

КРАСНОЛИМАНСЬКИЙ ЗАОЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра загальнотехнічних дисциплін

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до виконання контрольної роботи
з дисципліни**

„ТРАНСПОРТНІ ЗАСОБИ”

Харків – 2014

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри загальнотехнічних дисциплін 17 листопада 2012 р., протокол № 3.

Призначено для студентів спеціальності «Організація перевезень та управління на залізничному транспорті» заочної форми навчання.

Укладачі:

доц. А.П. Фроленко,
старш. викл. В.В. Гладиков

Рецензент

проф. О.В. Устенко

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання контрольної роботи
з дисципліни

„ТРАНСПОРТНІ ЗАСОБИ”

”

Відповідальний за випуск Гладиков В.В.

Редактор Еткало О.О.

Підписано до друку 28. 01.13 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 1,00. Тираж 50. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха, 7.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

**УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

КРАСНОЛИМАНСЬКИЙ ЗАОЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра загальнотехнічних дисциплін

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання контрольної роботи
з дисципліни
„Транспортні засоби ”**

Харків 2012

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри загальнотехнічних дисциплін 17 листопада 2012 р., протокол № 3.

Призначено для студентів спеціальності «Організація перевезень та управління на залізничному транспорті» заочної форми навчання.

Укладачі:

доц. А.П. Фроленко,
старш. викл. В.В Гладиков

Рецензент

проф. О.В.Устенко

Зміст

Вступ.....	4
1 Загальні вказівки до виконання контрольної роботи.....	4
2 Завдання на контрольну роботу.....	6
3 Методичні вказівки до виконання контрольної роботи.....	14
Список літератури.....	23
Додаток А.....	24

ВСТУП

У курсі „Транспортні засоби” вивчається комплекс питань, пов’язаних з виникненням і дією на поїзд різних сил, які обумовлюють рух поїзда, механікою руху поїзда, методами реалізації практичних рішень, які забезпечують ефективну експлуатацію рухомого складу та вивчення будови і дії транспортних засобів та їх складових.

До найважливіших тягово-енергетичних показників локомотивів належать критична або розрахункова маса складу, яку локомотив, що розглядається, може перевозити по заданій дільниці. Правильне визначення критичної маси поїзда, здійснювання її перевірок за найважливішими умовами експлуатації є основою проведення найбільш складних тягових розрахунків. Важливе значення для підвищення точності тягових розрахунків має підготовка (перетворення) профілю дільниці, що полягає в спрямленні його елементів.

Виконання вищевказаних розрахункових операцій і є основою змісту даної контрольної роботи. Здійснення цих робіт сприяє кращому засвоєнню навчального матеріалу, методів тягових і гальмових розрахунків, які необхідно знати інженерові.

У курсовій роботі будуть використані ті ж вихідні дані, що й для контрольної роботи, а також отримані в ній основні результати (маса складу, довжина поїзда й ін.).

1 ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

Контрольну роботу студент повинен виконувати, осмислено застосовуючи розрахункові формули й ретельно продумуючи висновки й результати. Зовсім неприпустимо механічне застосування формул і виконання за ними розрахунків. Методичні вказівки, які наводяться нижче, не звільняють студента від необхідності глибоко й уважно розібратися в розглянутих питаннях, використовуючи рекомендовану літературу. При недотриманні цього студент не здобуває необхідних знань і виявиться невідповідним до іспиту з дисципліни.

При виконанні контрольної роботи необхідно дотримуватися нижченаведених положень.

1.1 Пояснювальна записка для виконання роботи повинна бути складена зі стандартних аркушів паперу (розміром 210X297 мм); на обкладинці роботи необхідно вказати дисципліну, курс, прізвище, ініціали й шифр студента.

1.2 Робота повинна бути набрана на комп'ютері або написана акуратно, розбірливим почерком, без скорочення слів.

1.3 Вихідні дані повинні бути обов'язково наведені на початку роботи.

1.4 Розрахунки потрібно супроводжувати поясненнями. Розрахункові формули наводяться спочатку в загальному вигляді із застосуванням прийнятих літерних позначень, після чого необхідно підставити у формулу числові значення величин і проставити результат.

Приклад:

$$\omega_0'' = \alpha\omega_{04}'' + \gamma\omega_{08}'' = 0,8 \cdot 1,2 + 0,2 \cdot 1,17 = 1,19 \text{H} / \kappa \text{H} .$$

Необхідно вказати, що являють собою величини, які входять у формулу, обов'язково проставляючи для іменованих величин їхні одиниці виміру.

1.5 Графіки, схеми, ескізи, креслення виконуються на білому або міліметровому папері і вшиваються між аркушами контрольної роботи. Вкладати графіки і таблиці необхідно зразу за тією сторінкою, де є їх пояснення.

1.6 Матеріал варто викладати з дотриманням прийнятої в технічній літературі термінології.

1.7 Точність обчислень до 1% є достатньою при розрахунках.

1.8 Сторінки роботи й таблиці повинні бути пронумеровані, таблиці повинні мати найменування.

1.9 Роботу варто підписати й указати дату її виконання.

Контрольна робота, в якій не дотримані вищевказані положення або виконана студентом не самостійно або не за своїм варіантом, не зараховується.

Якщо робота не зарахована, треба в найкоротший строк виконати вимоги рецензента й подати виправлену роботу для повторної перевірки.

Для успішного складання заліку з дисципліни «Транспортні засоби» треба не тільки знати матеріал, який охоплює дана контрольна робота, а також засвоїти усі теоретичні та прикладні питання програми з дисципліни.

2 ЗАВДАННЯ НА КОНТРОЛЬНУ РОБОТУ

Контрольна робота містить відповіді на питання з розділів «Локомотиви» і «Вагони» та вирішення двох задач.

Зміст контрольної роботи

2.1 Локомотиви

Необхідно відповісти письмово на два питання, номери яких вибираються з таблиці 1 у відповідності до останньої та передостанньої цифр шифру студента.

Таблиця 1

Остання цифра шифру	Передостання цифра шифру									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	1,50	2,49	3,48	4,47	5,46	6,45	7,44	8,43	9,42	10,41
2	11,40	12,39	13,38	14,37	15,36	16,35	17,34	18,33	19,32	20,31
3	21,30	22,29	23,28	24,27	25,26	26,25	27,24	28,23	29,22	30,21
4	31,20	32,19	33,18	34,17	35,16	36,15	37,14	38,13	39,12	40,11
5	41,10	42,9	43,8	44,7	45,6	46,5	47,4	48,3	49,2	50,1
6	1,26	6,31	11,36	16,41	21,46	26,25	31,20	36,15	41,10	46,5
7	2,27	7,32	12,37	17,42	22,47	27,24	32,19	37,14	41,9	47,4
8	3,28	8,33	13,38	18,43	23,48	28,23	33,18	38,13	43,8	48,3
9	4,29	9,34	14,39	19,44	24,49	29,22	34,17	39,12	44,7	49,2
0	5,30	10,35	15,40	20,45	25,50	30,21	35,16	40,11	45,6	50,1

2.1.1 Наведіть схему електропостачання електрифікованої ділянки залізниці на постійному струмі і вкажіть призначення основних агрегатів.

2.1.2 Перелічіть і опишіть основні вузли електровоза постійного струму, вкажіть їх призначення. Наведіть схему розміщення основного обладнання на електровозі.

2.1.3 Наведіть принципову (силову) електричну схему електровоза постійного струму, дайте необхідні пояснення до неї.

2.1.4 Наведіть принципову (силову) електричну схему електровоза змінного струму з напівпровідниковими випрямлячами і дайте необхідні пояснення до неї.

2.1.5 Перелічіть і опишіть основні вузли електровоза змінного струму, вкажіть їх призначення. Наведіть схему розміщення основного обладнання на електровозі.

2.1.6 Які допоміжні електричні машини розміщуються на електровозі? Укажіть їх призначення і дайте коротку характеристику.

2.1.7 Опишіть засоби регулювання режимів роботи тягових електродвигунів електровозів постійного струму (зміна величини напруги на затискачах електродвигуна, зміна магнітного потоку головних полюсів).

2.1.8 Як здійснюється реверсування локомотива (електровоза, тепловоза)? Наведіть схему реверсора і поясніть принцип його роботи.

2.1.9 Що називають реостатним гальмуванням? Наведіть принципову схему реостатного гальмування і поясніть її.

2.1.10 Що називають рекуперативним гальмуванням? Наведіть принципову схему рекуперативного гальмування і поясніть її.

2.1.11 Перелічіть переваги електричного гальмування перед механічним (фрикційним).

2.1.12 Укажіть призначення контролера машиніста електровоза (або тепловоза) і поясніть як він працює (діє).

2.1.13 Які контактні підвіски використовують на електрифікованих ділянках залізниць? Дайте їх порівняльну характеристику.

2.1.14 Які способи підвішування тягових електродвигунів використовують на електровозах, тепловозах? У чому їх переваги і недоліки?

2.1.15 Для чого потрібна на тепловозі спеціальна передача між дизелем і колесами?

2.1.16 Наведіть схему розміщення обладнання на магістральному тепловозі і вкажіть призначення основних агрегатів.

2.1.17 Наведіть схему розміщення обладнання на маневровому тепловозі і вкажіть призначення основних агрегатів.

2.1.18 Укажіть фази перетворення енергії на тепловозі при передачі потужності від дизеля на рухомі колеса.

2.1.19 Наведіть принципові схеми електричних передач тепловозів і коротко опишіть їх.

2.1.20 Наведіть схему тепловоза з гідравлічною передачею і вкажіть призначення основних агрегатів.

2.1.21 Що являють собою і для чого призначені гідромуфта і гідротрансформатор на тепловозі з гідравлічною передачею?

2.1.22 Для чого потрібний головний (тяговий) генератор тепловоза? Які типи тягових генераторів використовують на тепловозах?

2.1.23 Які електричні машини входять до електричної передачі постійного і змінно-постійного струму?

2.1.24 Наведіть принципову структурну схему електричної передачі постійного струму. Що, крім зображеного на схемі, входить у цю передачу тепловоза?

2.1.25 Наведіть принципову структурну схему електричної передачі змінно-постійного струму. Що, крім зображеного на схемі, входить у цю передачу тепловоза?

2.1.26 Проведіть порівняння електричної і гідравлічної передачі тепловоза, вкажіть їх переваги і недоліки.

2.1.27 Укажіть призначення й опишіть коротко загальну будову акумуляторної батареї тепловоза.

2.1.28 Наведіть схему й індикаторну діаграму чотиритактного тепловозного двигуна та стисло поясніть принцип його дії.

2.1.29 З якою метою змінюють схему з'єднання тягових електродвигунів електровозів постійного струму? Наведіть ці схеми і дайте необхідні пояснення.

2.1.30 Які графічні залежності називаються електромеханічними (електротяговими) характеристиками тягових електродвигунів? Наведіть ці характеристики.

2.1.31 Що називають годинною і тривалою потужністю тягового електродвигуна?

2.1.32 Як улаштований тяговий електродвигун електровоза? Укажіть призначення його частин.

2.1.33 Чим відрізняється рекуперативне гальмування локомотива від реостатного?

2.1.34 Наведіть схему і поясніть принцип дії електропневматичного контактора. Для чого служить пристрій дугогасіння?

2.1.35 Наведіть схему і поясніть принцип дії електромагнітного контактора. Для чого служить пристрій дугогасіння?

2.1.36 Які основні агрегати встановлюються на тягових підстанціях при електрифікації ділянки залізниці змінним струмом? Укажіть призначення цих агрегатів.

2.1.37 Опишіть пристрій візка електровоза. Як передається тягове зусилля з колісної пари на автозчеп електровоза?

2.1.38 Наведіть схему й індикаторну діаграму двотактного тепловозного двигуна і стисло поясніть принцип його дії.

2.1.39 Наведіть схему паливного насоса тепловозного двигуна і стисло опишіть його роботу.

2.1.40 Наведіть схему паливної форсунки тепловозного двигуна і стисло опишіть її роботу.

2.1.41 Наведіть схему паливної системи тепловоза і поясніть її.

2.1.42 Наведіть схему масляної системи тепловоза і поясніть її.

2.1.43 Наведіть схему водяної системи тепловоза і поясніть її.

2.1.44 Як улаштований тяговий електродвигун тепловоза? Укажіть призначення його частин.

2.1.45 Наведіть принципову схему тепловозної електричної передачі змінного струму і дайте необхідні пояснення до неї.

2.1.46 Опишіть будову візка тепловоза; як передається тягове зусилля з колісних пар на автозчеп тепловоза?

2.1.47 Наведіть принципову схему одновальної газотурбінної установки газотурбовоза і дайте необхідні пояснення до неї.

2.1.48 Опишіть загальну будову і наведіть основні техніко-економічні параметри (характеристики) електропоїздів постійного струму.

2.1.49 Укажіть, що мають загального електровоз, тепловоз і газотурбовоз і в чому вони відрізняються один від іншого?

2.1.50 Опишіть загальну будову і наведіть основні техніко-економічні характеристики дизель-поїздів.

2.2 Вагони

Необхідно відповісти письмово на два питання, номери яких вибираються з таблиці 2 у відповідності до останньої та передостанньої цифр шифру студента.

Таблиця 2

Остання цифра шифру	Передостання цифра шифру									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	5,30	10,35	15,40	20,45	25,50	30,21	35,16	40,11	45,6	50,1
2	4,29	9,34	14,39	19,44	24,49	29,22	34,17	39,12	44,7	49,2
3	3,28	8,33	13,38	18,43	23,48	28,23	33,18	38,13	43,8	48,3
4	2,27	7,32	12,37	17,42	22,47	27,24	32,19	37,14	41,9	47,4
5	1,26	6,31	11,36	16,41	21,46	26,25	31,20	36,15	41,10	46,5
6	41,10	42,9	43,8	44,7	45,6	46,5	47,4	48,3	49,2	50,1
7	31,20	32,19	33,18	34,17	35,16	36,15	37,14	38,13	39,12	40,11
8	21,30	22,29	23,28	24,27	25,26	26,25	27,24	28,23	29,22	30,21
9	11,40	12,39	13,38	14,37	15,36	16,35	17,34	18,33	19,32	20,31
0	1,50	2,49	3,48	4,47	5,46	6,45	7,44	8,43	9,42	10,41

2.2.1 Опишіть будову автономного рефрижераторного вагона і вкажіть призначення встановленого в ньому обладнання.

2.2.2 Наведіть перелік основних параметрів і техніко-економічних характеристик вантажних вагонів, наведіть необхідні пояснення.

2.2.3 Перелічіть основні параметри і техніко-економічні характеристики пасажирських вагонів і дайте необхідні пояснення.

2.2.4 Вкажіть переваги восьмивісних вантажних вагонів перед чотиривісними?

2.2.5 Наведіть ескіз колісної пари, вкажіть основні частини і розміри її.

2.2.6 Вкажіть призначення ресорного підвішування вагонів, наведіть схему одинарного і подвійного ресорного підвішування.

2.2.7 Як характеризуються пружні властивості ресорного підвішування вагонів? Що називають прогином, гнучкістю, жорсткістю ресорного підвішування?

2.2.8 Яка будова пневматичного підвішування рухомого складу? Наведіть схему такого підвішування і дайте необхідні пояснення.

2.2.9 Для чого потрібні гасителі коливань? Гасителі яких типів використовують у вантажних і пасажирських вагонах, на локомотивах?

2.2.10 Як передається навантаження від кузова вантажного вагона на колісні пари? Наведіть необхідні схеми.

2.2.11 Наведіть ескіз і опишіть будову двовісного візка вантажного вагона.

2.2.12 Наведіть ескіз і опишіть будову візка сучасного пасажирського вагона.

2.2.13 Наведіть ескіз і опишіть будову чотиривісного візка восьмивісного вантажного вагона.

2.2.14 Поясніть принцип дії автоматичних гальм поїзда.

2.2.15 Вкажіть призначення і поясніть принцип дії крана машиніста. Як машиніст з допомогою цього крана управляє гальмом поїзда?

2.2.16 Наведіть схему гальмового обладнання вантажного вагона, вкажіть призначення основних приладів.

2.2.17 Укажіть призначення повітророзподільника гальмової системи.

2.2.18 У чому відмінність електропневматичних гальм від пневматичних?

2.2.19 Що являє собою габарит рухомого складу? Дайте короткі необхідні пояснення.

2.2.20 Перелічіть основні несправності колісних пар рухомого складу і причини їх виникнення.

2.2.21 Розгляньте сили, що діють на вагон, і вкажіть місце їх дії, наведіть потрібні схеми.

2.2.22 Наведіть ескіз і опишіть улаштування вагонної букси з підшипниками кочення.

2.2.23 Перелічіть головні види коливань вагонів, наведіть відповідні пояснювальні схеми.

2.2.24 Наведіть класифікацію візків вантажних і пасажирських вагонів; укажіть, чим відрізняються візки вантажних вагонів від візків пасажирських вагонів?

2.2.25 Укажіть призначення і дайте класифікацію вагонних рам. Яка конструкція називається суцільнонесучою?

2.2.26 Укажіть призначення ударно-тягових пристроїв. Опишіть будову і поясніть принцип дії автоматичної зчипки. Наведіть необхідні ілюстрації.

2.2.27 Опишіть будову систем опалення, вентиляції, кондиціонування повітря й енергопостачання пасажирських вагонів.

2.2.28 Наведіть схему прямодіючого неавтоматичного гальма локомотива, укажіть призначення основних вузлів і поясніть принцип дії цієї гальмової системи.

2.2.29 Наведіть схему непрямодіючого автоматичного гальма, укажіть призначення основних вузлів і поясніть принцип дії цієї гальмової системи.

2.2.30 Наведіть схему прямодіючого автоматичного гальма, укажіть призначення основних вузлів і поясніть принцип дії цієї гальмової системи.

2.2.31 Наведіть схему важільної передачі гальма вантажного вагона, поясніть принцип її дії.

2.2.32 Укажіть призначення, наведіть схему і поясніть принцип дії автоматичного регулятора важільної передачі.

2.2.33 Укажіть призначення, наведіть схему і поясніть принципи дії автоматичного регулятора режиму гальмування (авторезиму).

2.2.34 Укажіть переваги композиційних гальмових колодок у порівнянні з чавунними.

2.2.35 Укажіть призначення, наведіть схему і поясніть принципи дії протизозового пристрою високошвидкісних поїздів.

2.2.36 Наведіть схему і поясніть роботу дискового гальма. Укажіть переваги такого гальма.

2.2.37 Наведіть схему, поясніть будову і принцип дії гальмового компресора. Укажіть призначення регулятора тиску.

2.2.38 Укажіть причини заклинювання колісних пар і заходи щодо їх попередження.

2.2.39 Опишіть порядок повного і скороченого випробування поїзних гальм. Як, ким і в яких випадках вони виконуються?

2.2.40 Дайте класифікацію вантажних вагонів. Назвіть призначення кожного типу вагона.

2.2.41 Дайте класифікацію пасажирських вагонів.

2.2.42 Назвіть основні частини вантажного критого чотиривісного вагона, укажіть їх призначення. Наведіть ескіз вагона.

2.2.43 Наведіть ескіз і назвіть основні частини чотиривісного напіввагона, укажіть їх призначення.

2.2.44 Наведіть ескіз і назвіть основні причини восьмивісного напіввагона, укажіть їх призначення.

2.2.45 Перелічіть основні частини восьмивісної цистерни і вкажіть їх призначення, наведіть ескіз такої цистерни і вкажіть її особливості.

2.2.46 Перелічіть основні частини чотиривісної цистерни і вкажіть їх призначення, наведіть ескіз цистерни.

2.2.47 Перелічіть основні частини чотиривісної платформи і вкажіть їх призначення, наведіть ескіз платформи.

2.2.48 Перелічіть основні частини пасажирського вагона, вкажіть їх призначення, наведіть основні параметри і технічні характеристики такого вагона.

2.2.49 Опишіть будову рефрижераторної п'ятивагонної секції.

2.3 Задача 1

2.3.1 Провести аналіз профілю колії й вибрати величину розрахункового підйому (Вихідні дані беремо з додатка А).

2.3.2 Визначити масу складу за вибраним розрахунковим підйомом (Вихідні дані беремо з таблиць 3 та 4).

Таблиця 3 – Вихідні дані (остання цифра шифру)

(остання цифра шифру)Варіант	Локомотив	Склад поїзда, %		Маса вагонів, т		складі, %Гальмових осей у	колій $l_{\text{пвк}}$, м(примально-відправнихдовжина	Гальмові колодки
		8-вісних	4-вісних	8-вісних	4-вісних			
1	2ТЕ116	9	91	168	89	0,98	1250	Чавунні
2	2ЕЛ4	10	90	167	80	0,97	1250	
3	2М62	11	89	166	81	0,96	1050	
4	2ЕЛ5	12	88	165	82	0,95	1250	
5	2ТЕ10М	13	87	164	83	0,94	1250	
6	ВЛ11	14	86	163	84	0,93	1550	Комп
7	3ТЕ10М	15	85	162	85	0,92	1550	

8	ДЕ1	16	84	161	86	0,94	1250	дільниці
9	2ТЕ10Л	17	83	160	87	0,95	1250	
0	ВЛ80 ^к	18	82	159	88	0,96	1550	

2.3.3 Перевірити отриману масу складу на проходження підйомів більшої крутості, ніж розрахунковий, з урахуванням використання накопиченої кінетичної енергії.

2.3.4 Перевірити можливість рушення поїзда з місця при зупинках на роздільних пунктах (станціях).

2.3.5 Перевірити масу складу за довжиною приймально-відправних колій роздільних пунктів (станцій) заданої ділянки.

2.4 Задача 2

4.1 Спрямити профіль заданої ділянки.

Варіант заданої ділянки беремо з додатка А.

3 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

Точність обчислень при виконанні розрахунків відповідно до Правил тягових розрахунків для поїзної роботи (ПТР) [5] повинна прийматися:

- а) для мас складів (вантажних) – з округленням до 50 т;
- б) для сил, що діють на поїзд (сили тяги, опору, гальмові), – з округленням до 50 Н;
- в) для крутості схилів при вимірюванні в тисячних (промиле) ‰ — з одним знаком після коми;
- г) для питомих сил при вимірюванні в ньютонах на кілоньютон (Н/кН) – із одним знаком після коми;
- д) для відстаней при вимірюванні в метрах (м) (для елементів профілю) і в кілометрах (для перегонів) – з одним знаком після коми;
- е) для швидкостей при вимірюванні в кілометро-годинах (км/год) — з одним знаком після коми.

3.1 Вибір розрахункового підйому експлуатаційної дільниці

Розрахунковий підйом – це найбільш важкий для руху в даному напрямку елемент профілю колії, на якому досягається розрахункова швидкість, що відповідає розрахунковій силі тяги локомотива (таблиця 4). Якщо найбільш крутий підйом ділянки досить довгий, то він приймається за розрахунковий. Якщо ж найбільш крутий підйом заданої ділянки має невелику довжину і йому передують легкі елементи профілю (спуски, площадки), на яких поїзд може розвинути високу швидкість, то такий підйом не може бути прийнятий за розрахунковий, тому що поїзд подолає його за рахунок накопиченої кінетичної енергії. У цьому випадку за розрахунковий варто прийняти підйом меншої крутості, але більшої довжини, на якому може бути досягнута рівномірна швидкість.

3.2 Розрахунок маси складу

Маса складу є одним з найважливіших показників роботи залізничного транспорту. Збільшення маси складів дає змогу підвищити провізну спроможність залізничних ліній, зменшити витрату палива й електричної енергії, знизити собівартість перевезень. Тому масу вантажного складу визначають виходячи з повного використання тягових можливостей локомотива.

Масу складу в тоннах (T) для обраного розрахункового підйому визначають за формулою

$$Q = \frac{F_{кр} - (\omega'_0 + i_p) \cdot P \cdot g}{(\omega''_0 + i_p) \cdot g}, \quad (1)$$

де $F_{кр}$ — розрахункова сила тяги локомотива, Н;

P — розрахункова маса локомотива, т;

ω'_0 — основний питомий опір локомотива, Н/кН*;

ω''_0 — основний питомий опір складу, Н/кН;

i_p — крутість розрахункового підйому, ‰;

g — прискорення вільного падіння, рівне $9,81 \text{ м/с}^2$.

Величини ω'_0 і ω''_0 визначають для розрахункової швидкості локомотива v_p .

Розрахункова швидкість, розрахункова сила тяги, маса локомотива й інші розрахункові нормативи, узяті з [5], наведені в таблиці 4.

Основний питомий опір локомотива в ньютонах на кілоньютон (Н/кН) залежно від швидкості на режимі тяги (при русі під струмом) визначають за графіками $\omega'_0 = f(v)$, наведеними у ПТР.

Таблиця 4– Розрахункові нормативи локомотивів

локомотиваСерія	$F_{кр}$, Нсила тягиРозрахункова	$v_{кр}$, км/годРозрахункова швидкість	маса P , тРозрахункова	$v_{констр}$, км/годКонструкційна швидкість	$F_{руш}$, НСила тяги при рушанні з місця	l , мДовжина локомотива	Число рушійних колісних пар
2М62	400000	20,0	240	100	714000	36	12
2ТЕ10М	506000	23,4	276	100	813000	34	12
3ТЕ10М	759000	23,4	414	100	960000	51	18
2ТЕ116	506000	23,4	274	100	813000	36	12
ДЕ1	456000	49,1	188	100	600000	31	8
2ЕЛ4	468000	51,5	192	120	637000	33	8
2ЕЛ5	460000	48,0	192	110	720000	33	8
ВЛ11	460000	46,7	184	100	626000	33	8
2ТЕ10Л	506000	23,4	258	100	765000	34	12
ВЛ80 ^К	490000	44,5	184	110	662000	33	8

Основний питомий опір локомотивів, для яких графічні залежності $\omega'_0 = f(v)$ відсутні, варто підраховувати за формулою

$$\omega'_0 = 1,9 + 0,01v + 0,0003v^2 . \quad (2)$$

Основний питомий опір складу в ньютонах на кілоньютон (Н/кН) визначають за формулою

$$\omega_0'' = \alpha\omega_{04}'' + \gamma\omega_{08}'' , \quad (3)$$

де α, γ – відповідно частки (не %!) чотири- і восьмивісних вагонів у складі за масою (дивись таблицю 3);

ω_{04}'' – основний питомий опір чотиривісних навантажених вагонів, Н/кН:

$$\omega_{04}'' = 0,7 + \frac{3 + 0,1\nu + 0,0025\nu^2}{q_{04}} ; \quad (4)$$

ω_{08}'' – основний питомий опір восьмивісних навантажених вагонів, Н/кН.

$$\omega_{08}'' = 0,7 + \frac{6 + 0,038\nu + 0,0021\nu^2}{q_{08}} , \quad (5)$$

де q_{04}, q_{08} . – маса, яка припадає на одну колісну пару відповідно чотири- і восьмивісного вагона, т/вісь:

$$q_{04} = \frac{q_4}{4} ; \quad q_{08} = \frac{q_8}{8} , \quad (6)$$

де q_4, q_8 – маса бруто відповідно чотири - і восьмивісного вагона, т (дивись таблицю 3).

Обчислену за формулою (1) масу складу треба відповідно до ПТР округлити з точністю до 50 т.

3.3 Перевірка розрахованої маси складу на можливість надійного подолання швидкісного (інерційного) підйому

Перевірка розрахованої маси складу на можливість надійного подолання короткого підйому крутістю більше розрахункового з урахуванням використання кінетичної енергії, накопиченої на попередніх легких елементах профілю, виконується аналітичним способом. При цьому використовують розрахункове співвідношення

$$s = \frac{4,17(\nu_k^2 - \nu_n^2)}{(f_k - \omega_k)_{сер}} , \quad (7)$$

де ν_n – швидкість на початку підйому, що перевіряється, вибирається з умов підходу до елемента $i_{пер}$, що перевіряється

(для вантажних поїздів можна приймати $v_{п} = 70 \div 80$ км/год, але не вище конструкційної швидкості заданого локомотива);

v_k – швидкість у кінці підйому, який перевіряється. Ця швидкість повинна бути не менш розрахункової, тобто повинна витримуватися умова $v_k \geq v_p$. У контрольній роботі рекомендується $v_k = v_p$.

Питому силу тяги f_k і питомий опір ω_k у межах обраного інтервалу зміни швидкостей приймають рівними їхнім значенням при середній швидкості розглянутого інтервалу

$$v_{сеп} = \frac{v_n + v_k}{2}. \quad (8)$$

Ці питомі сили обчислюють за формулами:

$$f_{к сеп} = \frac{F_{к сеп}}{(P + Q) \cdot g}, \quad (8a)$$

$$\omega_{к сеп} = \frac{(\omega'_0 + i_{пер}) \cdot P \cdot g + (\omega''_0 + i_{пер}) \cdot Q \cdot g}{(P + Q) \cdot g}; \text{ Н/кН}. \quad (8б)$$

Значення сили тяги локомотива $f_{к сеп}$ для середньої швидкості $v_{сеп}$ визначають за тяговою характеристикою локомотива. Для тієї ж середньої швидкості визначають основний питомий опір ω'_0 локомотива [5] – за графіками у ПТР або за формулою (2), і основний питомий ω''_0 складу – за формулою (3) з використанням формул (4) – (6).

Якщо отримана за формулою (7) відстань більше або дорівнює довжині підйому, що перевіряється, $S_{пер}$,

$$s \geq s_{пер}, \quad (9)$$

то на цьому перевірці закінчується й робиться висновок про те, що при розрахованій масі складу Q поїзд надійно подолає підйом, який перевіряється. Якщо ж шлях s , що може бути пройдений за рахунок розгону, виявиться коротше довжини підйому, який перевіряється, $s_{пер}$, то необхідно зменшити масу складу (для початку, наприклад, на 100 т) і всі розрахунки з перевірки маси складу на можливість проходження підйому більшої крутості, ніж розрахунковий, з урахуванням використання накопиченої кінетичної енергії повторити знову; зменшення маси складу й

подальші перевірні розрахунки варто робити доти, поки не буде витримуватися умова (9).

3.4 Перевірка розрахованої маси на рушання з місця при зупинці на роздільних пунктах

Перевірка розрахованої маси складу на рушання з місця на роздільних пунктах заданої ділянки виконується за формулою

$$Q_{\text{круш}} = \frac{F_{\text{круш}}}{(\omega_{\text{руш}} + i_{\text{руш}}) \cdot g} - P; H / \kappa H, \quad (10)$$

де $F_{\text{к руш}}$ – сила тяги локомотива при рушанні складу з місця, Н (див. таблицю 4);

$i_{\text{руш}}$ – крутість найбільш важкого елемента на роздільних пунктах (станціях) заданої ділянки, ‰ (в напрямку руху);

$\omega_{\text{руш}}$ – питомий опір поїзда при рушанні з місця (на площадці), Н/кН,

$$\omega_{\text{руш}} = \alpha \omega_{\text{руш}4} + \gamma \omega_{\text{руш}8}, \quad (11)$$

де $\omega_{\text{руш}4}$ і $\omega_{\text{руш}8}$ — питомі опори при рушанні з місця відповідно для чотиривісних і восьмивісних вагонів.

Для вагонів на підшипниках кочення

$$\omega_{\text{руш}}^{\text{к}} = \frac{28}{q_0 + 7}. \quad (12)$$

У цій формулі q_0 – навантаження від осі на рейки для даної групи вагонів (при обчисленні за ними значень до $\omega_{\text{руш}4}$, $\omega_{\text{руш}8}$ підставляються величини q_0 , отримані раніше за формулою (6)).

Маса складу $Q_{\text{руш}}$, отримана за умовами рушання з місця, повинна бути не менш розрахункової маси складу Q , тобто повинна витримуватися умова $Q_{\text{руш}} \geq Q$. Так як для перевірки маси складу на рушання з місця була обрана станція, розташована на найбільш важкому елементі, то в цьому випадку робиться висновок про те, що рушання складу з місця й розгін поїзда забезпечені на всіх роздільних пунктах ділянки.

3.5 Перевірка розрахованої маси за довжиною приймально-відправних колій

Щоб виконати перевірку маси складу за довжиною приймально-відправних колій, необхідно визначити число вагонів у складі, довжину поїзда й порівняти цю довжину із заданою довжиною приймально-відправних колій станції.

Число вагонів у складі вантажного поїзда:

а) восьмивісних:
$$m_8 = \frac{\gamma Q}{q_8}; \quad (13)$$

б) чотиривісних:
$$m_4 = \frac{\alpha Q}{q_4}. \quad (14)$$

Отримані кількості вагонів необхідно округлити до цілих числових значень.

Довжини вагонів приймаються рівними:

чотиривісного – 15 м,

восьмивісного – 20 м.

Довжини локомотивів наведені в таблиці 4. Загальна довжина поїзда

$$L_{\pi} = 20m_8 + 15m_4 + L_{\pi} + 10\text{м} \quad (15)$$

(тут 10м – запас довжини на неточність установаження поїзда).

Перевірка можливості установаження поїзда на приймально-відправних коліях виконується за співвідношенням

$$L_{\pi} \leq L_{\text{пвк}}, \quad (16)$$

де $L_{\text{пвк}}$ – довжина приймально-відправних колій, м (див. таблицю 3).

Якщо довжина поїзда менше (або дорівнює) довжині приймально-відправних колій станції заданої ділянки, то маса складу не коректується й робиться висновок про те, що масу складу зменшувати не треба.

Якщо ж обчислена довжина поїзда вийшла більше довжини приймально-відправних колій, зазначеної в завданні, то маса складу зменшується так, щоб довжина поїзда дорівнювала або стала меншою від довжини приймально-відправних колій (при цьому знову повинні бути визначені число вагонів складу зменшеної маси й відповідна довжина поїзда та виконане

порівняння останньої із заданою довжиною приймально-відправних колій станцій).

3.6 Виконання спрямлення профілю заданої ділянки

Для підвищення точності результатів тягових розрахунків, а також для скорочення обсягу останніх і, отже, часу на їх виконання необхідно спрямити профіль колії.

Спрямлення профілю полягає в заміні двох або декількох суміжних елементів поздовжнього профілю колії одним елементом, довжина якого s_c дорівнює сумі довжин елементів, які спрямляються ($s_1, s_2 \dots, s_n$), тобто

$$s_c = s_1 + s_2 + \dots + s_n, \quad (17)$$

а крутість i_c обчислюється за формулою

$$i_c = \frac{i_1 s_1 + i_2 s_2 + \dots + i_n s_n}{s_1 + s_2 + \dots + s_n}, \quad (18)$$

де i_1, i_2, \dots, i_n – крутість елементів ділянки, яка спрямляється, ‰.

Щоб розрахунки швидкості й часу руху поїзда по ділянці були досить точними, необхідно виконати перевірку можливості спрямлення групи елементів профілю за формулою

$$s_i \leq \frac{2000}{\Delta i}, \quad (19)$$

де s_i – довжина спрямленого елемента, м;

Δi – абсолютна величина різниці між крутістю спрямленої ділянки й крутістю елемента, який перевіряється, ‰, тобто $[i_c - i_i]$.

Перевірці за формулою (19) підлягає кожний елемент групи, яка спрямляється. Чим коротші елементи групи, яка спрямляється, й чим ближчі вони за крутістю, тим більш імовірно, що перевірка їх на виконання умови (19) виявиться сприятливою (позитивною).

Криві на спрямленій ділянці замінюються фіктивним підйомом, крутість якого визначається за формулою

$$i_c'' = \frac{700}{s_c} \sum \frac{s_{kpi}}{R_i}, \quad (20)$$

де s_{kpi} і R_i – довжина й радіус кривих у межах спрямленої ділянки, м.

Крутість спрямленої ділянки з урахуванням фіктивного підйому від кривої

$$i_c = i_c' + i_c'' \quad . \quad (21)$$

Необхідно відзначити, що знак крутості схилу i_c' може бути й позитивним (для підйомів) і негативним (для спусків); знак крутості фіктивного підйому від кривої i_c'' завжди позитивний. Це обов'язково треба враховувати при обчисленнях.

Поєднувати в групи для спрямлення треба тільки близькі за крутістю елементи профілю одного знака. Горизонтальні елементи (площадки) можуть включатися в групи, які спрямляються, як з елементами, що мають позитивний знак крутості, так і з елементами негативної крутості. Елементи, на яких розташовані роздільні пункти, не спрямляються.

Не слід включати в групи елементів, що підлягають спрямленню, розрахунковий підйом, а також крутий підйом, для якого виконувалася перевірка можливості подолання його поїздом з урахуванням накопиченої на попередніх елементах кінетичної енергії. Спрямлений профіль повинен зберегти характерні риси дійсного профілю відносно розташування підвищених і знижених точок.

Результати розрахунків зі спрямлення заданого профілю колії зводяться в таблицю, складену за формою таблиці 5.

Таблиця 5 – Спрямлення профілю колії

Номер	Довжина	Крутість	Криві	Довжина	Крутість	Фіктивний	Сумарна	Номер
	на	ь		на	ь	ний	а	

елемента	елементів S , м	елементів i , ‰	R , м	$S_{кр}$, м	ділянки S_c , м спрямленої	ділянки i'_c , ‰ спрямленої	від кривих i''_c , ‰ підйом	$i_c = i'_c + i''_c$, ‰ спрямленої ділянки кривості	ділянок спрямлених
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1000	0,0			1000			0,0	1 ст.А
2	1350	-1,2	120 0	450	2800	-2,39	0,09	-2,3	2
3	1450	-3,5							
4	850	4,0			2150	2,57	0,23	2,8	3
5	1300	2,5	850	600					
6	1500	-1,5	100 0	550	1500	-1,5	0,39	-1,11	4850

Довжина ділянки $\Sigma S_i = \dots$

Примітка – У стовпці 1-5 таблиці 5 заносяться параметри всіх елементів заданого профілю колії, узяті з відповідної таблиці додатка А. Якщо елемент заданого профілю не спрямляється, то він переміститься на спрямлений профіль (ураховується фіктивний підйом від кривої, якщо вона є). Ділянки спрямленого профілю варто розділити горизонтальними лініями (від стовпця 6 до стовпця 10). Внизу таблиці, під другим стовпцем, варто вказати загальну довжину заданої ділянки колій.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Кузьмич В.Д., Руднев В.С., Френкель С.Я. Теория локомотивной тяги: Учеб. для вузов ж.-д. транспорта. – М.: Маршрут, 2005.

2 Розенфельд В.Е., Исаев И.П., Сидоров Н.Н. Теория электрической тяги. – М.: Транспорт, 1995.

3 Осипов С.И. Основы электрической и тепловозной тяги. – М.: Транспорт, 1985.

4 Правила тяговых расчетов для поездной работы. – М.: Транспорт, 1985.

5 Гетьман Г.К. Теория электрической тяги: Монография: в 2 т. – Днепропетровск: 2011.

6 Котов В.В. Методичні вказівки до курсового проекту з дисципліни „Теорія локомотивної тяги. Основні характеристики локомотивів”. – Харків: УкрДАЗТ, 2002.

7 Крашенінін О.С. Методичні вказівки до контрольної роботи з дисципліни «Рухомий склад і тяга поїздів». – Харків: УкрДАЗТ, 2001.

ДОДАТОК А

ПРОФІЛІ ДО ЗАВДАНЬ НА КОНТРОЛЬНІ РОБОТИ

Профіль №1 від ст. Т до ст. Г

Профіль №2 від ст. Г до ст. Т (знаки схилів замінити на обернені)

Номер елемента	Довжина елементів	Схил елементів	Криві		Станції
			R, м	S, м	
1	1500	-1,5			Станція Т
2	300	-2,0	640	250	
3	1400	-3,5			
4	600	0,0			
5	1850	+10,5			
6	500	+3,5			
7	4800	+9,0			
8	1500	+0,5			Станція А
9	900	0,0	1500	600	

10	900	-2,0	1000	500	
11	1000	0,0			
12	800	+6,0	640	450	
13	600	+4,5			
14	500	0,0			
15	4350	-8,0			
16	1050	-9,0			
17	900	0,0			
18	1800	+4,0	1300	400	
19	1400	0,0			Станція Г

Продовження додатка А

Профіль №3 від ст. Д до ст. Т

Профіль №4 від ст. Т до ст. Д (знаки схилів замінити на обернені)

Номер елемента	Довжина елементів	Схил елементів	Криві		Станції
			R, м	S, м	
1	1500	-1,0			Станція Д
2	800	-4,0	800	500	
3	2500	-5,0			
4	600	0,0			
5	1000	+11,0			
6	5000	+9,0			
7	400	+0,5			
8	300	+1,0	700	300	
9	1450	+0,5			Станція А
10	300	+2,0			
11	400	0,0	650	200	

12	5650	-8,0			
13	1450	-10,0			
14	800	0,0			
15	1400	+4,0			
16	800	+3,0	700	200	
17	400	0,0			
18	500	+5,0			
19	450	0,0			
20	800	-2,0			
21	1550	-1,0			
22	1200	-3,0	1500	850	
23	1800	0,0			Станція Т

Продовження додатка А

Профіль №5 від ст. П до ст. В

Профіль №6 від ст. В до ст. П

Номер елемента	Довжина елементів	Схил елементів	Криві		Станції
			R, м	S, м	
1	1700	-1,5			Станція П
2	400	-2,0	640	250	
3	600	-3,5			
4	600	0,0			
5	1850	+9,5			
6	5500	+8,5			
7	800	+1,0			
8	1500	+1,5			Станція К
9	800	0,0	2000	600	
10	900	-2,0	1000	500	

11	700	0,0			
12	800	+6,0	640	450	
13	600	+4,5			
14	500	0,0			
15	5500	-7,0			
16	1060	-9,0			
17	800	0,0			
18	1200	+6,0	1300	400	
19	1600	0,0			Станція В

Продовження додатка А

Профіль №7 від ст. К до ст. В

Профіль №8 від ст. В до ст. К (знаки схилів замінити на обернені)

Номер елемента	Довжина елементів	Схил Елементів	Криві		Станції
			R, м	S, м	
1(21)	1400	-1,0			Станція К
2(20)	500	-5,0	1500	400	
3(19)	4400	-8,0			
4(18)	1250	-10,0			
5(17)	800	0,0			
6(16)	1200	+5,5	1000	500	
7(15)	500	+4,5	700	450	
8(14)	400	0,0			
9(13)	800	-4,0	900	250	
10(12)	1000	0,0			
11(11)	1300	+2,5			Станція Н

12(10)	500	0,0			
13(9)	450	-2,0	1200	400	
14(8)	600	-3,0	1500	500	
15(7)	500	0,0			
16(6)	1250	+10,0			
17(5)	3800	+8,0			
18(4)	800	+3,0			
19(3)	500	0,0			
20(2)	1400	-1,5			
21(1)	2000	-1,0			Станція В

Продовження додатка А

Профіль №9 від ст. С до ст. К

Профіль №10 від ст. К до ст. С (знаки схилів замінити на обернені)

Номер елемента	Довжина елементів	Схил елементів	Криві		Станції
			R, м	S, м	
1(20)	1500	+0,5			Станція С
2(19)	500	0,0			
3(18)	1000	-1,0	960	400	
4(17)	400	0,0	1500	350	
5(16)	4500	-8,0			
6(15)	1500	-9,5			
7(14)	650	0,0	860	300	
8(13)	900	+5,0			
9(12)	1300	+7,0			
10(11)	1200	+1,5			Станція Т

11(10)	1300	0,0			
12(9)	1000	-3,0	1200	250	
13(8)	750	0,0			
14(7)	1200	+11,0			
15(6)	4500	+9,0			
16(5)	800	+1,5	950	400	
17(4)	600	0,0			
18(3)	750	-1,0			
19(2)	850	-3,5			
20(1)	1450	-1,5			Станція К

Продовження додатка А

Профіль № 11 від ст. Б до ст. Г

Профіль № 12 від ст. Г до ст. Б (знаки схилів замінити на обернені)

Номер елемента	Довжина елементів	Схил елементів	Криві		Станції
			R, м	S, м	
1(19)	1600	-1,5			Станція Б
2(18)	400	-3,0	640	250	
3(17)	600	-3,5			
4(16)	600	0,0			
5(15)	850	+0,5	1000	500	
6(14)	1500	+8,5			
7(13)	5800	+7,0			
8(12)	1500	+1,5			
9(11)	800	0,0			Станція А
10(10)	900	-2,0	1000	500	

11(9)	1000	0,0			
12(8)	800	+3,0	640	450	
13(7)	600	+3,5			
14(6)	500	0,0			
15(5)	5500	-7,0			
16(4)	1050	-8,0			
17(3)	900	0,0			
18(2)	700	+5,0	1300	400	
19(1)	1600	0,0			Станц. Г

Продовження додатка А

Профіль № 13 від ст. Ж до ст. З

Профіль № 14 від ст. З до ст. Ж (знаки схилів замінити на обернені)

Номер елемента	Довжина елементів	Схил елементів	Криві		Станції
			R, м	S, м	
1(23)	1350	-1,0			Станція Ж
2(22)	800	-3,0	800	500	
3(21)	2500	-4,0			
4(20)	600	0,0	1000	380	
5(19)	1500	+8,0			
6(18)	5000	+7,0			
7(17)	400	0,0			
8(16)	500	+2,0	700	500	
9(15)	1200	0,0			Станція І
10(14)	800	+1,0			

11(13)	400	0,0	650	200	
12(12)	5450	-7,5			
13(11)	1450	-9,0			
14(10)	800	0,0			
15(9)	900	+6,0			
16(8)	800	+3,0			
17(7)	300	0,0			
18(6)	500	+3,0	780	300	
19(5)	450	0,0			
20(4)	800	-4,0			
21(3)	500	-2,0			
22(2)	1200	-1,0	1300	850	
23(1)	1250	0,0			Станція З

Продовження додатка А

Профіль № 15 від ст. Ф до ст. Х

Профіль № 16 від ст. Х до ст. Ф (знаки схилів замінити на обернені)

Номер елемента	Довжина елементів	Схил елементів	Криві		Станції
			R, м	S, м	
1(21)	1800	0,0			Станція Ф
2(20)	1500	-3,0	1500	400	
3(19)	7400	-7,0			
4(18)	1250	-9,0			
5(17)	800	0,0			
6(16)	1200	+5,5	1000	500	
7(15)	500	+4,5	700	400	
8(14)	400	0,0			
9(13)	800	-4,0	900	250	
10(12)	1000	0,0			
11(11)	1800	+1,5			Станція З
12(10)	500	0,0			

13(9)	450	-2,0	1200	200	
14(8)	500	-4,0	1500	500	
15(7)	600	0,0			
16(6)	1750	+10,0			
17(5)	6800	+9,0			
18(4)	800	+3,0			
19(3)	2500	0,0			
20(2)	1400	-1,5			
21(1)	200	-0,5			Станція X

Продовження додатка А

Профіль №17 від ст. Ч до ст. Ш

Профіль №18 від ст. Ш до ст. Ч (знаки схилів замінити на обернені)

Номер елемента	Довжина елементів	Схил елементів	Криві		Станції
			R, м	S, м	
1(21)	1800	0,0			Станція Ч
2(20)	500	-2,0			
3(19)	5400	-7,0			
4(18)	1250	-8,0			
5(17)	800	0,0			
6(16)	1200	+4,5	1000	500	
7(15)	500	+5,5	700	450	
8(14)	400	0,0			
9(13)	800	-2,0	900	250	
10(12)	1000	0,0			
11(11)	1350	+2,5			

12(10)	500	0,0			Станція А
13(9)	450	-4,0	1200	400	
14(8)	500	-2,0	1500	500	
15(7)	600	0,0			
16(6)	1250	+9,0			
17(5)	5800	+7,0			
18(4)	800	+2,0	1500	800	
19(3)	500	0,0			
20(2)	400	-1,5			
21(1)	2000	-0,5			Станція Ш

Продовження додатка А

Профіль №19 від ст. Щ до ст. Б

Профіль №20 від ст. Б до ст. Щ (знаки схилів замінити на обернені)

Номер елемента	Довжина елементів	Схил елементів	Криві		Станції
			R, м	S, м	
1(20)	1800	0,0			Станція Щ
2(19)	500	-1,0			
3(18)	1000	-3,0	960	400	
4(17)	400	0,0			
5(16)	5500	-9,0			
6(15)	1500	-10,0			
7(14)	650	0,0			
8(13)	1000	+3,0	1500	350	
9(12)	1300	+7,0			
10(11)	1000	+2,0	860	300	
11(10)	1600	0,0			Станція Ю
12(9)	1000	-5,0			

13(8)	350	0,0			
14(7)	1200	+10,0			
15(6)	5000	+9,0			
16(5)	800	+1,5	975	400	
17(4)	600	0,0			
18(3)	750	-1,0			
19(2)	850	-3,5	900	400	
20(1)	1800	-1,0			Станція Б

Продовження додатка А

Профіль № 21 від ст. О до ст. Р

Профіль № 22 від ст. Р до ст. О (знаки схилів замінити на обернені)

Номери елементів	Довжина елементів, м	Крутість схилів, %	Криві (радіус і довжина, м) та станції
1(21)	2000	+0,5	Станція О
2(20)	1400	+1,5	
3(19)	2500	0,0	
4(18)	800	-3,0	
5(17)	6800	-8,0	
6(16)	1750	-10,0	
7(15)	600	0,0	
8(14)	500	+4,0	1500/500
9(13)	450	+2,0	1200/200
10(12)	500	0,0	
11(11)	1800	-1,5	Станція П
12(10)	1000	0,0	

13(9)	800	+4,0	900/250
14(8)	400	0,0	
15(7)	500	-4,5	700/400
16(6)	1200	-5,5	1000/500
17(5)	800	0,0	
18(4)	1250	+9,0	
19(3)	7400	+7,0	
20(2)	1500	+2,0	
21(1)	1800	0,0	Станція Р

Продовження додатка А

Профіль № 23 від ст. С до ст. Д

Профіль № 24 від ст. Д до ст. С (знаки схилів замінити на обернені)

Номери елементів	Довжина елементів, м	Крутість схилів, %	Криві (радіус і довжина, м) та станції
1(21)	2000	+0,5	Станція С
2(20)	400	+1,5	
3(19)	500	0,0	
4(18)	800	-1,0	1500/500
5(17)	5800	-7,0	
6(16)	1250	-9,0	
7(15)	600	0,0	
8(14)	1500	+9,0	
9(13)	400	0,0	1200/400
10(12)	1500	+1,0	Станція К
11(11)	350	0,0	
12(10)	500	+1,0	900/250
13(9)	5400	+7,0	

14(8)	400	0,0	
15(7)	500	-4,5	700/450
16(6)	1200	-5,5	
17(5)	800	0,0	1000/500
18(4)	1250	+2,0	
19(3)	800	+1,0	1500/900
20(2)	500	0,0	
21(1)	1800	-0,5	Станція Д

Продовження додатка А

Профіль № 25 від ст. А до ст. В

Профіль № 26 від ст. В до ст. А (знаки схилів замінити на обернені)

Номери елементів	Довжина елементів, м	Крутість схилів, %	Криві (радіус і довжина, м) та станції
1(20)	1500	0,0	Станція А
2(19)	500	-0,5	
3(18)	600	-4,0	1500/350
4(17)	400	0,0	960/400
5(16)	4500	-7,0	
6(15)	1500	-10,5	
7(14)	650	0,0	
8(13)	900	+5,0	
9(12)	1300	+7,0	
10(11)	1200	+1,0	
11(10)	1600	0,0	Станція Ж
12(9)	1000	-3,0	1100/350
13(8)	250	0,0	
14(7)	1200	+11,0	

15(6)	4500	+9,0	
16(5)	800	+1,5	975/400
17(4)	600	0,0	
18(3)	750	-1,0	860/300
19(2)	850	-3,5	
20(1)	1450	-0,5	Станція В

Продовження додатка А

Профіль № 27 від ст. Г до ст. Е

Профіль № 28 від ст. Е до ст.Г (знаки схилів замінити на обернені)

Номери елементів	Довжина елементів, м	Крутість схилів, %	Криві (радіус і довжина, м) та станції
1(20)	1850	0,0	Станція Г
2(19)	1050	+2,8	1300/400
3(18)	750	+4,6	650/450
4(17)	1100	0,0	
5(16)	4600	-8,0	
6(15)	1200	-8,5	
7(14)	800	0,0	
8(13)	1100	+9,5	
9(12)	4200	+8,5	
10(11)	1000	0,0	1000/450
11(10)	1700	-0,5	Станція Д
12(9)	750	-3,5	2000/600
13(8)	800	0,0	
14(7)	1500	-4,5	

15(6)	1050	-3,5	
16(5)	600	0,0	
17(4)	850	+1,5	
18(3)	450	+2,5	800/350
19(2)	2300	0,0	650/250
20(1)	1500	-1,5	Станція Е

Продовження додатка А

Профіль № 29 від ст. А до ст. Е

Профіль № 30 від ст. Е до ст. А (знаки схилів замінити на обернені)

Номери елементів	Крутість схилу, %	Довжина елементів, м	Криві		Станції
			R,м	S,м	
1(19)	-2,5	1700			Станція А
2(18)	-1,5	2400	650	350	
3(17)	-3,5	800			
4(16)	0,0	1600			
5(15)	+12,5	1850			
6(14)	+3,5	500			
7(13)	+10,0	6800			
8(12)	+1,5	1600			Станція Р
9(11)	0,0	800	1500	600	
10(10)	-9,0	1200			
11(9)	0,0	1000	1000	500	
12(8)	+6,0	800	650	450	
13(7)	+4,5	600			

14(6)	0,0	500			
15(5)	-7,0	7375			
16(4)	-2,0	1250			
17(3)	0,0	2500			
18(2)	+2,0	1700	1300	650	
19(1)	+0,2	1600			Станція Е

Продовження додатка А

Профіль № 31 від ст. С до ст. Т

Профіль № 32 від ст. Т до ст. С (знаки схилів замінити на обернені)

Номери елементів	Крутість схилу, %	Довжина елементів, м	Криві		Станції
			R,м	S,м	
1(23)	-1,5	1800			Станція С
2(22)	-3,0	1800	800	1000	
3(21)	-5,0	2000			
4(20)	0,0	1600	1000	600	
5(19)	+9,0	2000			
6(18)	+7,0	7000			
7(17)	0,0	400			
8(16)	+6,0	500	700	500	
9(15)	+1,5	1700			Станція П
10(14)	+5,0	300			
11(13)	+3,0	400	650	400	
12(12)	0,0	600			
13(11)	-10,0	1450			
14(10)	0,0	800			
15(9)	+4,0	1400			
16(8)	+3,0	800	700	400	

17(7)	0,0	700			
18(6)	-8,0	6500			
19(5)	0,0	1850			
20(4)	+1,0	1650			
21(3)	+2,0	1500			
22(2)	+4,0	1200	1500	850	
23(1)	0,0	1900			Станція Т

Продовження додатка А

Профіль №33 від ст. П до ст. М

Профіль №34 від ст. М до ст. П (знаки схилів замінити на обернені)

Номери елементів	Крутість схилу, %	Довжина елементів, м	Криві		Станції
			R,м	S,м	
1(17)	0,0	1600			Станція П
2(16)	+2,0	1000	800	400	
3(15)	0,0	1800			
4(14)	-4,0	1500	1200	650	
5(13)	0,0	600			
6(12)	-5,0	600	1500	400	
7(11)	-8,0	7800			
8(10)	-2,0	1700			Станція Г
9(9)	-10,0	1500			
10(8)	0,0	1500	1500	450	
11(7)	+12,0	1500			
12(6)	+9,0	8000			
13(5)	+5,0	1500	850	750	
14(4)	0,0	1300			

15(3)	+3,0	800			
16(2)	0,0	2000			
17(1)	+1,0	1700			Станція М

Продовження додатка А

Профіль № 35 від ст. Л до ст. І

Профіль № 36 від ст. І до ст. Л (знаки схилів замінити на обернені)

Номери елементів	Крутість схилу, %	Довжина елементів, м	Криві		Станції
			R,м	S,м	
1(21)	0,0	1800			Станція Л
2(20)	-3,0	1500	1500	900	
3(19)	-7,0	7400			
4(18)	-9,0	1250			
5(17)	0,0	800			
6(16)	+5,5	1200	1000	500	
7(15)	+4,5	600	700	400	
8(14)	0,0	400			
9(13)	-4,0	800	900	350	
10(12)	0,0	1000			
11(11)	+2,5	1800			Станція Ц
12(10)	0,0	500			
13(9)	-2,0	450	1200	300	
14(8)	-4,0	500	1500	500	

15(7)	0,0	600			
16(6)	+11,0	1750			
17(5)	+9,0	6800			
18(4)	+3,0	1000			
19(3)	0,0	2500			
20(2)	-2,0	1400			
21(1)	-1,5	2000			Станція І

Продовження додатка А

Профіль № 37 від ст. В до ст. Я

Профіль № 38 від ст. Я до ст. В (знаки схилів замінити на обернені)

Номери елементів	Крутість схилу, %	Довжина елементів, м	Криві		Станції
			R,м	S,м	
1(20)	0,0	1800			Станція В
2(19)	-1,0	800			
3(18)	-4,0	1000	900	400	
4(17)	0,0	1400	1500	650	
5(16)	-9,0	7500			
6(15)	-10,5	1500			
7(14)	0,0	650	800	300	
8(13)	+5,0	900			
9(12)	+1,0	1300			
10(11)	+2,0	2000			Станція М
11(10)	0,0	900			
12(9)	-3,0	1000			

13(8)	0,0	750	1200	450	
14(7)	+11,0	2000			
15(6)	+9,0	7500			
16(5)	+1,5	800	975	400	
17(4)	0,0	1600			
18(3)	-4,0	2750			
19(2)	-3,0	850			
20(1)	-1,5	1750			Станція Я