ФАКУЛЬТЕТ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Кафедра «Залізничні станції та вузли»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання курсових проектів з дисципліни

«*ЗАЛІЗНИЧНІ СТАНЦІЇ ТА ВУЗЛИ*»

Частина 2

Харків - 2013

Методичні вказівки до виконання курсових проектів розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри ЗСВ „14”березня 2011р., протокол № 7.

Методичні вказівки містять загальні відомості, основні вимоги та приклади побудови поздовжнього та поперечного профілю технічних станцій, а також довідкові матеріали, що необхідні студентам при виконанні відповідних розділів у курсових проектах.

Методичні вказівки рекомендовані для використання при виконанні курсових та дипломних проектів студентами спеціальності „Організація перевезень та управління на транспорті (залізничний транспорт)” всіх форм навчання, а також слухачів ІППК.

Укладачі:

доценти І.В. Берестов,
Г.В. Шаповал,
старш. викл. О.В. Розсоха,
асист. Г.І. Шелехань

Рецензент

проф. В.М. Запара

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання курсових проектів з дисципліни

«*ЗАЛІЗНИЧНІ СТАНЦІЇ ТА ВУЗЛИ*»

Частина 2

Відповідальний за випуск Шаповал Г.В.

Редактор Решетилова В.В.

Підписано до друку 14. 04. 11 р.

Формат паперу 60х84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 0,75. 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.

Таблиця 4.4 – Визначення обсягу земляних робіт

Номер попе-реч-ника	Кіло-метри, пікети та плюси	Відмітки			Ширина земляного полотна, м			Площа перетину, м^2			Відс-тань між суміж-ними пере-тинами, м	Обсяг, м^3 (насип/вий-мка)
		Проектні	Чорні	Робочі	Поверху	По основі	По середній лінії	Попереднього	Наступного	Середнього		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1688+50	106,31	105,86	0,45	7,0	8,35	7,67	X	3,45			
2	1691+20	106,48	105,76	0,72	7,0	9,16	8,08	3,45	5,82	4,64	270	1252,80
3	1692+50	106,31	105,68	0,63	28,2	29,58	28,89	5,89	18,20	12,01	130	1561,30
4	1694+80	105,95	105,60	0,35	28,2	28,88	28,54	18,20	9,99	14,09	230	3240,70
5	1700	105,75	105,53	0,22	28,2	28,53	28,36	9,99	6,24	8,12	520	4222,40
6	1701+30	105,68	105,41	0,27	7,0	7,81	7,41	6,24	2,00	4,12	130	535,60
7	1702+60	105,57	105,35	0,22	7,0	7,66	7,33	2,00	1,98	1,99	130	258,70
Всього												11071,50

Зміст

Вступ……. 4
1 Норми проектування плану колій технічних станцій…. 5
2 Проектування поздовжнього профілю технічних станцій……. 6
2.1 Загальні вимоги…… 6
2.2 Порядок побудови поздовжнього профілю технічних станцій…… 8
2.3 Приклад побудови поздовжнього профілю дільничної станції…….. 10
3 Проектування поперечного профілю технічних станцій…… 15
3.1 Загальні вимоги…… 15
3.2 Порядок побудови поперечного профілю технічних станцій…… 16
3.3 Приклад побудови поперечного профілю дільничної станції……. 18
4 Розрахунок обсягу земляних робіт……... 23
4.1 Порядок розрахунку обсягу земляних робіт…… 23
4.2 Приклад розрахунку обсягу земляних робіт приймально-відправного парку дільничної станції…….... 28
Список літератури……. 30
Додаток А – План та поздовжній профіль дільничної станції……. 31
Додаток Б – Поперечний профіль земляного полотна та верхньої будови колії приймально-відправного парку дільничної станції……. 32

Вступ

Методичні вказівки спрямовані на практичне засвоєння лекційного матеріалу з розділу „Дільничні станції” дисципліни „Залізничні станції та вузли” студентами спеціальності ОПУТ.

При виконанні курсових або дипломних проектів одним із розділів є розроблення плану та поздовжнього профілю дільничної (сортувальної) станції та розрахунок обсягу земляних робіт.

Основною метою даних методичних вказівок є надання довідкових матеріалів, порядку розрахунку та побудови поздовжнього та поперечного профілів технічних станцій: дільничних та сортувальних. Враховуючи, що виконання цих робіт викликає значну кількість питань, в методичних вказівках наведені приклади побудови поздовжнього та поперечного профілів, що виконані у відповідному масштабі із дотриманням усіх вимог до оформлення.

1 Норми проектування плану колій технічних станцій

Норми проектування станційних колій у плані та профілі залежать від категорії залізничної лінії. Вимоги до категорій залізничних ліній наведені в [1, 6 (таблиця А.1)].

Технічні станції, окремі парки та витяжні колії необхідно розташовувати на прямих дільницях колії. У складних умовах дозволяється їх розташовувати на кривих радіусом не менше: 2000 м – на швидкісних лініях; 1500 м – на магістральних лініях I-III категорій; 1200 м – на лініях IV-VII категорій.

В особливо складних топографічних умовах, при відповідному обґрунтуванні, дозволяється зменшувати радіус кривої до 600 м; у гірських умовах – до 500 м.

Технічні станції з поперечним розташуванням приймально-відправних колій, за необхідності їх розташування на кривих, повинні розташовуватися на кривих, направлених в один бік.

Дільничні станції з поздовжнім та напівпоздовжнім розташуванням приймально-відправних колій у складних умовах дозволяється розташовувати на зворотних кривих. При цьому колії кожного з напрямків руху в межах їх корисної довжини слід розташовувати на кривих, які направлені в один бік.

Не дозволяється розташовувати витяжні колії на зворотних кривих.

Стрілочні переводи на головних коліях повинні знаходитися на прямих дільницях колії. В усіх випадках дозволяється укладання стрілочних переводів у кривих з радіусом не менше 600 м.

На коліях, призначених для руху організованих поїздів, між зворотними кривими радіусом 250 м і менше треба передбачати прямі вставки довжиною не менше 15 м.

Радіуси кривих внутрішньостанційних, з'єднувальних і ходових колій слід приймати не менше 200 м.

Між двома суміжними кривими на головних та приймально-відправних коліях повинні проектуватися прямі вставки, які приймаються відповідно до [1, 6 (таблиці А.2)]. На інших коліях пряма вставка не проектується. В скорочених з'єднаннях допускається проектувати вставку довжиною 15 м.

Колії біля платформ та навантажувально-розвантажувальних фронтів проектуються на прямих дільницях, в складних умовах – на

кривих радіусом не менше 600 м, в особливо складних умовах – 500 м.

Колії біля високих пасажирських платформ проектуються на прямих дільницях, в складних умовах – на кривих з радіусом не менше 1200 м, в особливо складних – до 600 м.

Перед воротами депо та інших закритих приміщень слід проектувати прямі вставки в плані довжиною не менше довжини відповідної одиниці рухомого складу, що подається до цього приміщення.

В гіркових горловинах сортувальних парків захрестовинні криві можуть проектуватися радіусом не менше 180 м. При відповідному техніко-економічному обґрунтуванні радіуси цих кривих можуть бути зменшені до 150 м при довжині кривої не більше 20 м з відповідним посиленням цих кривих.

2 Проектування поздовжнього профілю технічних станцій

2.1 Загальні вимоги

Дільничні та сортувальні станції слід розташовувати на горизонтальній площадці. В окремих випадках допускається розташовувати сортувальні та дільничні станції на уклонах не крутіше 1,5 ‰, в складних умовах – не крутіше 2,5 ‰. В усіх випадках поздовжній профіль колій станцій, де передбачається відчеплення локомотивів або вагонів від поїздів і виконання маневрових операцій, повинен проектуватися увігнутого контуру з однаковими позначками висот на кінцях корисної довжини колії.

З метою запобігання самовільному виходу составів на перегін поздовжній профіль приймально-відправних колій слід проектувати трьохелементним.

Стрілочні горловини дозволяється розташовувати на уклонах не крутіше обмежувального, зменшеного на 2 ‰, а в особливо важких умовах, при відповідному обґрунтуванні – навіть на обмежувальному уклоні.

Диспетчерські з’їзди та окремі стрілочні переводи на головних коліях за межами горловин допускається розміщувати на будь-якому поздовжньому уклоні до обмежувального включно.

Довжина елементів профілю в горловинах не повинна бути меншою 50 м, а у складних умовах – 25 м. При цьому точки переломів профілю повинні бути за межами спільних брусів стрілок.

Дозволяється розміщувати колії на уклонах не більше 10 ‰ при подовженні приймально-відправних колій існуючих станцій, розташованих в особливо важких умовах, при відповідному обґрунтуванні.

Норми проектування уклонів суміжних елементів наведено в [1, 6 (таблиці 2.1)].

Профіль сортувальних пристроїв (сортувальних гірок, витяжних колій із стрілочними горловинами на уклонах або площадках) і сортувальних колій, що обслуговуються ними, проектуються відповідно до „Правил и норм проектирования сортировочных устройств” [4].

Сортувальні колії, на яких сортування вагонів виконують із витяжних колій, у межах стрілочної зони слід розташовувати, якщо це можливо, на спуску у напрямку сортування вагонів. Крутість спуску не повинна перевищувати 2 ‰. Там, де маневрові операції виконуються переважно із порожніми вагонами, допускається розташовувати стрілочні горловини на спуску до 2,5 ‰.

Витяжні колії за межами стрілочної горловини станції слід розташовувати на горизонтальній площадці або на спуску (у напрямку сортування вагонів) не крутіше 2 ‰ в напрямку колій, які обслуговують.

Уклони профілю приймаються з точністю до 0,1 ‰.

Поздовжній профіль колії необхідно проектувати елементами якомога більшої довжини при найменшій алгебраїчній різниці уклонів суміжних елементів.

Довжина елементів профілю, як правило, повинна бути не менше половини корисної довжини приймально-відправних колій, прийнятої на перспективу, а на внутрішньостанційних з’єднувальних і під’їзних коліях – половини довжини поїзда або состава поїзда, що передається маневровим порядком, але не менше 100 м.

2.2 Порядок побудови поздовжнього профілю технічних станцій

Загальні положення побудови поздовжнього профілю наведено в [6].

Проектування поздовжнього профілю – це знаходження мінімально допустимих уклонів на головних, приймально-відправних та інших коліях станції з їхньою ув'язкою у поперечному профілі. При побудові поздовжнього профілю слід забезпечувати мінімальні обсяги земляних робіт, при цьому слід уникати виїмок принаймні у основних парках. Рекомендовано середню висоту насипу проектувати в межах 0,4-0,8 м, на вантажному районі, локомотивному господарстві та інших коліях – 0,3-0,5 м.

При проектуванні поздовжнього профілю технічної станції слід дотримуватися такої послідовності:

1 Спочатку визначається відмітка землі для трудної колії сортувального парку в точці, що знаходиться на відстані 100 м від граничного стовпчика у хвостовій горловині.

2 До отриманої відмітки землі слід додати 0,4 м та отримати проектну відмітку земляного полотна, яка проставляється на уклонопокажчику в цій точці ($H_{вих}$).

3 Проставляється уклонопокажчик у кінці паркової гальмової позиції для трудної колії та визначається розрахункова відмітка

$$H_i = H_{вих} + i_{сп} l_{сп} 10^{-3}, \qquad (2.1)$$

де $i_{сп}$ – нормативний уклон колій сортувально-відправного (або сортувального парку), $i_{сп} = 0{,}06$ ‰;

$l_{сп}$ – довжина розрахункової трудної колії від кінця паркової гальмової позиції до точки з вихідною проектною відміткою (визначається за планом станції).

4 Аналогічним чином визначаються проектні відмітки в точках перелому поздовжнього профілю гірки малої потужності відповідно до проведених розрахунків сортувальної гірки (спускна та насувна частини).

5 Після визначення проектної відмітки на початку насувної частини гірки малої потужності (напроти граничного стовпчика

стрілки примикання до гіркової витяжної колії), необхідно запроектувати поперечний профіль у точці (відповідно до [6]) та визначити проектну відмітку земляного полотна головної колії, яку показати на уклонопокажчику.

6 Далі слід проставити уклонопокажчик за першим стрілочним переводом на головній колії з боку перегону. Визначити в цій точці відмітку землі, додати до відмітки землі 0,5 м. Отриману проектну відмітку порівнюють з проектною відміткою головної колії, що отримана у місці проектування поперечника (для чого слід розрахувати уклон між зазначеними точками). Якщо отриманий уклон поздовжнього профілю цього елементу буде більше 2 ‰, то слід змінити висоту насипу із 0,5 м в більший або менший бік, забезпечуючи при цьому уклон не більше 2,5 ‰.

7 З урахуванням отриманого уклону проектується витяжна колія, що розташована поруч із головною, від початку насувної колії до середини з'їзду, що веде з витяжної колії на головну.

8 Далі на відстані 212 м від упору витяжної колії визначається відмітка землі, додається 0,4 м. Між отриманою проектною відміткою та попередньою проектною відміткою в бік сортування визначається уклон. Якщо між ними визначається спуск у бік гірки більше 2,5 ‰, то слід зменшити висоту насипу, якщо визначається підйом у бік гірки більше 2,5 ‰, то слід збільшити висоту насипу. У будь-якому випадку отриманий уклон не повинен перевищувати 2,5 ‰.

9 У бік упору, на відстані 200 м, слід запроектувати підйом до 8 ‰, а останні 12 м слід запроектувати на площадці.

10 На наступному кроці визначається відмітка землі по головній колії на відстані 10 м від торця пасажирської платформи, до якої додається 0,5 м. Визначається уклон між отриманою проектною відміткою та відміткою в місці побудови поперечника. Якщо уклон буде перевищувати 2,5 ‰, то слід змінювати висоту насипу, забезпечуючи уклон не більше 2,5 ‰.

11 В межах розташування пасажирських платформ слід проектувати площадку, а в складних умовах уклон не більше 2,5 ‰.

12 Останні 100 м трудної колії сортувально-відправного (сортувального) парку та хвостову горловину до граничного стовпчика стрілочного переводу примикання до витяжної колії (в

хвості сортувально-відправного парку) слід проектувати на підйомі 2 ‰.

13 В кінці підйому проектується поперечник та визначається відмітка головної колії (відповідно до [6]), яка повинна бути ув'язана з проектною відміткою біля пасажирської платформи (ближчою) .

14 По можливості поздовжній профіль приймально-відправних парків слід проектувати трьохелементним. В поперечному профілі проектні відмітки крайніх точок приймально-відправних парків слід пов'язувати з проектними відмітками головних колій.

15 Горловину станції з боку розташування локомотивного господарства слід проектувати на площадці, а маневрову витяжну колію формування – на уклоні до 2,5 ‰ (найкращим є розташування її на спуску у бік горловини не більше 1 ‰, що дозволяє покращити умови виконання маневрової роботи).

Уклонопокажчики встановлюються тільки в точках перелому поздовжнього профілю, при цьому в місцях розгалуження колій з різними уклонами вони повинні бути не перед стрілочним переводом, а за ним. При розгалуженні декількох колій слід робити засічки по кожній колії та позначати уклони в порядку відгалуження колій (зверху вниз).

2.3 Приклад побудови поздовжнього профілю дільничної станції

Для побудови поздовжнього профілю дільничної станції використовується її план (додаток А). Приклад побудови поздовжнього профілю дільничної станції наведено в додатку А.

Побудову поздовжнього профілю починаємо з визначення відмітки землі в хвостовій горловині сортувально-відправного парк – 105,35 м. Далі для цієї точки визначаємо проектну відмітку *105,35+0,4=105,75 м*, яку проставляємо на уклонопокажчику.

Визначаємо відстань від цього уклонопокажчика до кінця паркової гальмової позиції за планом станції – 756 м. Враховуючи вимоги до уклону поздовжнього профілю сортувально-відправного

парку визначаємо проектну відмітку в кінці паркової гальмової позиції

$$H_{ПГП} = 105,75 + 0,06 \cdot 756 \cdot 10^{-3} = 106,20 \text{ м}.$$

Далі додаємо до отриманої проектної відмітки висоту сортувальної гірки ($H_г$=*1,0 м*) та отримаємо проектну відмітку вершини гірки

$$H_{ВГ} = 106,20 + 1,0 = 107,20 \text{ м}.$$

Проектуємо насувну частину гірки, що складається з двох елементів, та визначаємо спочатку проектну відмітку першої дільниці насувної частини ($H_{1нч}$), а далі проектну відмітку уклонопокажчика, що розташовано в місці примикання насувної колії до витяжної колії (у створі з граничним стовпчиком стрілочного переводу 300)

$$H_{1нч} = 107,20 - 10,0 \cdot 50 \cdot 10^{-3} = 106,70 \text{ м},$$
$$H_{ГС300} = 106,70 - 2,0 \cdot 165 \cdot 10^{-3} = 106,37 \text{ м}.$$

В місці примикання насувної колії до витяжної колії з урахуванням отриманої раніше проектної відмітки 106,37 м будуємо поперечник та визначаємо проектну відмітку для головної колії I та II (оскільки точка перелому поперечного профілю знаходиться між головними коліями)

$$H_{I,II} = 106,37 + 10,0 \cdot (4,1 + 6,5 + 5,3) \cdot 10^{-3} = 106,53 \text{ м}.$$

Після цього встановлюємо уклонопокажчик на відстані 260 м у бік перегону (за останнім стрілочним переводом по головній колії) та визначаємо в цій точці відмітку землі 105,50 м. Визначаємо в цій точці проектну відмітку *105,50+0,5=106,00 м.* Визначаємо уклон між цими уклонопокажчиками

$$i = \frac{106,53 - 106,00}{260} \cdot 10^3 = 2,0 \text{‰}.$$

Отриманий уклон не перевищує 2,5 ‰. З отриманим уклоном проектуємо частину витяжної колії на відстані 100 м та отримаємо чергову проектну відмітку

$$H_{вит.кол} = 106,37 - 2,0 \cdot 100 \cdot 10^{-3} = 106,17 \text{ м}.$$

На відстані 212 м від упора витяжної колії 18 встановлюємо уклонопокажчик, визначаємо в цій точці відмітку землі – 105,45 м, знаходимо проектну відмітку *105,45+0,4=105,85* м. Між отриманою проектною відміткою та проектною відміткою витяжної колії розраховуємо уклон

$$i = \frac{106,17 - 105,85}{610} \cdot 10^3 = 0,5 \text{‰}.$$

У бік упора проектуємо підйом 8 ‰ на відстані 200 м

$$H_{вит.кол} = 105,85 + 8,0 \cdot 200 \cdot 10^{-3} = 107,45 \text{ м}.$$

Останні 12 м витяжної колії проектуємо на площадці.

Визначаємо відмітки землі на відстані 10 м від кінця пасажирських платформ з обох боків та розраховуємо проектні позначки в цих точках *105,72+0,5=106,22* м. Розташовуємо пасажирські платформи та головні колії поряд з ними на площадці.

Знаходимо відстань між проектною відміткою поруч з пасажирською платформою (з боку А та В) та найближчим уклонопокажчиком на головній колії (в місці побудови поперечника) та визначаємо уклон на цій дільниці поздовжнього профілю

$$i = \frac{106,53 - 106,22}{510} \cdot 10^3 = 0,6 \text{ ‰}.$$

З урахуванням отриманого уклону визначаємо проектну відмітку по головній колії в місці відгалуження з'єднувальної колії ПВ2 (між стрілочними переводами 210 та 22)

$$H_{210-22} = 106,53 - 0,6 \cdot 160 \cdot 10^{-3} = 106,43 \text{ м}.$$

Встановлюємо уклонопокажчик в ПВ2 за стрілочним переводом 218. Визначаємо в цій точці відмітку землі та проектну відмітку *105,61+0,4=106,01* м. Визначаємо уклон між цим уклонопокажчиком та уклонопокажчиком, встановленим на головних коліях в місцях відгалуження колій ПВ2

$$i = \frac{106,43 - 106,01}{226} \cdot 10^3 = 1,80 \text{ ‰}.$$

Повертаємось до першого уклонопокажчика в хвостовій горловині сортувально-відправного парку. Встановлюємо уклонопокажчик в місці примикання хвостової горловини сортувально-відправного парку до витяжної колії (у створі з граничним стовпчиком 301 стрілочного переводу). Визначаємо відстань між цими уклонопокажчиками та розраховуємо проектну відмітку на новому уклонопокажчику з урахуванням вимог поздовжнього профілю хвостової горловини парку

$$H_{ГС301} = 105,75 + 2,0 \cdot 260 \cdot 10^{-3} = 106,27 \text{ м}.$$

В місці примикання з урахуванням отриманої проектної відмітки будуємо поперечник та визначаємо проектну відмітку головних колій I та II

$$H_{I,II} = 106,27 + 10,0 \cdot (4,1 + 5,3 + 5,3 + 5,3) \cdot 10^{-3} = 106,48 \text{ м}.$$

Знаходимо відстань між останнім розрахованим уклонопокажчиком та уклонопокажчиком біля пасажирських платформ (з боку Б та Г) та визначаємо уклон на цій дільниці

$$i = \frac{106,48 - 106,22}{466} \cdot 10^3 = 0,55 \text{ ‰}.$$

Проставляємо наступний уклонопокажчик в непарній горловині ПВ2 за 221 стрілочним переводом у бік колії. Визначаємо в цій точці відмітку землі та проектну відмітку *105,60+0,4=106,00* м.

Середня частина колій ПВ2 може бути запроектована на площадці. Для проектування непарної горловини ПВ2 розраховуємо уклон

$$i = \frac{106,48 - 106,00}{230} \cdot 10^3 = 2,0 \text{ ‰}.$$

Таким чином, запроектований трьохелементний поздовжній профіль ПВ2.

Аналогічним чином проектуємо трьохелементний профіль ПВ1.

В місці відгалуження колій, що ведуть до локомотивного господарства, ранжирного парку та на витяжну колію, встановлюємо уклонопокажчик та визначаємо проектну відмітку з'єднувальної колії через побудову поперечника

$$H_{з.к} = 105,95 - 10,0 \cdot (5,3 + 5,3 + 5,3) \cdot 10^{-3} = 105,80 \text{ м}.$$

Від отриманої проектної відмітки проектуємо поздовжній профіль витяжної колії 19

$$H_{вит.кол} = 105,80 + 1,0 \cdot 520 \cdot 10^{-3} = 103,23 \text{ м}.$$

Наступний уклонопокажчик встановлюємо в місці початку колій ранжирного парку та будівель локомотивного господарства. Визначаємо в цій точці відмітку землі та проектну відмітку *105,12+0,4=105,52* м. Розраховуємо уклон

$$i = \frac{105,80 - 105,52}{220} \cdot 10^3 = 1,27 \text{ ‰}.$$

Далі проектуємо поздовжній профіль локомотивного господарства та колій ранжирного парку на площадці та встановлюємо відповідні уклонопокажчики.

3 Проектування поперечного профілю технічних станцій

3.1 Загальні вимоги

Основні вимоги до проектування поперечного профілю технічних станцій не відрізняються від вимог до проектування поперечних профілів малих роздільних пунктів. Вимоги до проектування поперечних профілів малих роздільних пунктів наведено в [6].

При проектуванні поперечного профілю на технічних станціях слід детально ознайомитись з вимогами до проектування земляного полотна [1, с.26-36], а також рекомендаціями [3, с.119-129].

Поперечний обрис основної площадки станційного земляного полотна залежно від числа колій і виду ґрунту потрібно проектувати односкатним або двоскатним. При значній ширині основної площадки допускається застосовувати пилкоподібний поперечний профіль із спорудженням у міжколійях, де знаходяться нижні точки переломів профілю, закритих поздовжніх водовідводів (лотків і дренажів) із уклоном не менше 2 ‰, а при необхідності – з улаштуванням поперечних випусків для відводу води за межі земляного полотна [3, с.123]. Поверхням схилів основної площадки земляного полотна слід надавати уклон у бік водовідводів. Значення уклонів приймається залежно від видів ґрунтів земляного полотна, кліматичних умов і числа колій, розташованих у межах схилу. Верх земляного полотна станційних площадок зі скельних, великоуламкових і піщаних дренуючих ґрунтів слід проектувати горизонтальним.

Профіль земляного полотна для розміщення локомотивного і вагонного господарств, вантажного району проектують одно- та двоскатними, уклони яких передбачають в напрямку від будівлі у зовнішній бік. При значній ширині території слід проектувати пилкоподібний профіль.

Профіль земляного полотна окремих приймально-відправних та сортувальних парків на технічних станціях в залежності від місцевих умов проектують односкатним, двоскатним або пилкоподібним.

3.2 Порядок побудови поперечного профілю технічних станцій

Поперечний профіль проектується для відповідного перетину, який зазначено у завданні на міліметрівці в масштабі 1:200. Оскільки на технічних станціях значне число колій, то поперечний профіль слід проектувати двоскатним в межах окремого парку. При цьому перелом профілю земляного полотна слід приймати таким чином, щоб на кожному поперечному уклоні розташовувалося по можливості однакове число колій.

Уклон поверхні земляного полотна обирається в межах 10÷20 ‰.

Порядок побудови поперечного профілю на технічній станції такий:

1 При проектуванні поперечного профілю технічної станції на зазначеному пікеті, де передбачається будівництво поперечного профілю, знаходяться проектні відмітки, пов'язані із поздовжнім профілем головних колій станції.

2 На плані станції у місці перетину в точках на відстані 15 м від осей крайніх колій визначають позначки землі $H_з$, використовуючи горизонталі місцевості.

3 В нижній частині аркуша розміщують сітку, до якої входять такі графи:

Проектні позначки, м	
Проектні відстані, м	
Позначки землі, м	
Відстані по землі, м	

4 В графі „відстані по землі" відкладають у масштабі усі міжколійя, що увійшли до перетину, та 15 м від осей крайніх колій. Через осі колій проводять вертикальні штрих-пунктирні лінії із позначенням номерів колій.

5 В графі „позначки землі" записують отримані в п. 2 позначки. В графі „проектні позначки" – для відповідної колії позначки, що відповідають поздовжньому профілю в місці перетину.

6 Розраховують уклон поверхні землі, ‰

$$i_з = \frac{(H_з^{/} - H_з^{//})}{l_з} \cdot 10^{-3}. \qquad (3.1)$$

7 Знаючи $i_з$, розраховують позначки землі у точках перетину осей всіх колій, що увійшли до поперечного перетину, а також для точок на відстані 3,5 м від осі кожної крайньої колії (під точкою бровки земляного полотна)

$$H_{з(невідома)} = H_{з(відома)} \pm i_з \cdot \Delta l \cdot 10^{-3} \text{.....} (3.2)$$

8 Прийнявши поперечний уклон 10-20 ‰, розраховують проектні позначки усіх колій, бровки земляного полотна та інших точок, що увійшли до перетину, з урахуванням місця розташування точки перелому поздовжнього профілю

$$H_{пр}^{невідома} = H_{пр}^{відома} \pm i_{поп} \cdot \Delta l \cdot 10^{-3}, \quad (3.3)$$

де $H_{пр}^{відома}$ – відома проектна позначка;

$i_{поп}$ – поперечний уклон земляного полотна;

Δl – відстань між точкою з відомою проектною позначкою і невідомою.

Знайдені позначки записують у сітку до графи „проектні позначки”, а відстані – до графи „проектні відстані”.

9 За отриманими позначками у масштабі відкладають відповідні висоти і по точках накреслюють обрис земляного полотна та зливної призми.

10 Для розрахунку позначок головок рейок до проектних позначок земляного полотна по осі кожної колії додають: мінімальну товщину баластного шару, товщину шпали (для залізобетонної шпали можна прийняти 0,193 м), висоту рейки зі скріпленнями (Р65 – 0,180 м; Р50 – 0,152 м). При цьому різниця позначок головок рейок суміжних колій повинна бути не більше 0,15 м. При більшій різниці треба збільшувати товщину баластного шару.

На швидкісних лініях та лінях лініях I, II категорії товщина баластного шару складає не менше 0,4 м, на лінях III категорії – не менше 0,35 м, на лінях IV категорії – не менше 0,30 м, на лінях V-VII категорії – не менше 0,25 м. Товщина баластного шару під шпалою на станційних (крім головних) коліях приймається не менше 0,30 м на земляному полотні з глинистих ґрунтів, пісків дрібних і пилуватих та не менше 0,25 м на земляному полотні зі

скельних, великоуламкових ґрунтів та пісків, за винятком дрібних і пилуватих грунтів. При використанні щебеневого баласту на піщаній подушці товщина верхнього шару повинна бути не менша за 0,20 м, піщаної подушки – 0,15 м.

3.3 Приклад побудови поперечного профілю дільничної станції

Поперечний профіль земляного полотна та верхньої будови колії розглядається для дільничної станції, план та поздовжній профіль якої наведено в додатку А.

Приклад побудови поперечного профілю земляного полотна на пікеті 1694+60 між 35 та 31 стрілочними переводами наведено у додатку Б для приймально-відправного парку ПВ1.

Спочатку на плані станції від осей крайніх колій на відстані 15 м знаходимо позначки землі. Це будуть позначки 105,89 м та 105,36 м.

Уклон поверхні землі за формулою (3.1)

$$i_з = \frac{(105,89 - 105,36)}{\left(15,00 + 9 \cdot 5,30 + 6,50 + 15,00\right)} \cdot 10^3 = 6,29\,‰.$$

Оскільки $i_з < 20$‰, то проектується водовідвідна канава з обох сторін земляного полотна.

Правильність подальших розрахунків залежить від того, який буде обрис поперечного профілю та місце розташування точки перелому профілю. В даному прикладі є головні колії: I, II та III, колії приймально-відправного парку 5, 7, 9, 11, 13, з'єднувальні колії (з.к.1, з.к.2, з.к.3), що розташовані по один бік від колії II. В даному випадку число колій достатньо для застосування двоскатного профілю, точка перелому профілю буде між коліями I та II.

Спочатку визначаємо позначки землі у характерних точках за формулою (3.2).

$$H_з^{з.к.1} = 105,36 + 15,00 \cdot 6,29 \cdot 10^{-3} = 105,47 \text{ м};$$
$$H_з^{з.к.2} = 105,47 + 5,30 \cdot 6,29 \cdot 10^{-3} = 105,50 \text{ м};$$
$$H_з^{з.к.3} = 105,50 + 5,30 \cdot 6,29 \cdot 10^{-3} = 105,53 \text{ м};$$
$$H_з^{II} = 105,53 + 5,30 \cdot 6,29 \cdot 10^{-3} = 105,56 \text{ м};$$
$$H_з^{I} = 105,56 + 5,30 \cdot 6,29 \cdot 10^{-3} = 105,59 \text{ м};$$
$$H_з^{III} = 105,59 + 5,30 \cdot 6,29 \cdot 10^{-3} = 105,62 \text{ м};$$
$$H_з^{5} = 105,62 + 6,50 \cdot 6,29 \cdot 10^{-3} = 105,62 \text{ м};$$
$$H_з^{7} = 105,62 + 5,30 \cdot 6,29 \cdot 10^{-3} = 105,68 \text{ м};$$
$$H_з^{9} = 105,68 + 5,30 \cdot 6,29 \cdot 10^{-3} = 105,71 \text{ м};$$
$$H_з^{11} = 105,71 + 5,30 \cdot 6,29 \cdot 10^{-3} = 105,74 \text{ м};$$
$$H_з^{13} = 105,74 + 5,30 \cdot 6,29 \cdot 10^{-3} = 105,77 \text{ м}.$$

Під бровками земляного полотна:
– з боку з'єднувальної колії 3:

$$H_з^{бр.з.к.3} = 105,47 - 3,50 \cdot 6,29 \cdot 10^{-3} = 105,45 \text{ м}.$$

–з боку колії 13:

$$H_з^{13} = 105,77 + 3,50 \cdot 6,29 \cdot 10^{-3} = 105,79 \text{ м}.$$

В даному прикладі у поперечному профілі, що розглядається, колія I знаходиться на елементі поздовжнього профілю довжиною 360 м з уклоном 1,47 ‰. Тому проектна позначка колії I на даному пікеті буде знаходитись як позначка поздовжнього профілю на заданому уклоні на відстані 270 м від встановленого уклонопокажчика

$$H_{пр}^{I} = 106,48 - 270 \cdot 1,47 \cdot 10^{-3} = 106,08 \text{ м}.$$

Профіль, в нашому випадку, проектується двоскатним. Точка перелому профілю є найвищою, а проектний уклон в обидва боки проектується 20 ‰. Наявність берм з обох боків обґрунтована необхідністю виконання технологічних операцій, встановленням опор контактної мережі тощо. За відсутності такої необхідності берму можна було б не проектувати, а безпосередньо від бровок земляного полотна здійснити перехід до водовідвідних канав. В прикладі передбачаємо наявність берм з обох боків.

Проектні позначки визначаємо за формулою (3.3).
Для з'єднувальних колій

$$H_{пр}^{з.к.1} = 106,08 - 5,30 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 105,97 \text{ м};$$
$$H_{пр}^{з.к.2} = 105,97 - 5,30 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 105,86 \text{ м};$$
$$H_{пр}^{з.к.3} = 105,86 - 5,30 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 105,75 \text{ м}.$$

Проектні позначки для колій I та II будуть однаковими, оскільки колії суміжні

$$H_{пр}^{II} = H_{пр}^{I} = 106,08 \text{ м}.$$

Для інших колій поперечного профілю

$$H_{пр}^{III} = 106,08 - 5,30 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 105,97 \text{ м};$$
$$H_{пр}^{5} = 105,97 - 6,50 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 105,84 \text{ м};$$
$$H_{пр}^{7} = 105,84 - 5,30 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 105,73 \text{ м};$$
$$H_{пр}^{9} = 105,73 - 5,30 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 105,62 \text{ м};$$
$$H_{пр}^{11} = 105,62 - 5,30 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 105,51 \text{ м};$$
$$H_{пр}^{13} = 105,51 - 5,30 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 105,40 \text{ м}.$$

Для точки перелому профілю:

$$H_{пр}^{т.п} = 106,08 + \left(\frac{5,30}{2}\right) \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 106,13 \text{ м}.$$

Для бровок земляного полотна:
– з боку з'єднувальної колії 3:

$$H_{пр}^{бр.з.к.3} = 105,75 - 3,50 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 105,68 \text{ м}$$

– з боку колії 13:

$$H_{пр}^{бр.13} = 105,40 - 3,50 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 105,33 \text{ м}.$$

Проектна позначка підошви земляного полотна знаходиться з урахуванням того, що крутизна його уклону 1:1,5. Бровка земляного полотна приймається на висоті не менше 0,25 м від рівня

його підошви. Враховуючи те, що різниця між проектними позначками бровок земляного полотна менше 0,25 м, висота бровки над рівнем підошви приймається 0,25 м. Проектна позначка підошви земляного полотна з боку з'єднувальної колії 3 дорівнює

$$H_{пр}^{підошва\ з.к.3} = 105,68 - 0,25 \cdot 1,5 = 105,43\ м,$$

з боку колії 13:

$$H_{пр}^{підошва 13} = 105,33 - 0,25 \cdot 1,5 = 105,08\ м.$$

Далі розраховуємо берми з обох боків земляного полотна. Берма має ширину 3 м, уклон 20 ‰ у бік водовідвідної канави.

Проектна позначка берми з боку з'єднувальної колії 3 визначається:

$$H_{пр}^{берма\ з.к.3} = 105,43 - 3,00 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 105,37\ м,$$

з боку колії 13:

$$H_{пр}^{берма\ 13} = 105,08 - 3,00 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 105,02\ м.$$

Водовідвідні канави проектуються глибиною та шириною понизу по 0,6 м. Крутизна уклонів канави складає 1:1,5.

Позначки для водовідвідної канави з боку з'єднувальної колії 3:

– проектна позначка понизу канави

$$H_{пр}^{канава\ з.к.3} = 105,37 - 0,60 = 104,77\ м;$$

– позначка землі понизу канави

$$L_{к.з} = 0,6 \cdot 1,5 = 0,90\ м;$$
$$H_{з}^{канава\ з.к.3} = 105,45 - (3,00 + 0,90) \cdot 6,29 \cdot 10^{-3} = 105,43\ м;$$

– проектна позначка поверху канави

$$L_{к.п.з} = (105,43 - 104,77) \cdot 1,5 = 0,99\ м;$$
$$H_{зп}^{канава\ з.к.3} = 105,43 - 0,99 \cdot 6,29 \cdot 10^{-3} = 105,42\ м.$$

Для водовідвідної канави з боку колії 13 позначки визначаються:

– проектна позначка понизу канави

$$H_{пр}^{канава\ 13} = 105,02 - 0,60 = 104,42\ м;$$

– позначка землі понизу канави

$$L_{к.13} = 0,6 \cdot 1,5 = 0,90\ м;$$
$$H_{з}^{канава\ 13} = 105,79 + (3,00 + 0,90) \cdot 6,29 \cdot 10^{-3} = 105,81\ м;$$

– проектна позначка поверху канави

$$L_{к.п.13} = (105,81 - 104,42) \cdot 1,5 = 2,09\ м;$$
$$H_{зп}^{канава\ 13} = 105,81 + 2,09 \cdot 6,29 \cdot 10^{-3} = 105,83\ м.$$

Проектна позначка головки рейки складається із суми проектної позначки земляного полотна, висоти баластного шару під шпалою, висоти шпали та висоти рейки

$$H_{г.р}^{i} = H_{пр}^{i} + h_{бш} + h_{ш} + h_{р}, \qquad (3.4)$$

де $h_{бш}$ – товщина баластного шару, м;

$h_{ш}$ – висота шпали, м;

$h_{р}$ – висота рейки, м.

В нашому прикладі: головні колії I, II та III на лінії IV категорії із рейок типу Р65, колії 5, 7, 9, 11, 13 із рейок типу Р50, баласт із щебеня, шпали залізобетонні, тому

$$H_{г.р}^{з.к.3} = 105,75 + 0,3 + 0,193 + 0,152 = 106,40\ м;$$
$$H_{г.р}^{з.к.2} = 105,86 + 0,3 + 0,193 + 0,152 = 106,51\ м;$$
$$H_{г.р}^{з.к.1} = 105,97 + 0,3 + 0,193 + 0,152 = 106,62\ м;$$
$$H_{г.р}^{I,II} = 106,08 + 0,3 + 0,193 + 0,18 = 106,75\ м;$$
$$H_{г.р}^{III} = 105,97 + 0,3 + 0,193 + 0,18 = 106,62\ м;$$
$$H_{г.р}^{5} = 105,84 + 0,3 + 0,193 + 0,152 = 106,49\ м;$$
$$H_{г.р}^{7} = 105,73 + 0,3 + 0,193 + 0,152 = 106,38м0$$
$$H_{г.р}^{9} = 105,62 + 0,3 + 0,193 + 0,152 = 106,27\ м;$$
$$H_{г.р}^{11} = 105,51 + 0,3 + 0,193 + 0,152 = 106,16\ м;$$
$$H_{г.р}^{13} = 105,40 + 0,3 + 0,193 + 0,152 = 106,05\ м.$$

Різниця рівнів головок рейок двох суміжних колій не повинна перевищувати 0,15 м. За результатами розрахунків видно, що різниця позначок головок рейок суміжних колій не перевищує 0,15 м.

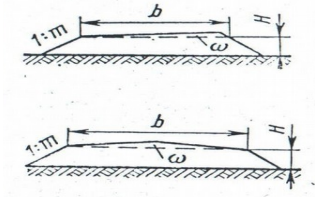
4 Розрахунок обсягу земляних робіт

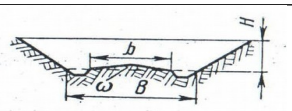
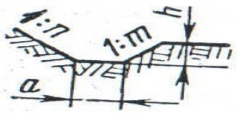
4.1 Порядок розрахунку обсягу земляних робіт

Для визначення проектних обсягів земляних робіт в реальних проектах розраховують площу поперечного перетину станційної площадки за поперечними профілями [3, с.129-131].

Цей розрахунок для роздільних пунктів з невеликим числом колій та розташованих на рівнинній місцевості виконується аналітично (таблиця 4.1), а розташованих на косогорах – графічним інтегруванням.

Таблиця 4.1 – Визначення площ поперечного перетину земляного полотна у рівнинній місцевості

Найменування	Обрис поперечного перетину	Формули для визначення площі
Насип з профілем: – односкатним – двоскатним		$F_H = bH + mH^2 + \omega$

Виїмка		$F_H = BH + mH^2 + 2q - \omega$
Кювет		$q = h(a + 0{,}5h(n + m))$ при $n = m = 1{,}5$ $q = h(a + 1{,}5h)$

Примітка – В таблиці прийняті позначення:

F_H, F_B – площі поперечного перетину земляного полотна відповідно на насипу та у виїмці;

b – ширина земляного полотна;

H – висота насипу або глибина виїмки;

m, n – крутизна уклону;

ω – площа поперечного перетину зливної призми;

B – ширина земляного полотна та кюветів у виїмці на рівні бровки полотна;

q, h, a – відповідно площа поперечного перетину, глибина та ширина дна кювету.

Для розрахунку способом графічного інтегрування поперечний профіль зображують на міліметрівці у масштабі 1:200 та розділяють на елементарні площадки шириною 0,5 см (рисунок 4.1).

Рисунок 4.1 – Поперечні профілі земляного полотна

Всередині кожної площадки відмічають ординати. Площа елементарної площадки дорівнює множенню середньої ординати на ширину площадки. При цьому враховують площу зливної призми.

Для зображення поперечника при розташуванні земляного полотна станційної площадки на косогірній місцевості необхідно визначити відстань x_1 (рисунок 4.2, а) та x_2 (рисунок 4.2, б) від бровки земляного полотна до нульової позначки А

$$x_1 = a_1 \cdot K_1; \quad x_2 = a_2 \cdot K_2, \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4.1)$$

де a_1, a_2 – робочі позначки;
K_1, K_2 – коефіцієнти.

$$K_1 = \frac{1}{i_n - i_m}; \quad K_2 = \frac{1}{i_n + i_m} \text{ .....(4.2)}$$

Значення коефіцієнтів K_1, K_2 вказані в таблиці 4.2.

а) б)

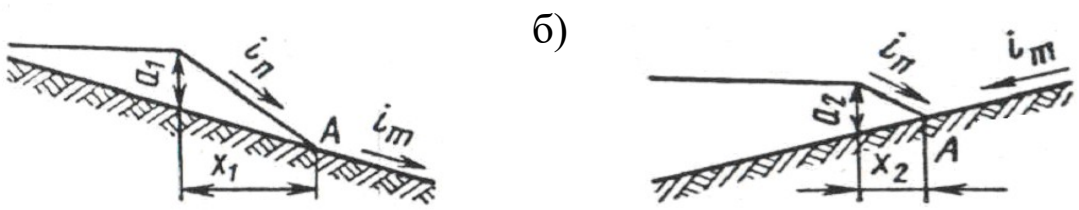


Рисунок 4.2 – Схеми для розрахунку площ земляного полотна на косогірній місцевості при уклонах земляного полотна i_n та місцевості i_m , направлених в один (а) та в різні боки (б)

З навчальною метою (курсові проекти, контрольні та розрахунково-графічні роботи) обсяги земляних робіт визначають за середніми робочими позначками і заносять у таблицю 4.3.

При заповненні таблиці 4.3 визначають, на яких поперечниках знаходиться перелом поздовжнього профілю, а також визначають ті поперечники, де змінюється ширина земляного полотна. Зазначені поперечники нумерують та заносять у „графу 1” та „графу 2” таблиці 4.3.

В „графу 3” заносять значення проектних відміток на відповідних поперечниках.

В „графі 4” записують позначки землі на відповідних поперечниках, які визначають методом інтерполяції за планом.

В „графу 5” записують робочі позначки, які визначають як різницю між проектною позначкою („графа 3”) та позначкою землі („графа 4”). Якщо отримано значення більше нуля, то на поперечнику проектується насип, якщо менше нуля – виїмка.

Таблиця 4.2 – Значення коефіцієнтів K_1, K_2.

i_m	i_n

	1:1,5	1:1,25	1:1	1:1,5	1:1,25	1:1
	K_1			K_2		
0,00	1,50	1,25	1,00	1,50	1,25	1,00
0,01	1,52	1,27	1,01	1,48	1,24	0,99
0,02	1,55	1,28	1,02	1,46	1,22	0,98
0,03	1,57	1,30	1,03	1,44	1,21	0,97
0,04	1,60	1,32	1,04	1,42	1,19	0,96
0,05	1,62	1,33	1,05	1,40	1,18	0,95
0,06	1,65	1,35	1,06	1,38	1,16	0,94
0,07	1,68	1,37	1,07	1,36	1,15	0,93
0,08	1,71	1,39	1,08	1,34	1,14	0,93
0,09	1,74	1,41	1,10	1,32	1,12	0,92
0,10	1,77	1,43	1,11	1,31	1,11	0,91
0,11	1,80	1,45	1,12	1,29	1,10	0,90
0,12	1,83	1,47	1,14	1,27	1,09	0,89
0,13	1,87	1,49	1,15	1,26	1,08	0,88
0,14	1,91	1,52	1,16	1,24	1,06	0,88
0,15	1,94	1,54	1,18	1,23	1,05	0,87
0,16	1,98	1,56	1,19	1,21	1,04	0,86
0,17	2,02	1,59	1,21	1,20	1,03	0,85
0,18	2,06	1,61	1,22	1,18	1,02	0,85
0,19	2,10	1,64	1,23	1,17	1,01	0,84
0,20	2,15	1,67	1,25	1,15	1,00	0,83

Таблиця 4.3 – Визначення обсягу земляних робіт

Номер	Кіломе	Позначки	Ширина земляного полотна, м	Площа перетину, $м^2$	Відстан	Обсяг,

поперечника	три, пікети та плюси	Проектні	Землі	Робочі	Поверху	По основі	лініїПо середній	Попереднього	Наступного	Середнього	перетинами, мсуміжнимиь між	(насип/виїмка)м^3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	…	…	…	…	…	…	…	-	…			
2	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
										…	…	…
Всього												…
Разом												…

На наступному кроці розраховують ширину земляного полотна поверху („графа 6”), яка враховує суму усіх міжколій, що знаходяться в місці поперечного перетину, та відстань до бровки земляного полотна з кожної крайньої колії.

В „графі 7” визначається ширина земляного полотна по основі, яка, крім ширини земляного полотна поверху, враховує відкоси бровки земляного полотна, які проектуються з уклоном 1:1,5.

В „графі 8” визначається площа земляного полотна по середній лінії, яка розраховується як середня лінія трапеції (тобто півсума значень „графи 6” та „графи 7”).

В „графі 9” визначається площа перетину шляхом множення значень „графи 5” та „графи 8”. В „графі 10” аналогічним чином розраховується площа попереднього перетину.

В „графі 11” визначається середня площа (тобто півсума значень „графи 9” та „графи 10”).

В „графі 12” записується відстань між суміжними поперечниками.

В „графі 13” визначається окремо сумарний обсяг земляних робіт по насипах та виїмках.

4.2 Приклад розрахунку обсягу земляних робіт приймально-відправного парку дільничної станції

Приклад розрахунку обсягу земляних робіт для зміщеного приймально-відправного парку ПВ1 вузлової дільничної станції (додаток А) наведено в таблиці 4.4.

Для визначення обсягу земляних робіт поперечники побудовано у створі з: упором 15 локомотивного тупика (1), уклонопокажчиком з проектною відміткою 106,48 м (2), граничними стовпчиками стрілочних переводів 104 та 106 (3), уклонопокажчиком з проектною відміткою 105,95 м (4), уклонопокажчиком з проектною відміткою 105,77 м (5), стрілочним переводом 101 (6), упором локомотивного тупика 17 (7).

Список літератури

1 ДБН В.2.3-19-2008. Споруди транспорту. Залізничні колії 1520 мм. Норми проектування [Текст] – К. : Мінрегіонбуд України, 2008.

2 Инструкция по проектированию железнодорожных станций и узлов на железных дорогах Союза ССР [Текст]: ВСН-56-78. – М.: Транспорт, 1978.

3 Проектирование железнодорожных станций и узлов: Справочное и методическое пособие [Текст] / А. М. Козлов, К. Г. Гусева. – М.: Транспорт, 1981.

4 Правила и нормы проектирования сортировочных устройств [Текст] : ВСН-207-89. – М. : Транспорт, 1992.

5 Савченко И. Е. Железнодорожные станции и узлы [Текст] / И. Е. Савченко, С. В. Земблинов, И. И. Страковский. – М.: Транспорт, 1980.

6 Альошинський Є.С. Проектування поздовжнього та поперечного профілю на малих роздільних пунктах : Методичні вказівки до виконання контрольної та розрахунково-графічної роботи для студентів спеціальності ОПУТ всіх форм навчання та слухачів ІППК з дисципліни „Залізничні станції та вузли” [Текст] / Є. С. Альошинський, Г. В. Шаповал, О. В. Розсоха, Г. І. Шелехань – Харків : УкрДАЗТ, 2011. – 4.1.