахунків	Варіант розрахунку	Результати розрахунку
$k \cdot x_1$	—	$k = 1,280$ м <sup>-1</sup> $x_1 = 2,2$ м	$k \cdot x_1 = 1,280 \cdot 2,2 = 2,816$	$\mu_1 = -0,07584$ $\eta_1 = -0,03754$
$k \cdot x_2$	—	$k = 1,280$ м <sup>-1</sup> $x_3 = 4,4$ м	$k \cdot x_3 = 1,280 \cdot 4,4 = 5,632$	$\mu_3 = 0$ $\eta_3 = 0$
$\sum \mu_i$	—	$\mu_1 = -0,07584$ $\mu_2 = 0$	$\sum \mu_i = -0,07584 + 0$	<b>-0,07584</b>
$\sum \eta_i$	—	$\eta_1 = -0,03754$ $\eta_2 = 0$	$\sum \eta_i = -0,03754 + 0$	<b>-0,03754</b>

Формула	Одиниці виміру	Прийняті дані для розрахунків	Варіант розрахунку	Результати розрахунку
$\sum \bar{P}\mu_i$	кН	$\bar{P} = 137,365$ кН $\sum \mu_i = -0,07584$	$\sum \bar{P}\mu_i = 137,365 \cdot (-0,07584)$	<b>-10,418 кН</b>
$\sum \bar{P}\eta_i$	кН	$\bar{P} = 137,365$ кН $\sum \eta_i = -0,03754$	$\sum \bar{P}\eta_i = 137,365 \cdot (-0,03754)$	<b>-5,157 кН</b>
$P'_{1екв} = P_{розр} + \sum \bar{P}\mu_i$	кН	$P_{розр} = 173,870$ кН $\sum \bar{P}\mu_i = -10,418$ кН	$P'_{1екв} = 173,870 - 10,418$	<b>163,452 кН</b>
$P'_{2екв} = P_{розр} + \sum \bar{P}\eta_i$	кН	$P_{розр} = 173,870$ кН $\sum \bar{P}\eta_i = -5,157$ кН	$P'_{2екв} = 173,870 - 5,157$	<b>168,713 кН</b>

## 2) Середня ( $P_1$ ) вісь розрахункова



Формула	Одиниці виміру	Прийняті дані для розрахунків	Варіант розрахунку	Результати розрахунку
$k \cdot x_2$	—	$k = 1,280$ м <sup>-1</sup> $x_2 = 2,2$ м	$k \cdot x_2 = 1,280 \cdot 2,2 = 2,816$	$\mu_2 = -0,07584$ $\eta_2 = -0,03754$
$k \cdot x_3$	—	$k = 1,280$ м <sup>-1</sup> $x_3 = 2,2$ м	$k \cdot x_3 = 1,280 \cdot 2,2 = 2,816$	$\mu_3 = -0,07584$ $\eta_3 = -0,03754$

Формула	Одиниці виміру	Прийняті дані для розрахунків	Варіант розрахунку	Результати розрахунку
$\sum \mu_i$	—	$\mu_2 = -0,07584$ $\mu_3 = -0,07584$	$\sum \mu_i = -0,07584 + (-0,07584)$	<b>-0,15168</b>
$\sum \eta_i$	—	$\eta_3 = -0,03754$ $\eta_2 = -0,03754$	$\sum \eta_i = -0,03754 + (-0,03754)$	<b>-0,06908</b>
$\sum \bar{P} \mu_i$	кН	$\bar{P} = 137,365$ кН $\sum \mu_i = -0,15168$	$\sum \bar{P} \mu_i = 137,365 \cdot (-0,15168)$	<b>-20,836 кН</b>
$\sum \bar{P} \eta_i$	кН	$\bar{P} = 137,365$ кН $\sum \eta_i = -0,06908$	$\sum \bar{P} \eta_i = 137,365 \cdot (-0,06908)$	<b>-9,489 кН</b>
$P_{1екв}'' = P_{розр} + \sum \bar{P} \mu_i$	кН	$P_{розр} = 173,870$ кН $\sum \bar{P} \mu_i = -20,836$ кН	$P_{1екв}'' = 173,870 + (-20,836)$	<b>153,034 кН</b>
$P_{2екв}'' = P_{розр} + \sum \bar{P} \eta_i$	кН	$P_{розр} = 173,870$ кН $\sum \bar{P} \eta_i = -9,489$ кН	$P_{2екв}'' = 173,870 + (-9,489)$	<b>164,381 кН</b>

Порівнюємо результати:

$$163,452 \text{ кН} > 153,034 \text{ кН}, \text{ тобто } P_{1екв}' > P_{1екв}'' ,$$

$$168,713 \text{ кН} > 164,381 \text{ кН}, \text{ тобто } P_{2екв}' > P_{2екв}'' .$$

Робимо висновок про те, що перша вісь є розрахунковою для розрахунків згинального моменту рейки і поперечної сили та прогину рейки.

Формула	Одиниці виміру	Прийняті дані для розрахунків	Варіант розрахунку	Результати розрахунку
$M_{дин} = \frac{1}{4k} P_{1екв}$	кН·м	$P_{1екв} = 163,452$ кН $k = 1,280 \text{ м}^{-1}$	$M_{дин} = \frac{1}{4 \cdot 1,280} 163,452$	<b>31,924 кН·м</b>

Формула	Одиниці виміру	Прийняті дані для розрахунків	Варіант розрахунку	Результати розрахунку
$Q_{дин} = \frac{k l_{ш}}{2} P_{2екв}$	кН	$P_{2екв} = 168,713$ кН $k = 1,280$ м <sup>-1</sup> $l_{ш} = 0,54$ м	$Q_{дин} = \frac{1,280 \cdot 0,54}{2} 168,713$	<b>58,307 кН</b>
$Z = \frac{k}{2 \cdot U_z} P_{2екв}$	мм	$P_{2екв} = 168,713$ кН $k = 1,280$ м <sup>-1</sup> $U_z = 67,7$ МПа	$Z = \frac{1,280}{2 \cdot 67,7} 168,713$	<b>1,59 мм</b>

### 3 Розрахунок напружень в рейках, шпалах, баласті

Формула	Одиниці виміру	Прийняті дані для розрахунків	Варіант розрахунку	Результати розрахунку
$\sigma_{n-o} = \frac{M_{дин}}{W_n} \cdot 10^3$	МПа	$M_{дин} = 31,924$ кН·м $W_n = 404$ см <sup>3</sup>	$\sigma_{n-o} = \frac{31,924 \cdot 10^3}{404}$	<b>79,020 МПа</b>
$\sigma_{z-o} = \frac{M_{дин}}{W_k} \cdot 10^3$	МПа	$M_{дин} = 31,924$ кН·м $W_k = 310$ см <sup>3</sup>	$\sigma_{z-o} = \frac{31,924 \cdot 10^3}{310}$	<b>102,981 МПа</b>
$\sigma_{n-k} = f \cdot \sigma_{n-o}$	МПа	$f = 1,17$ $\sigma_{n-o} = 79,020$ МПа	$\sigma_{n-k} = f \cdot \sigma_{n-o} = 1,17 \cdot 79,020$	<b>92,453 МПа</b>
$\sigma_{z-k} = m_{z-k} \cdot \sigma_{n-o}$	МПа	$m_{z-k} = 1,39$ $\sigma_{n-o} = 79,020$ МПа	$\sigma_{z-k} = 1,39 \cdot 79,020$	<b>109,838 МПа</b>
$m_{z-k} = \frac{Z_z}{Z_n} + (f-1) \frac{b_z}{b_n}$	—	$Z_z = 96,8$ мм $Z_n = 74,2$ мм $f = 1,17$ $b_z = 72,8$ мм $b_n = 150$ мм	$m_{z-k} = \frac{96,8}{74,2} + (1,17 - 1) \frac{72,8}{150}$	<b>1,39</b>

Формула	Одиниці виміру	Прийняті дані для розрахунків	Варіант розрахунку	Результати розрахунку
$\sigma_{ш} = \frac{Q_{дин}}{\omega_{II}} \cdot 10$	МПа	$Q_{дин} = 58,307$ кН $\omega_{II} = 490$ см <sup>2</sup>	$\sigma_{ш} = \frac{58,307 \cdot 10}{490}$	<b>1,190 МПа</b>
$\sigma_{\delta} = \frac{Q_{дин}}{\Omega\alpha} \cdot 10$	МПа	$Q_{дин} = 58,307$ кН $\Omega\alpha = 3150$ см <sup>2</sup>	$\sigma_{\delta} = \frac{58,307 \cdot 10}{3150}$	<b>0,185 МПа</b>

Порівнюємо отримані розрахункові напруження в елементах верхньої будови колії із допустимими напруженнями:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{n-k} &\leq [\sigma_p]_{нр}, \text{ так } 92,453 \text{ МПа} < 320 \text{ МПа}; \\ \sigma_{z-k} &\leq [\sigma_p]_{нр}, \text{ так } 109,838 \text{ МПа} < 320 \text{ МПа}; \\ \sigma_{ш} &\leq [\sigma_{ш}], \text{ так } 1,190 \text{ МПа} < 4 \text{ МПа}; \\ \sigma_{\delta} &\leq [\sigma_{\delta}], \text{ так } 0,185 \text{ МПа} < 0,42 \text{ МПа}. \end{aligned} \right\} \text{ для рейок ланкової колії}$$

Особливістю розрахунку безстикової колії, на відміну від ланкової, є необхідність урахування температурних напружень у рейкових плітях.

Формула	Одиниці виміру	Варіант розрахунку	Відповідь
$\sigma_t = \alpha \cdot E \cdot \Delta t$	$\alpha = 0,0000118$ 1/град $E = 2,1 \cdot 10^5$ МПа $\Delta t = 25$ °С	$\sigma_t = 0,0000118 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 25$	<b>61,95 МПа</b>
$K_n \cdot \sigma_{z-k} + \sigma_t$	$K_n = 1,3$ $\sigma_{z-k} = 109,838$ МПа $\sigma_t = 61,95$ МПа	$1,3 \cdot 109,838 + 61,95$	<b>204,739 МПа</b>
$K_n \cdot \sigma_{n-k} + \sigma_t$	$K_n = 1,3$ $\sigma_{n-k} = 92,453$ МПа $\sigma_t = 61,95$ МПа	$1,3 \cdot 92,453 + 61,95$	<b>182,139 МПа</b>



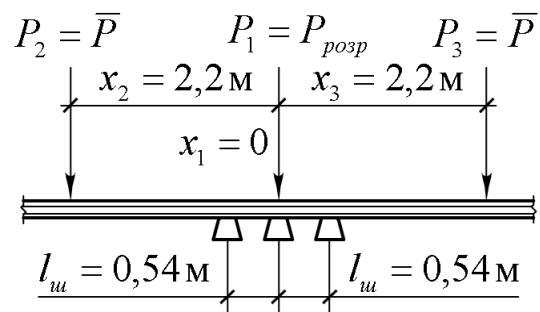
Порівняємо отримані розрахункові напруження в рейкових плітях безстикової колії із допустимими:

$$\kappa_n \cdot \sigma_{2-\kappa} + \sigma_t \leq [\sigma_p]_{\text{БК}}, \text{ так } 204,739 \text{ МПа} < 395 \text{ МПа};$$

$$\kappa_n \cdot \sigma_{n-\kappa} + \sigma_t \leq [\sigma_p]_{\text{БК}}, \text{ так } 182,139 \text{ МПа} < 320 \text{ МПа};$$

**Висновок.** Отримано, що розрахункові напруження в рейках, шпалах і баласті для прийнятого типу ВБК не перевищують допустимих значень. Тобто колія за міцністю відповідає заданим експлуатаційним умовам.

#### 4 Розрахунок напружень на основній площадці земляного полотна



Формула	Одиниці виміру	Прийняті дані для розрахунків	Варіант розрахунку	Результати розрахунку
$Q_{p1} = \frac{k l_u}{2} (P_{розр} + \sum \bar{P} \eta_{2,3})$	кН	$k = 1,280 \text{ м}^{-1}$ $l_u = 0,54 \text{ м}$ $P_{розр} = 173,870 \text{ кН}$ $\sum \bar{P} \eta_{2,3} = -10,313 \text{ кН}$	$Q_{p1} = \frac{1,280 \cdot 0,54}{2} (173,870 - 10,313)$	<b>56,525 кН</b>
$k \cdot x_2$	—	$k = 1,280 \text{ м}^{-1}$ $x_2 = 2,2 \text{ м}$	$k \cdot x_2 = 1,280 \cdot 2,2 = 2,816$	$\eta_2 = -0,03754$
$k \cdot x_3$	—	$k = 1,280 \text{ м}^{-1}$ $x_3 = 2,2 \text{ м}$	$k \cdot x_3 = 1,280 \cdot 2,2 = 2,816$	$\eta_3 = -0,03754$

Формула	Одиниці виміру	Прийняті дані для розрахунків	Варіант розрахунку	Результати розрахунку
$\sum \bar{P} \eta_{2,3}$	кН	$\bar{P} = 137,365$ кН $\sum \eta_{2,3} = -0,07508$	$\sum \bar{P} \eta_{2,3} = 137,365 \cdot (-0,07508)$	<b>-10,313 кН</b>
$Q_{c_2} = \frac{k l_u}{2} (P_{розр} \eta_{p2} + \sum \bar{P} \eta_{c_2})$	кН	$k = 1,280$ м <sup>-1</sup> $l_u = 0,54$ м $P_{розр} \eta_{p2} = 122,665$ кН $\sum \bar{P} \eta_{c_2} = 0,151$ кН	$Q_{c_2} = \frac{1,280 \cdot 0,54}{2} (122,665 + 0,151)$	<b>42,445 кН</b>
$k \cdot l_u$	—	$k = 1,280$ м <sup>-1</sup> $l_u = 0,54$ м	$k \cdot l_u = 1,280 \cdot 0,54 = 0,691$	$\eta_{p2} = 0,7055$
$k \cdot (x_2 - l_u)$	—	$k = 1,280$ м <sup>-1</sup> $l_u = 0,54$ м $x_2 = 2,2$ м	$k \cdot (x_2 - l_u) = 1,280 \cdot (2,2 - 0,54) = 2,12$	$\eta'_{c_2} = 0,0397$
$k \cdot (l_u + x_3)$	—	$k = 1,280$ м <sup>-1</sup> $l_u = 0,54$ м $x_3 = 2,2$ м	$k \cdot (l_u + x_3) = 1,280 \cdot (0,54 + 2,2) = 3,51$	$\eta''_{c_2} = -0,0386$
$P_{розр} \eta_{p2}$	кН	$P_{розр} = 173,870$ кН $\eta_{p2} = 0,7055$	$P_{розр} \eta_{p2} = 173,870 \cdot 0,7055$	<b>122,665 кН</b>
$\sum \bar{P} \eta_{c_2}$	кН	$\bar{P} = 137,365$ кН $\sum \eta_{c_2} = 0,0011$	$\sum \bar{P} \eta_{c_2} = 137,365 \cdot 0,0011$	<b>0,151 кН</b>
$Q_{c_3} = \frac{k l_u}{2} (P_{розр} \eta_{p3} + \sum \bar{P} \eta_{c_3})$	кН	$k = 1,280$ м <sup>-1</sup> $l_u = 0,54$ м $P_{розр} \eta_{p3} = 122,665$ кН $\sum \bar{P} \eta_{c_3} = 0,151$ кН	$Q_{c_3} = \frac{1,280 \cdot 0,54}{2} (122,665 + 0,151)$	<b>42,445 кН</b>

Формула	Одиниці виміру	Прийняті дані для розрахунків	Варіант розрахунку	Результати розрахунку
$k \cdot l_u$	—	$k = 1,280 \text{ м}^{-1}$ $l_u = 0,54 \text{ м}$	$k \cdot l_u = 1,280 \cdot 0,54 = 0,691$	$\eta_{p3} = 0,7055$
$k \cdot (x_3 - l_u)$	—	$k = 1,280 \text{ м}^{-1}$ $l_u = 0,54 \text{ м}$ $x_3 = 2,2 \text{ м}$	$k \cdot (x_3 - l_u) = 1,280 \cdot (2,2 - 0,54) = 2,12$	$\eta'_{c3} = 0,0397$
$k \cdot (l_u + x_2)$	—	$k = 1,280 \text{ м}^{-1}$ $l_u = 0,54 \text{ м}$ $x_2 = 2,2 \text{ м}$	$k \cdot (l_u + x_2) = 1,280 \cdot (0,54 + 2,2) = 3,51$	$\eta''_{c2} = -0,0386$
$P_{розр} \eta_{p3}$	кН	$P_{розр} = 173,870 \text{ кН}$ $\eta_{p3} = 0,7055$	$P_{розр} \eta_{p3} = 173,870 \cdot 0,7055$	<b>122,665 кН</b>
$\sum \bar{P} \eta_{c3}$	кН	$\bar{P} = 137,365 \text{ кН}$ $\sum \eta_{c3} = 0,0313$	$\sum \bar{P} \eta_{c3} = 137,365 \cdot 0,0313$	<b>0,151 кН</b>
$\sigma_{\delta p_1} = \frac{Q_{p1}}{\Omega \alpha} \cdot 10$	МПа	$Q_{p1} = 56,525 \text{ кН}$ $\Omega \alpha = 3150 \text{ см}^2$	$\sigma_{\delta p_1} = \frac{56,525 \cdot 10}{3150}$	<b>0,179 МПа</b>
$\sigma_{\delta c_2} = \frac{Q_{c_2}}{\Omega \alpha} \cdot 10$	МПа	$Q_{c_2} = 42,445 \text{ кН}$ $\Omega \alpha = 3150 \text{ см}^2$	$\sigma_{\delta c_2} = \frac{42,445 \cdot 10}{3150}$	<b>0,135 МПа</b>
$\sigma_{\delta c_3} = \frac{Q_{c_3}}{\Omega \alpha} \cdot 10$	МПа	$Q_{c_3} = 42,445 \text{ кН}$ $\Omega \alpha = 3150 \text{ см}^2$	$\sigma_{\delta c_3} = \frac{42,445 \cdot 10}{3150}$	<b>0,135 МПа</b>
$m = \frac{0,873}{\sigma_{\delta} + 0,427}$	—	$\sigma_{\delta} = 0,185 \text{ МПа}$	$m = \frac{0,873}{0,185 + 0,427}$	<b>1,43</b>
$\sigma_{h_p} = r_1 \sigma_{\delta p_1} (0,635 \cdot m \cdot C_1 + 1,275(2 - m) \cdot C_2)$	МПа	$r_1 = 0,7$ $\sigma_{\delta p_1} = 0,179 \text{ МПа}$ $m = 1,43; C_1 = 0,249$ $C_2 = 0,120$	$\sigma_{h_p} = 0,7 \cdot 0,179(0,635 \cdot 1,43 \cdot 0,249 + 1,275(2 - 1,43) \cdot 0,12)$	<b>0,039 МПа</b>

Формула	Одиниці виміру	Прийняті дані для розрахунків	Варіант розрахунку	Результати розрахунку
$\sigma_{hc_2} = \frac{r_1}{\pi} \cdot A \cdot \sigma_{\delta c_2}$	МПа	$\sigma_{\delta c_2} = 0,135$ МПа $r_1 = 0,7$ $A = 0,2655$	$\sigma_{hc_2} = \frac{0,7}{3,14} \cdot 0,2655 \cdot 0,135$	<b>0,008 МПа</b>
$\sigma_{hc_3} = \frac{r_1}{\pi} \cdot A \cdot \sigma_{\delta c_3}$	МПа	$\sigma_{\delta c_3} = 0,135$ МПа $r_1 = 0,7$ $A = 0,2655$	$\sigma_{hc_3} = \frac{0,7}{3,14} \cdot 0,2655 \cdot 0,135$	<b>0,008 МПа</b>
$\sigma_h = \sigma_{h_{1p}} + \sigma_{hc_2} + \sigma_{hc_3}$	МПа	$\sigma_{h_{1p}} = 0,039$ МПа $\sigma_{hc_2} = 0,008$ МПа $\sigma_{hc_3} = 0,008$ МПа	$\sigma_h = 0,039 + 0,008 + 0,008$	<b>0,055 МПа</b>

Порівнюємо отримані розрахункові напруження стискання ґрунту на основній площадці земляного полотна з допустимим напруженням:

$$\sigma_h \leq [\sigma_3], \text{ так } \mathbf{0,055 \text{ МПа} < 0,1 \text{ МПа}}.$$

**Висновок.** Розрахункові напруження на основній площадці земляного полотна не перевищують допустимих значень, тобто прийнятий тип ВБК відповідає заданим експлуатаційним умовам.

## ДОДАТОК Ж

### Варіанти вихідних даних до розрахунку колії на міцність і стійкість

Рекомендації до вибору номера варіанта:

Номер варіанта локомотива = номер за списком групи;

Номер варіанта ВБК = номер групи + номер за списком групи.

Таблиця Ж.1

Но- мер з/п	Радіус кривої, м	Коротка характеристика ВБК	Назва локомотива
1	2	3	4
1	400	P75(0); 1840(I); Щ-35	ВЛ60 <sup>К</sup>
2	400	УІС60 (3); 1840(I); Щ-35	ВЛ60
3	500	P75(6); 1840(I); Гр-35	ВЛ80
4	600	P75(9); 1840(I); Гр-35	ВЛ80 <sup>Т</sup>
5	700	УІС60(0); 1840(I); Щ-40	ВЛ80 <sup>Р</sup>
6	800	P65(0); 1840(I); Щ-30	ДЕ-1
7	900	P65(3); 1840(I); Гр-30	ДЕ-2
8	1000	P65(6); 1840(I); Щ-30	2ТЕ116
9	400	P65(9); 1840(I); Щ-30	ЧС2
10	500	P65(9); 1840(I); Щ-40	ЧС2 <sup>Т</sup>
11	600	УІС60 (9); 1840(I); Щ-40	ЧС4
12	700	P50(6); 1840(I); Щ-40	М62
13	800	P65(6); 1840(I); Щ-40	ВЛ10
14	900	УІС60 (6); 1840(ЗБ); Щ-35	ВЛ8
15	1000	P65(3); 1840(ЗБ); Щ-35	ВЛ23
16	900	P65(6); 1840(ЗБ); Щ-40	ЧС4 <sup>Т</sup>
17	800	P65(9); 1840(ЗБ); Щ-40	ВЛ19
18	700	P65(0); 1840(ЗБ); ПП; Щ-40	ТЭП60
19	600	P65(3); 1840(ЗБ); ПП; Щ-40	ТЭП10
20	500	P65(6); 1840(ЗБ); ПП; Щ-35	2ТЭ10У
21	400	P65(9); 1840(ЗБ); ПП; Щ-40	ТЭ7
22	500	P75(0); 1840(ЗБ); ПП; Щ-40	ТЭ10
23	600	P75(3); 1840(ЗБ); ПП; Щ-45	ТЭ10Л

Продовження таблиці Ж.1

1	2	3	4
24	700	UIC60 (6); 1840(ЗБ); ПП; Щ-45	ТЭЗ
25	800	P75(9); 1840(ЗБ); ПП; Щ-45	ТЭ2
26	900	P50(0); 1840(ЗБ); ПП; Щ-30	ТЭ1
27	1000	P50(3); 1840(ЗБ); ПП; Щ-35	ТЭМ1
28	900	P50(6); 1840(ЗБ); ПП; Щ-35	ТГМ10
29	800	P50(9); 1840(ЗБ); ПП; Щ-30	ТГМ5
30	700	P50(9); 1840(ЗБ); Щ-30	ТЭП70
31	600	P50(6); 1840(ЗБ); Щ-35	ВЛ82 <sup>М</sup>
32	500	UIC60(3); 1840(ЗБ); Щ-30	2ТЭ10В
33	400	P50(6); 1840(ЗБ); Щ-40	2ТЭ121
34	400	P50(9); 1840(ЗБ); Щ-30	ВЛ19

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Даніленко Е. І., Рибкін В. В. Правила розрахунків залізничної колії на міцність і стійкість. Київ: Транспорт України. 2006. 168 с.

2 Даніленко Е. І. Залізнична колія. Улаштування, проектування і розрахунки, взаємодія з рухомим складом: підручник: у 2 т. Київ: Інпрес, 2010. Т. 1. 528 с.

3 Даніленко Е. І. Залізнична колія. Улаштування, проектування і розрахунки, взаємодія з рухомим складом: підручник: у 2 т. Київ: Інпрес, 2010. Т. 2. 456 с.

4 Технічні вказівки по улаштуванню, укладанню, ремонту і утриманню безстикової колії на залізницях України / В. В. Рибкін, О. М. Патласов, О. І. Белорусов, М. І. Карпов, Д. М. Курган, В. П. Шраменко. Київ: НВП Поліграфсервіс, 2012. 152 с.

5 Правила технічної експлуатації залізниць України. Київ: ТОВ «НВП Поліграфсервіс», 2003. 133 с.

6 Шраменко В. П. Улаштування та експлуатація безстикової колії з рейковими плітями необмеженої довжини: навч. посіб. Харків: УкрДАЗТ, 2002. 127 с.

РОЗРАХУНОК ЗАЛІЗНИЧНОЇ КОЛІЇ  
НА МІЦНІСТЬ І СТІЙКІСТЬ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
до дипломного та курсового проектування

з дисципліни  
*«ЗАЛІЗНИЧНА КОЛІЯ (СПЕЦКУРС)»*

Частина 2

Відповідальний за випуск Вітольберг В. Г.

---

Підписано до друку 10.06.2024 р.  
Умовн. друк. арк. 3,0. Тираж . Замовлення № .  
Видавець та виготовлювач Український державний університет залізничного  
транспорту,  
61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха,7.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018