

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**Український державний університет
науки і технологій**

Кафедра «Транспортна інфраструктура»

**РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ В
ДОРОЖНЬОМУ БУДІВНИЦТВІ**

Методичні рекомендації до практичних занять

Електронний аналог
друкованого видання

Дніпро
2023

УДК 502.17:625.7/8(076)

Р44

Укладачі:

М. Б. Курган, М. О. Гаврилов, М. А. Гусак, Н.П. Хмелевська

Експерти:

*д-р. техн. наук. наук, проф. Д. М. Курган,
канд. техн. наук, доц. В. С. Андреев*

Рекомендовано ННЦ ОБД (протокол № 10 від 23.06.2022).
Зареєстровано НМВ УДУНТ (№ 590 від 12.01.2023)

Ресурсозбереження та новітні технології в дорожньому будівництві : метод. рекомендації до виконання практичних занять / уклад.: М. Б. Курган, М. О. Гаврилов, М. А. Гусак, Н. П. Хмелевська; Укр. держ. ун-т науки і технологій. – Дніпро : УДУНТ, 2022. – 40 с.

Методичні рекомендації складені з метою допомогти студентам у закріпленні теоретичного матеріалу з дисципліни «Ресурсозбереження та новітні технології в дорожньому будівництві». У методичних рекомендаціях розглянуто проблемні питання з ресурсозбереження при будівництві автомобільних доріг

Для студентів ОС «магістр» денної та заочної форм навчання спеціалізації 192 «Будівництво та цивільна інженерія», ОП «Автомобільні дороги і аеродроми».

© Курган М. Б. та ін., укладання, 2023

© Укр. держ. ун-т науки і технологій 2023

ЗМІСТ

ВСТУП	3
Практичне заняття № 1 РОЗРАХУНОК ШИРИНИ СМУГИ ВІДВЕДЕННЯ ДЛЯ УЛАШТУВАННЯ НАСИПУ І ВІЇМКИ	6
Практичне заняття № 2 ПОБУДОВА ПЛАНУ СМУГИ ВІДВЕДЕННЯ ПРИ БУДІВНИЦТВІ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ(ЗА УМОВИ ПРИБЛИЗНОЇ РІВНОСТІ ОБСЯГІВ ВІЇМОК І НАСИПІВ).....	13
Практичне заняття № 3 ПОБУДОВА ПЛАНУ СМУГИ ВІДВЕДЕННЯ ПРИ БУДІВНИЦТВІ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ (ЗА УМОВИ ПРОЄКТУВАННЯ ПОЗДОВЖНЬОГО ПРОФІЛЮ МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМИМИ ПОХИЛАМИ)	35
Практичне заняття № 4 ПОРІВНЯННЯ ВАРІАНТІВ ПОЗДОВЖНЬОГО ПРОФІЛЮ АВТОДОРОГИ ЗА УМОВИ МІНІМАЛЬНОЇ ВАРТОСТІ СПОРУДЖЕННЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА	35
Практичне заняття № 5.6 ДОСЛІДЖЕННЯ ПАЛИВОЕКОНОМІЧНОЇ РОБОТИ АВТОМОБІЛЯ. ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ	35
Практичне заняття № 7 ВИЗНАЧЕННЯ СОБІВАРТОСТІ І ПИТОМИХ ВИТРАТ НА ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖІВ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ.....	35
Практичне заняття № 8 ВИЗНАЧЕННЯ СОБІВАРТОСТІ І ПИТОМИХ ВИТРАТ ПРИ КОМБІНОВАНОМУ ВАРІАНТІ ДОСТВКИ ВАНТАЖІВ	35
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	39

ВСТУП

Створення ефективного економічного механізму ресурсозбереження в є важливим завданням, оскільки він має забезпечити високу ефективність ресурсоспоживання як на етапі формування ринкових відносин, так і при повноцінному функціонуванні інститутів економіки.

Під час розроблення Національної транспортної стратегії України до 2030 року [1] використано збалансований підхід, що реагує на майбутнє зростання і зміну попиту на транспортні послуги, сприяючи економічному розвитку, підвищенню якості життя населення і ефективному використанню ресурсів.

Основними шляхами вирішення проблеми ресурсозбереження, можуть бути такі заходи як зменшення витрат сировини електричної та теплової енергії на одиницю продукції; комплексне використання мінерально-сировинних і паливних ресурсів; впровадження ресурсозберігаючої техніки і технології тощо. В даному випадку основним завданням є не просто найбільш повне залучення компонентів природних ресурсів до господарського обігу та посилення рівня їх експлуатації, а зміна структури використання ресурсів з акцентом на ресурси відновлювані й невичерпні [2].

Необхідне також використання нетрадиційних відновлювальних джерел енергії, що дозволяє заощадити звичні види енергії і позитивно відбивається на навколишньому середовищі.

Серед усієї сукупності можливих заходів економії матеріальних ресурсів слід віднести удосконалення конструкції машин, устаткування і виробів; застосування більш економічних видів сировини, палива; розроблення і впровадження технічно обґрунтованих норм і нормативів витрат матеріальних ресурсів тощо [3].

В методичних вказівках досліджено фактори, які забезпечують ресурсозбереження, наведено пропозиції стосовно джерел та шляхів економії ресурсів. Практичні роботи з дисципліни «Ресурсозбереження та новітні технології в дорожньому будівництві» будуть спонукати до проведення досліджень з урахуванням інженерно-технічних та ресурсозберігаючих заходів і сучасних вимог у сфері будівництва. Приймати та реалізовувати раціональні рішення з організації та управління будівельними процесами при зведенні об'єктів автомобільних доріг і аеродромів та їх експлуатації, що призводять до ресурсозбереження в дорожньому будівництві.

В практичних роботах розглядаються питання мінімізації вартості заняття угідь (смуги відведення) за умови раціонального збалансування об'ємів земляних робіт і використання максимально допустимих похилів при будівництві автомобільної дороги, вирішуються задачі енергозбереження пов'язані зі зменшенням витрат палива та визначаються питомі витрати і собівартість перевезень вантажів при прямих і комбінованих перевезеннях і, на цій основі, встановлюється сфера ефективного використання автомобільного транспорту з урахуванням вимог щодо енергозбереження.

РОЗРАХУНОК ШИРИНИ СМУГИ ВІДВЕДЕННЯ ДЛЯ УЛАШТУВАННЯ НАСИПУ І ВИЇМКИ

Мета заняття: За вихідними даними щодо категорії автомобільної дороги і поперечного похилу місцевості накреслити поперечні профілі насипу і виїмки і розрахувати ширину смуги відведення для них.

Загальні положення

Земельна ділянка, що надається у встановленому законодавством порядку для розміщення конструктивних елементів автомобільної дороги, а також захисних і декоративних лісонасаджень, архітектурних форм і споруд, що необхідні для утримання і використання зазначених елементів (рис. 1.1).

Мінімальну ширину смуги відведення для будівництва або реконструкції автомобільної дороги необхідно визначати з урахуванням вимог розташування всіх елементів автомобільної дороги (рис. 1.2):

- земляного полотна в межах між підшовами насипів або верхніми брівками укосів виїмок;
- бічних водовідвідних каналів (кюветів), кювет-резервів та резервів;
- забанкетних каналів, банкетів та нагірних каналів;
- запобіжних смуг завширшки не менше 1,0 м з кожного боку дороги, що відкладаються від підшови насипу чи брівки виїмки або від зовнішньої брівки укосу бічних, забанкетних чи нагірних каналів.

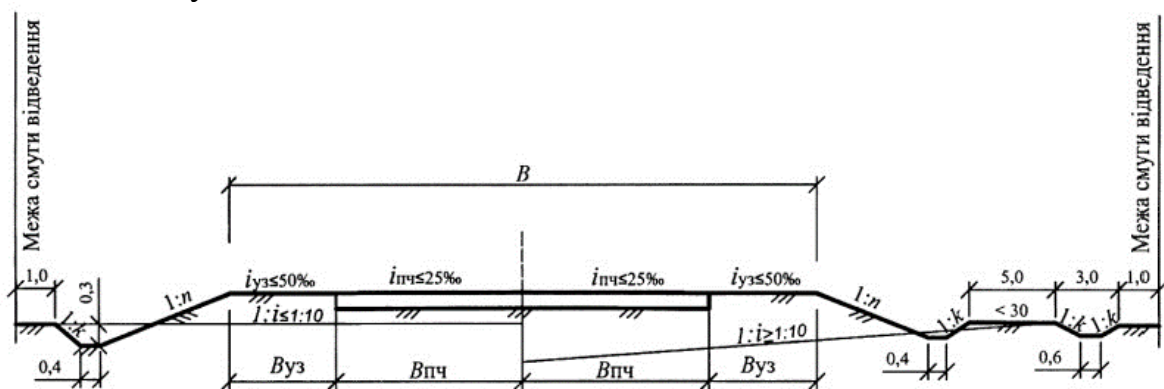


Рис. 1.1. Смуга відведення ділянки автомобільної дороги



Рис 1.2. Конструкція автомобільної дороги

Згідно ДСТУ Б. 2.3-33:2016 [4] мінімальна ширина смуги відведення для автомобільних доріг I-V категорій та типовими поперечними профілями земляного полотна у насипу заввишки до 2,0 м з крутизною укосів 1:4 або 1:3, заввишки від 2,0 м до 12,0 м включно із змінною крутизною укосів 1:1,5...1:2,0, з бічними канавами завглибшки до 1,0 м і завширшки по дну 0,6 м, при поперечному похилі місцевості від 0 % до 9 %, а також при поперечному уклоні місцевості більше 10 % (1:10... 1:3) з улаштуванням нагірної канави наведена у таблицях 1...7.



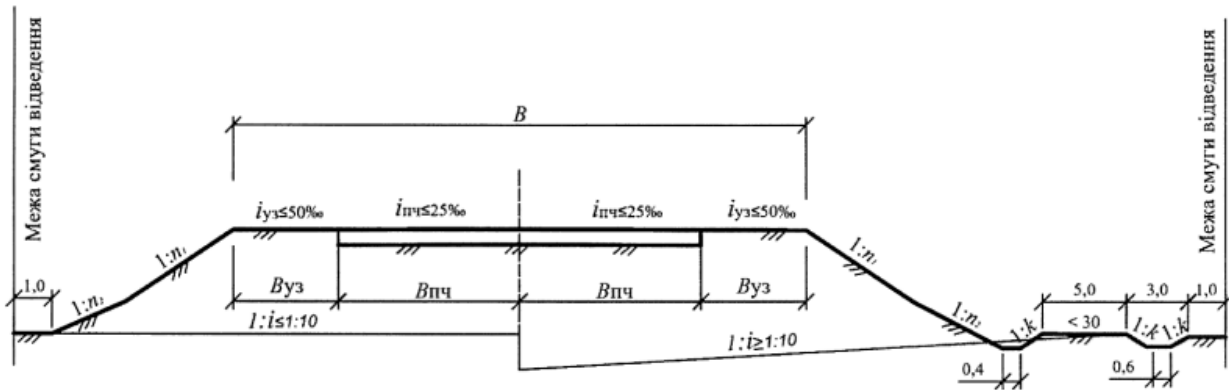
B для: восьми смуг руху дороги I-а категорії – 43,5 м; шести смуг руху дороги I-а категорії – 36,0 м; шести смуг руху дороги I-б категорії – 33 м; чотирьох смуг руху дороги I-а категорії – 28,5 м; чотирьох смуг руху дороги I-б категорії – 25,5 м; для дороги II категорії – 15,0 м; для дороги III категорії – 12,0 м; для дороги IV категорії – 10,0 м; для дороги V категорії – 8,0 м;

$B_{уз}$ для: I-а, I-б, II – 3,75 м; III – 2,5 м; IV – 2,0 м; V – 1,75 м;

$B_{пч}$ для: восьми смуг руху дороги I-а категорії – 2×15 м; для шести смуг руху дороги I-а, I-б категорій – $2 \times 11,25$ м; для чотирьох смуг руху дороги I-а, I-б категорій – $2 \times 7,5$ м; для дороги II категорії – 7,5 м; для дороги III категорії – 7,0 м; для дороги IV категорії – 6,0 м; для дороги V категорії – 4,5 м.

Рисунок 1.3. Схема поперечного профілю земляного полотна у насипу висотою до 6,0 м

Схеми поперечних профілів автомобільних доріг у насипу заввишки до 6,0 м і від 6-ти до 12,0 м наведені у додатку А ДСТУ Б. 2.3-33:2016 та на рис. 1.3 і 1.4.



B для: восьми смуг руху дороги I-а категорії – 43,5 м; шести смуг руху дороги I-а категорії – 36,0 м; шести смуг руху дороги I-б категорії – 33 м; чотирьох смуг руху дороги I-а категорії – 28,5 м; чотирьох смуг руху дороги I-б категорії – 25,5 м; для дороги II категорії – 15,0 м; для дороги III категорії – 12,0 м; для дороги IV категорії – 10,0 м; для дороги V категорії – 8,0 м;

B_{уз} для: I-а, I-б, II – 3,75 м; III – 2,5 м; IV – 2,0 м; V – 1,75 м;

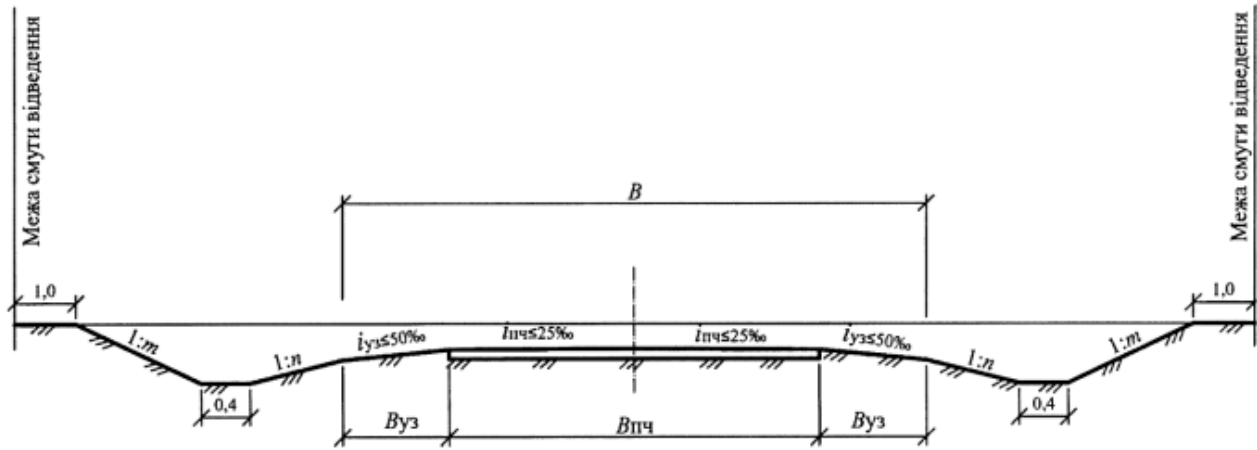
B_{пч} для: восьми смуг руху дороги I-а категорії – 2 м × 15 м; для шести смуг руху дороги I-а, I-б категорій – 2 м × 11,25 м; для чотирьох смуг руху дороги I-а, I-б категорій – 2 м × 7,5 м; для дороги II категорії – 7,5 м; для дороги III категорії – 7,0 м; для дороги IV категорії – 6,0 м; для дороги V категорії – 4,5 м.

Рисунок 1.4. Схема поперечного профілю земляного полотна у насипу висотою від 6,0 м до 12,0 м

На рис. 1.3, 1.4 ліворуч наведені поперечні профілі доріг при поперечному похилі місцевості до 1:10, праворуч – понад 1:10.

Мінімальна ширина смуги відведення для автомобільних доріг I-V категорій з типовими поперечними профілями земляного полотна у виїмці завглибшки до 12,0 м з крутизною внутрішніх укосів 1:4 або 1:3, з крутизною зовнішніх укосів виїмки 1:1,5... 1:2,0, з бічними канавами завглибшки 1,0 м і завширшки по дну 0,60 м, при поперечному похилі місцевості від 0 % до 10 %, а також при поперечному ухлоні місцевості більше 10 % (1:10...1:3) з улаштуванням з нагірного боку банкета і нагірної канави наведена в таблицях 8...14 [4].

Схеми поперечних профілів земляного полотна у виїмці завглибшки до 12,0 м та від 1,0 до 5,0 м з полицями наведені у додатку А ДСТУ Б. 2.3-33:2016 та на рис. 1.5, 1.6.

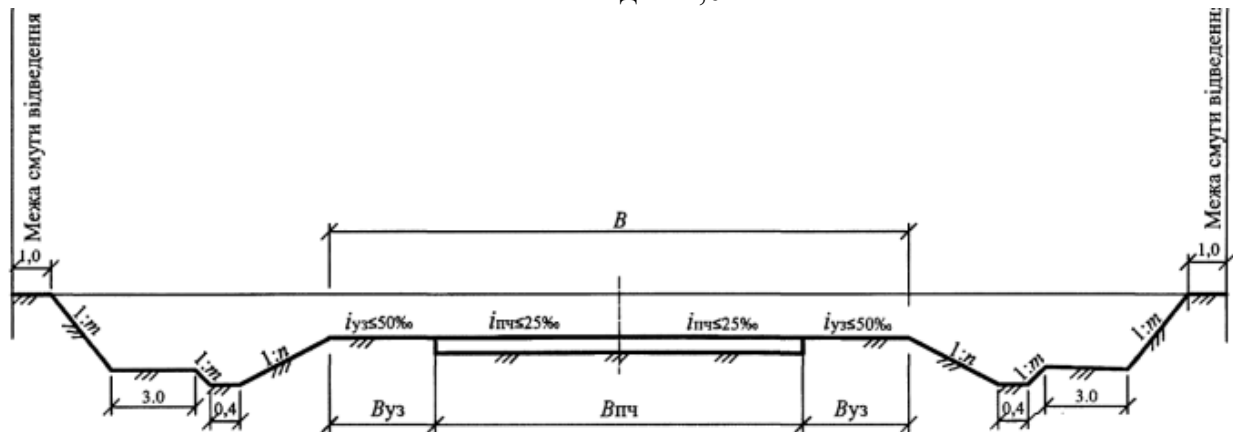


B для: восьми смуг руху дороги I-а категорії – 43,5 м; шести смуг руху дороги I-а категорії – 36,0 м; шести смуг руху дороги I-б категорії – 33 м; чотирьох смуг руху дороги I-а категорії – 28,5 м; чотирьох смуг руху дороги I-б категорії – 25,5 м; для дороги II категорії – 15,0 м; для дороги III категорії – 12,0 м; для дороги IV категорії – 10,0 м; для дороги V категорії – 8,0 м;

$B_{уз}$ для: I-а, I-б, II – 3,75 м; III – 2,5 м; IV – 2,0 м; V – 1,75 м;

$B_{пч}$ для: восьми смуг руху дороги I-а категорії – 2×15 м; для шести смуг руху дороги I-а, I-б категорій – $2 \times 11,25$ м; для чотирьох смуг руху дороги I-а, I-б категорій – $2 \times 7,5$ м; для дороги II категорії – 7,5 м; для дороги III категорії – 7,0 м; для дороги IV категорії – 6,0 м; для дороги V категорії – 4,5 м.

Рисунок 1.5. Схема поперечного профілю земляного полотна у виїмці глибиною до 12,0 м



B для: восьми смуг руху дороги I-а категорії – 43,5 м; шести смуг руху дороги I-а категорії – 36,0 м; шести смуг руху дороги I-б категорії – 33 м; чотирьох смуг руху дороги I-а категорії – 28,5 м; чотирьох смуг руху дороги I-б категорії – 25,5 м; для дороги II категорії – 15,0 м; для дороги III категорії – 12,0 м; для дороги IV категорії – 10,0 м; для дороги V категорії – 8,0 м;

$B_{уз}$ для: I-а, I-б, II – 3,75 м; III – 2,5 м; IV – 2,0 м; V – 1,75 м;

$B_{пч}$ для: восьми смуг руху дороги I-а категорії – 2×15 м; для шести смуг руху дороги I-а, I-б категорій – $2 \times 11,25$ м; для чотирьох смуг руху дороги I-а, I-б категорій – $2 \times 7,5$ м; для дороги II категорії – 7,5 м; для дороги III категорії – 7,0 м; для дороги IV категорії – 6,0 м; для дороги V категорії – 4,5 м.

Рисунок 1.6. Схема поперечного профілю земляного полотна у виїмці глибиною від 1,0 м до 5,0 м з закуветними полицями

Порядок виконання роботи

1. Ґрунтуючись на типових поперечних профілях накреслити поперечний профіль насипу і виїмки для заданих вихідних даних.

За вихідними даними до практичної роботи № 1 (категорія автодороги, висота насипу H_n , глибина виїмки H_v , поперечний похил місцевості) з наведених поперечних профілів в ДСТУ Б. 2.3-33:2016 або на рис. 1.3 – 1.6 визна-

чаються такі параметри як ширина земляного полотна автодороги (B), крутизна укосів на насипу і у виїмці (m , n).

2. Розрахувати ширину смуги відведення (м) для насипу.

Насип заввишки від 2,0 м до 12,0 м

$$CB=B+2\cdot(6,0m+(H_n-6,0)n+hn+BK+1,5h+1,0), \quad (1.1)$$

де m – при висоті насипу до 6,0 м дорівнює 1,50 і 1,75;

n – при висоті насипу більше 6,0 м дорівнює 1,75 і 2,00;

при $h < 1,0$ м БК дорівнює 0,6 м.

Приклад. Автодорога II категорії, висота насипу $H_n = 10$ м, поперечний похил дороги до 10 %.

За формулою (1.1):

$$CB=14,5+2\cdot(6,0\cdot 1,5+(10-6,0)\cdot 1,75+0,8\cdot 1,5+0,6+1,5\cdot 0,8+1,0)=54,9$$

3. Розрахувати ширину смуги відведення (м) для виїмки. Виїмка завглибшки від 1,0 м до 12,0 м

$$CB=B+2\cdot((H_b+h)m+hU+BK+1,0) \quad (1.2)$$

для дороги I–III категорій $U = 4$; $m = 1,50$ і $1,75$ або $2,0$, $h = 1,0$ м, БК = 0,6 м і 2,0 м;

для дороги IV–V категорій $U = 3$; $m = 1,50$ і $1,75$ або $2,0$, $h = 1,0$ м і 0,8 м, БК = 0,6 м.

Приклад. Автодорога II категорії, глибина виїмки $H_b = 10$ м, поперечний похил дороги до 10 %.

За формулою (1.2):

$$CB=14,5+2\cdot((10+1)\cdot 1,5+1\cdot 4+0,6+1,0)=58,7$$

Можна помітити, що при однакових вихідних даних ширина смуги відведення для виїмки приблизно на 7 % більша ніж для насипу.

Умовні позначення в формулах:

CB – ширина смуги відведення, м;

B – ширина земляного полотна між брівками, м;

H – висота насипу або глибина виїмки, м;

h – глибина бічної канави, м;

БК – ширина бічної канави, м;

U – укіс;

m – крутизна укосу насипу або виїмки;

n – крутизна нижньої частини укосу насипу;

БТ – ширина банкета, м;

НК – ширина нагірної канави, м;

1,0 – запобіжна смуга, м.

При влаштуванні насипу або виїмки на косогірній місцевості з поперечним похилом більше 10 % (1:10 ... 1:3), крім смуги відведення, яка необхідна для розміщення основних елементів земляного полотна з укосами і водовідвідними канавами, передбачено відведення додаткової смуги для розташування з нагірного боку банкета завширшки 5,0 м і нагірної канави завширшки по дну 0,6 м і завглибшки 1,0 м.

Контрольні питання

1. Від яких факторів залежить ширина смуги відведення для будівництва автомобільної дороги?
2. Як впливає косогірність місцевості на ширину смуги відведення?
3. У якому випадку ширина смуги відведення буде більшою при однакових вихідних даних насипу і виїмки?
4. В яких випадках передбачається розширення смуги відведення?

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №2

ПОБУДОВА ПЛАНУ СМУГИ ВІДВЕДЕННЯ ПРИ БУДІВНИЦТВІ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ (за умови приблизної рівності обсягів виїмок і насипів)

Мета заняття: За даними відміток лінії землі по трасі автодороги нанести проектну лінію за умови приблизної рівності обсягів виїмок і насипів, побудувати план смуги відведення для будівництва автодороги.

Загальні положення

Смуга відведення автомобільної дороги – це земельна ділянка, що надається у встановленому законодавством порядку для розміщення конструктивних елементів автомобільної дороги, а також захисних і декоративних лісонасаджень, архітектурних форм і споруд, що необхідні для утримання і використання зазначених елементів.

Мінімальну ширину смуги відведення для будівництва або реконструкції автомобільної дороги необхідно визначати за ДСТУ Б. 2.3-33:2016 [4] з урахуванням вимог розташування всіх елементів автомобільної дороги:

- земляного полотна в межах між підшовами насипів або верхніми брівками укосів виїмок;
- бічних водовідвідних каналів (кюветів), кювет-резервів та резервів;
- забанкетних каналів, банкетів та нагірних каналів;

– запобіжних смуг завширшки не менше 1,0 м з кожного боку дороги, що відкладаються від підшови насипу чи брівки виїмки або від зовнішньої брівки укосу бічних, забанкетних чи нагірних каналів.

Порядок виконання роботи

1. По плану траси автодороги складається поздовжній профіль ділянки протяжністю 3-5 км (рис. 2.1, табл. 2.1). Таку роботу можна виконувати на міліметровому папері, або з використанням програми Excel. Проектна лінія наноситься за умови приблизної рівності обсягів виїмок і насипів.

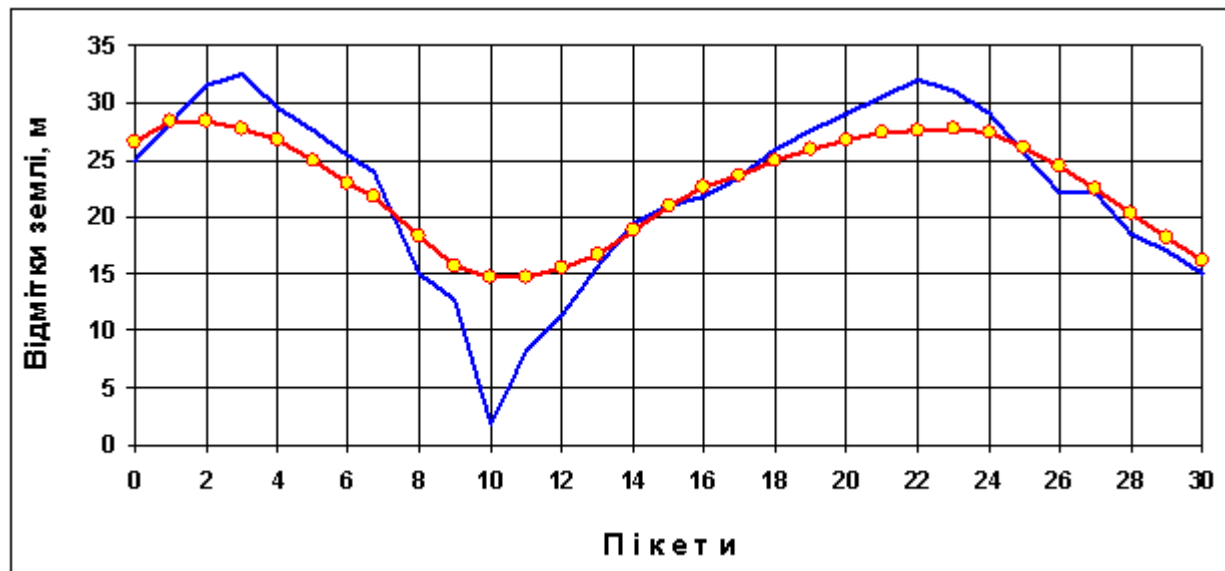


Рис.2.1. Лінія землі і проектна лінія на поздовжньому профілі

2. Розраховуються робочі відмітки - різниця між проектними відмітками і відмітками землі (рис. 2.2, табл. 2.1)

Таблиця 2.1

Вихідні й розрахункові дані поздовжнього профілю ділянки автодороги

Пікети	Відмітка землі, м	Проектна відмітка, м	Робоча відмітка, м	Ширина смуги, м	Площа смуги, м ²
0	25,00	26,65	1,65	26,0	2374
1	28,15	28,33	0,18	21,5	2678
2	31,50	28,45	-3,05	32,0	3474
3	32,50	27,70	-4,80	37,5	3416
4	29,50	26,83	-2,68	30,9	3061
5	27,50	25,00	-2,50	30,3	3034

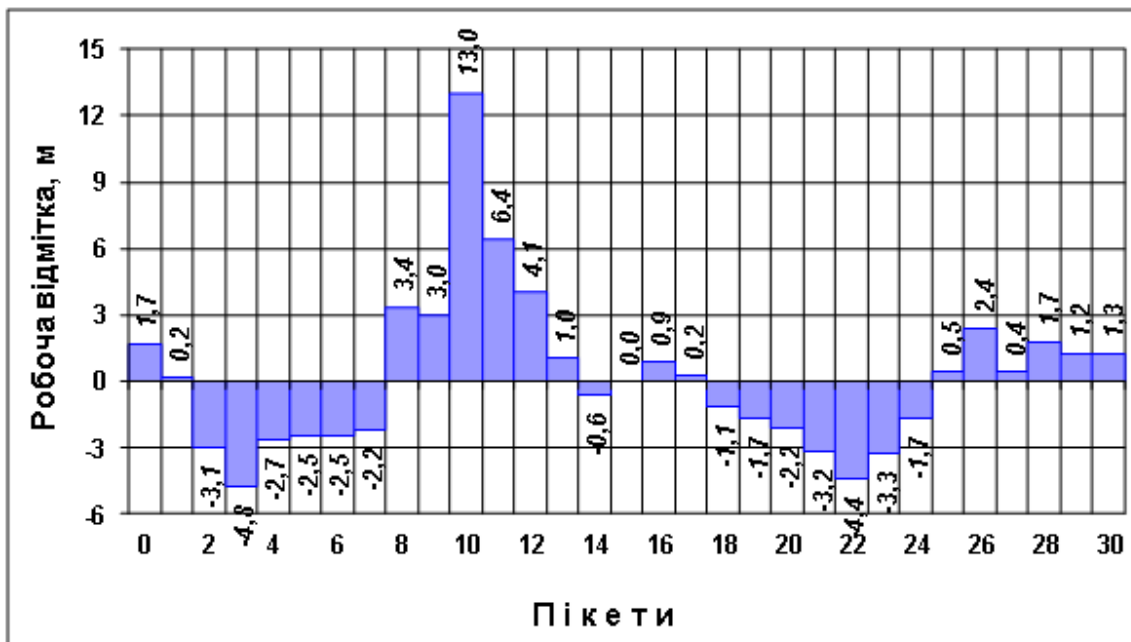


Рис. 2.2. Робочі відмітки: позитивні – насип, негативні – виїмка

3. Визначається ширина смуги відведення.

Ширина смуги відведення визначається за методикою викладеною в практичній роботі № 1 або наведеної в ДСТУ Б. 2.3-33:2016, додаток В.

Для прискорення розрахунків можна для заданої категорії автодороги і кількості смуг руху побудувати відповідні графіки (див. рис. 2.3 – без бічних канав і 4 – з бічними канавами) і застосувати розрахункові формули для подальших розрахунків (див. табл. 2.1 «Ширина смуги»).

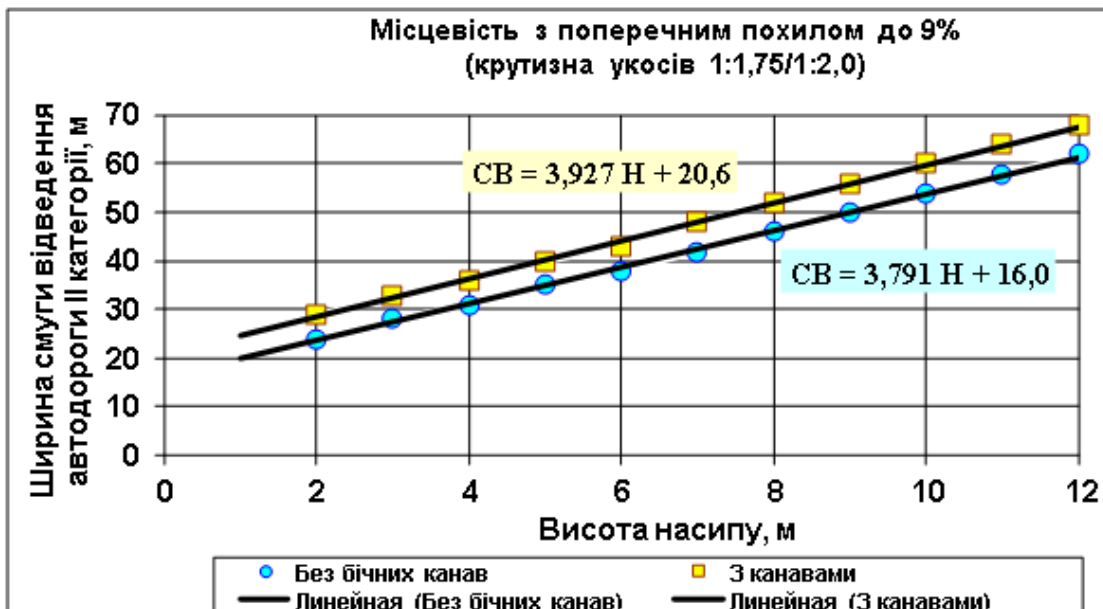


Рис. 2.3. Ширина смуги відведення для насипів при поперечному похилі місцевості до 9 %

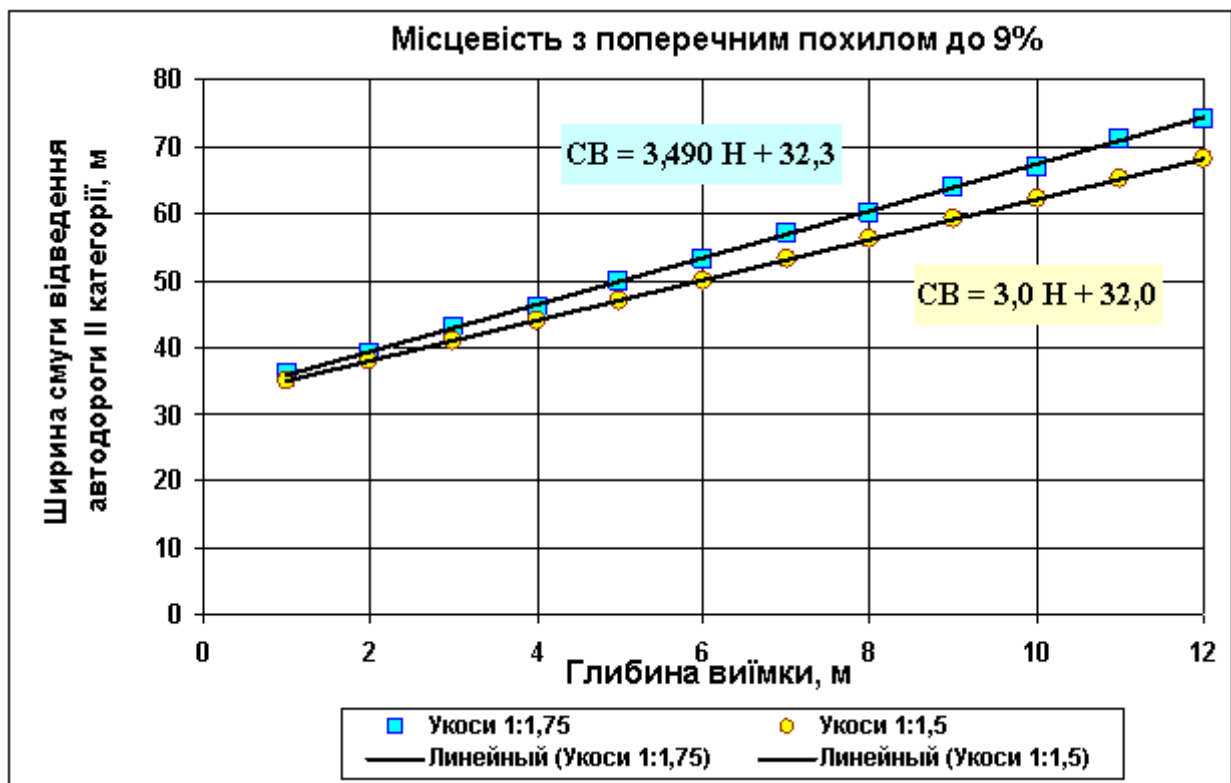


Рис. 2.4. Ширина смуги відведення для виїмок при поперечному похилі місцевості до 9 %

4. Будується план відведення земельної ділянки під будівництво автодороги (рис. 2.5) і визначається загальна площа (у прикладі $F = 86347 \text{ м}^2$ або 8,635 га)

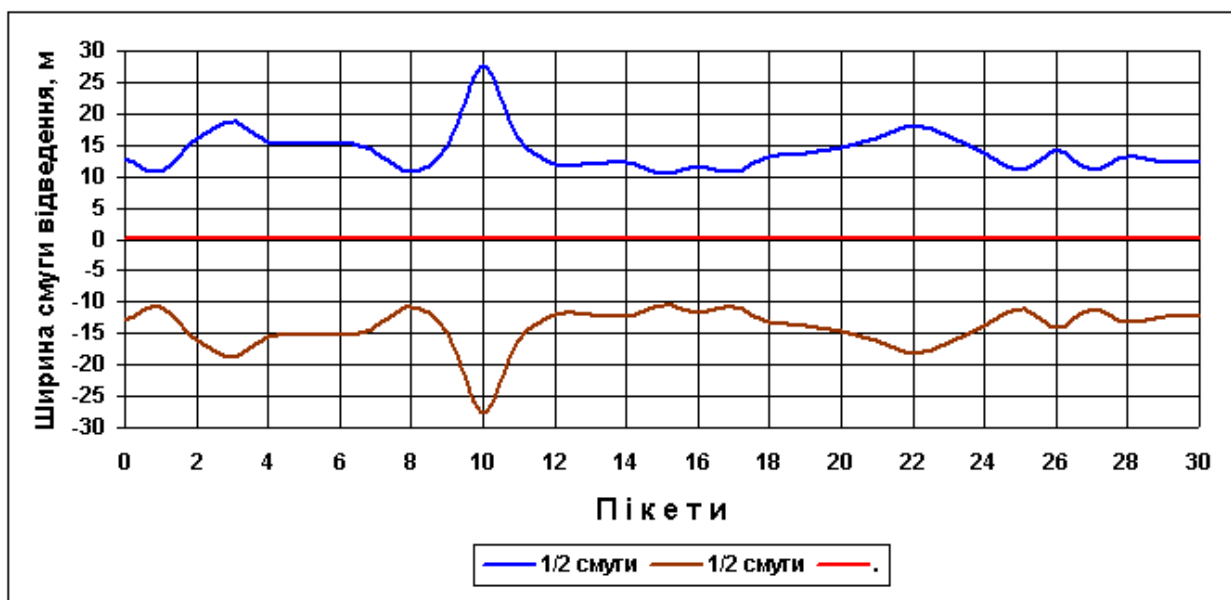


Рис. 2.5. План відведення ділянки

Контрольні питання

1. Що розуміється під смугою відведення для будівництва автомобільної дороги, як вона встановлюється?
2. Які параметри автодороги впливають на ширину смуги відведення?
3. В яких випадках передбачається розширення смуги відведення?
4. Чи впливають робочі відмітки на ширину смуги відведення і яким чином це проявляється?

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 3

ПОБУДОВА ПЛАНУ СМУГИ ВІДВЕДЕННЯ ПРИ БУДІВНИЦТВІ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ (за умови проєктування поздовжнього профілю максимально допустимими похилами)

Мета заняття: За даними відміток лінії землі по трасі автодороги нанести проєктну лінію за умови мінімальних робочих відміток виїмок і насипів, побудувати план смуги відведення для будівництва автодороги

Загальні положення

Смуга відведення автомобільної дороги – це земельна ділянка, що надається у встановленому законодавством порядку для розміщення конструктивних елементів автомобільної дороги, а також захисних і декоративних лісонасаджень, архітектурних форм і споруд, що необхідні для утримання і використання зазначених елементів.

Мінімальну ширину смуги відведення для будівництва або реконструкції автомобільної дороги необхідно визначати за ДСТУ Б. 2.3-33:2016 з урахуванням вимог розташування всіх елементів автомобільної дороги:

- земляного полотна в межах між підошвами насипів або верхніми брівками укосів виїмок;
- бічних водовідвідних каналів (кюветів), кювет-резервів та резервів;
- забанкетних каналів, банкетів та нагірних каналів;
- запобіжних смуг завширшки не менше 1,0 м з кожного боку дороги, що відкладаються від підошви насипу чи брівки виїмки або від зовнішньої брівки укосу бічних, забанкетних чи нагірних каналів.

Порядок виконання роботи

1. По плану траси автодороги складається поздовжній профіль ділянки протяжністю 3-5 км (рис. 3.1, табл. 3.1). Таку роботу можна виконувати на міліметровому папері, або з використанням програми Excel. Проєктна лінія

наноситься за умови мінімальних робочих відміток виїмок і насипів з урахуванням вимог ДБН В.2.3-4-2015 [5].

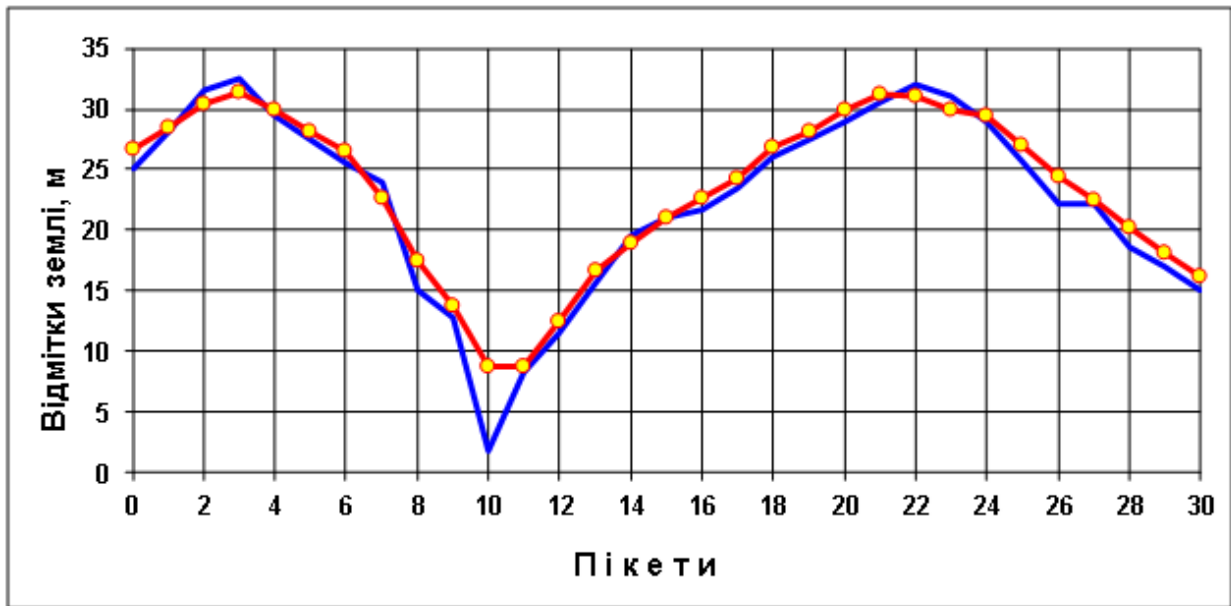


Рис. 3.1. Лінія землі і проектна лінія на поздовжньому профілі

2. Розраховуються робочі відмітки – різниця між проектними відмітками і відмітками землі (рис. 3.2, табл. 3.1)

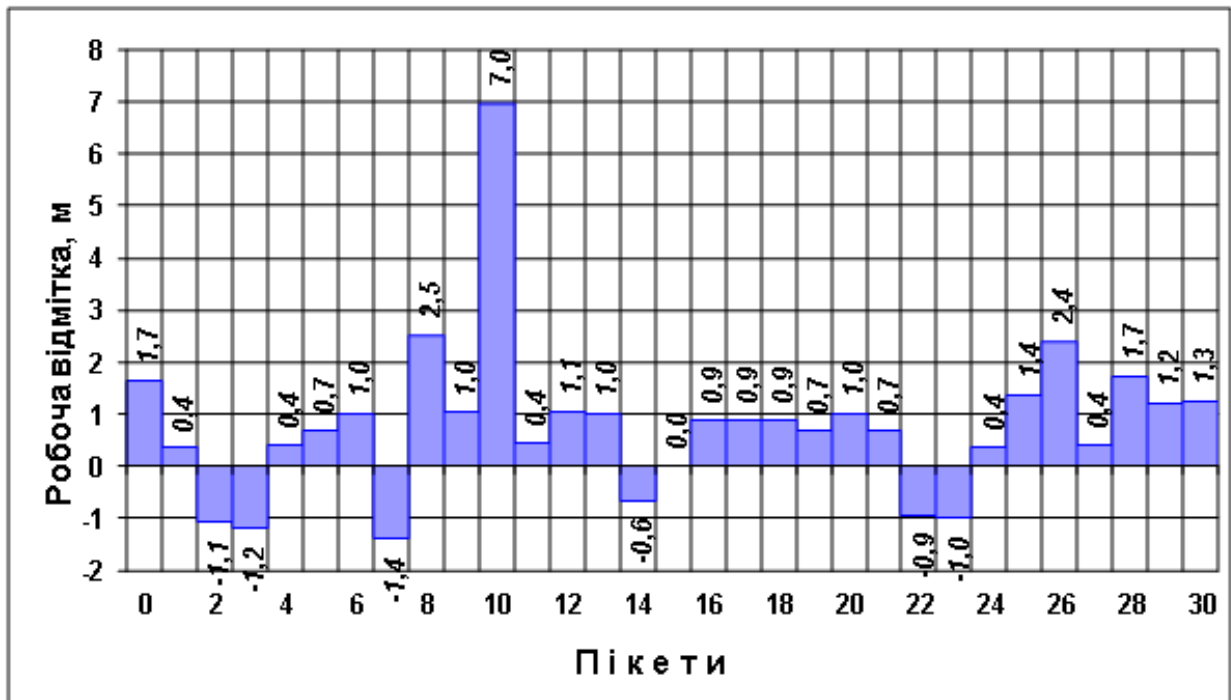


Рис. 3.2. Робочі відмітки: позитивні – насип, негативні – виїмка

**Вихідні й розрахункові дані поздовжнього профілю
ділянки автодороги**

Пікети	Відмітка землі, м	Проектна відмітка, м	Робоча відмітка, м	Ширина смуги, м	Площа смуги, м ²
0	25,00	26,65	1,65	26,0	2400
1	28,15	28,50	0,35	22,1	2399
2	31,50	30,43	-1,08	25,9	2608
3	32,50	31,33	-1,18	26,2	2422
4	29,50	29,90	0,40	22,2	2265
5	27,50	28,20	0,70	23,1	2355

3. Визначається ширина смуги відведення. Ширина смуги відведення визначається за методикою викладеною в практичній роботі № 1 або наведеної в ДСТУ Б. 2.3-33:2016, додаток В.

Для прискорення розрахунків можна для заданої категорії автодороги і кількості смуг руху побудувати відповідні графіки (див. рис. 3.3 – без бічних канав і з бічними канавами) і застосувати розрахункові формули для подальших розрахунків (див. табл. 3.1 «Ширина смуги»).

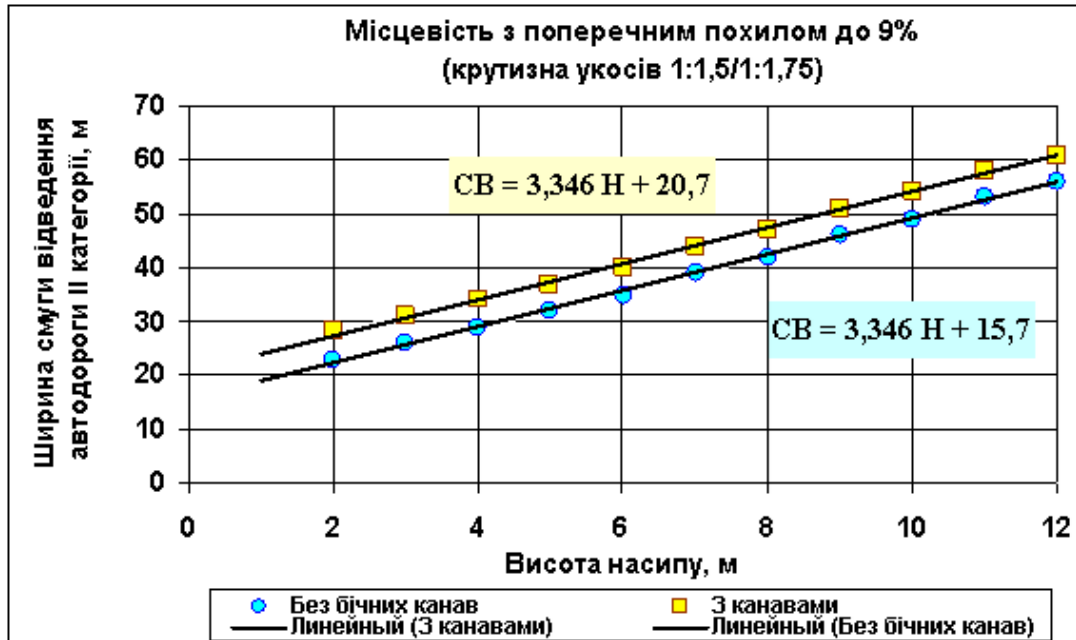


Рис. 3.3. Ширина смуги відведення для насипів при поперечному похилі місцевості до 9%

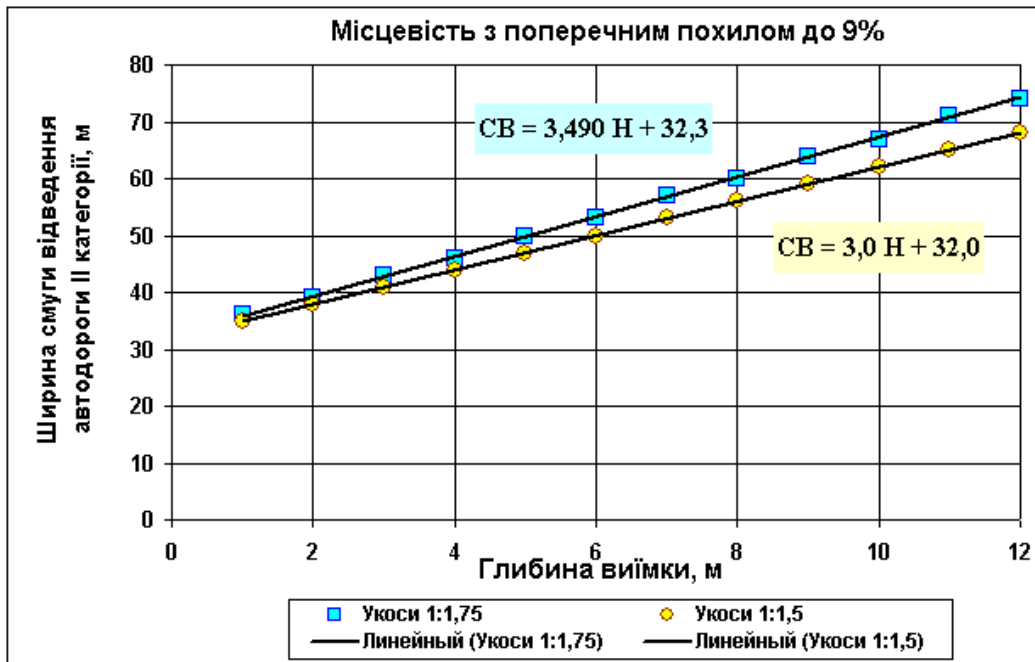


Рис. 3.4. Ширина смуги відведення для виїмок при поперечному похилі місцевості до 9%

4. Будується план відведення земельної ділянки під будівництво автодороги (рис. 4.5) і визначається загальна площа (у прикладі $F = 75159 \text{ м}^2$ або 7,516 га)

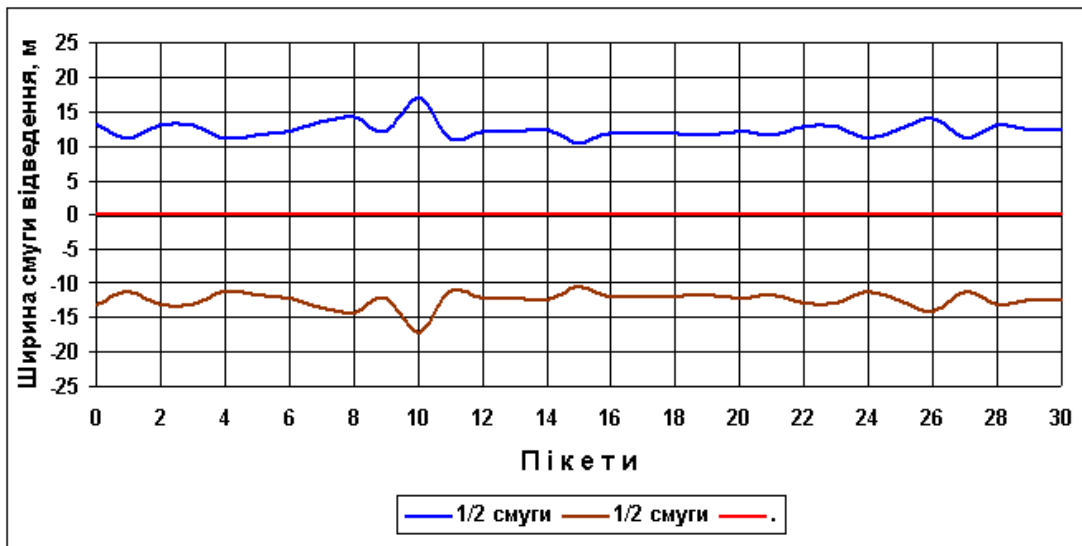


Рис. 3.5. План відведення ділянки

Контрольні питання

1. Що розуміється під смугою відведення для будівництва автомобільної дороги, як вона встановлюється?

2. Які параметри автодороги впливають на ширину смуги відведення?
3. В чому вбачається перевага проєктування поздовжнього профілю за умови мінімальних робочих відміток виїмок і насипів?
4. В чому недоліки проєктування поздовжнього профілю за умови мінімальних робочих відміток виїмок і насипів?

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 4

ПОРІВНЯННЯ ВАРІАНТІВ ПОЗДОВЖНЬОГО ПРОФІЛЮ АВТОДОРОГИ ЗА УМОВИ МІНІМАЛЬНОЇ ВАРТОСТІ СПОРУДЖЕННЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

Мета заняття: Провести порівняння двох варіантів поздовжнього профілю автодороги запроєктованих за умови збалансування об'ємів земляних робіт насипів і виїмок і за умови використання максимально допустимих похилів для заданої категорії автодороги.

Загальні положення

Вартість улаштування земляного полотна при будівництві автомобільної дороги можна визначити за такою формулою [4.1]

$$K_{зр} = k_{зп}Q + k_{зз}F, \quad (4.1)$$

де $k_{зп}$ – вартість розробки 1 м³ ґрунту; якщо насип відсипається ґрунтом при розробці виїмки (поздовжня возка) можна прийняти $k_{зп} = 10-20$ грн.; якщо ґрунт доставляється з кар'єра, то вартість слід збільшити в 4-5 разів;

Q – об'єм ґрунту (насипів і виїмок), тис. м³;

$k_{зз}$ – вартість заняття 1 м² угідь; організація робіт з грошової оцінки земель здійснюється Державним комітетом України по земельних ресурсах;

F – площа заняття угідь при проєктуванні автомобільної дороги.

3 листопада 2021 року Кабінет Міністрів України затвердив Постанову № 1147 «Про затвердження Методики нормативної грошової оцінки земельних ділянок». Основна ідея та формула нової методики проведення нормативної грошової оцінки залишилася майже без змін.

Порядок виконання роботи

1. Визначити об'єм ґрунту при спорудженні земляного полотна автодороги і побудувати план смуги відведення для I варіанту

Для визначення об'єму ґрунту при спорудженні земляного полотна автодороги можна використовувати розроблену на кафедрі програму *Zemlja.exe*.

Вихідними даними є робочі відмітки насипів і виїмок, які були визначені на практичних заняттях № 2 і 3. Зупинимось на особливостях уведення вихідних даних.

Після завантаження програми на екрані з'явиться питання:

«Чи будете використовувати типові поперечні профілі». Якщо так – 1, якщо ні – 2. У даному випадку необхідно натиснути цифру 2. Наступне запитання буде стосуватися уведення ширини земляного полотна між брівками на автодорогах I категорії ширина: земляного полотна при 8-ми смугах руху – 43,5 м, при 6-ти – 36,0 м, при 4-х – 28,5 м; на автодорогах II категорії – 14,5 м, III категорії – 12,0 м, IV категорії – 10,0 м і V категорії – 8,0 м.

Наступне запитання «Чи будете враховувати поперечний похил місцевості». Якщо так – 1, якщо ні – 2.

Наступне запитання стосується конструкції земляного полотна. Для насипу необхідно ввести три значення похилів ухилів (наприклад, 1,5; 1,75; 2,0), для виїмки – 2 значення (наприклад, 1,5; 1,75) і далі необхідно вказати, при яких висотах (насип), глибинах (виїмка) змінюється крутизна укосу.

Потім послідовно вводяться кількість елементів, робочі відмітки, довжина елементів профілю (розширення земляного полотна, якщо є криві).

Результати розрахунків записуються у файл з розширенням *.txt, яке необхідно задати на початку. Файл в форматі *.doc для I варіанта наведено в табл. 4.1

Об'єми земляних робіт по першому варіанту наведені на рис. 4.1, з якого видно, що для відсипання насипу може використовуватись ґрунт виїмок і тільки невелика частина – 10,9 тис. м³ буде завозитись з кар'єра.

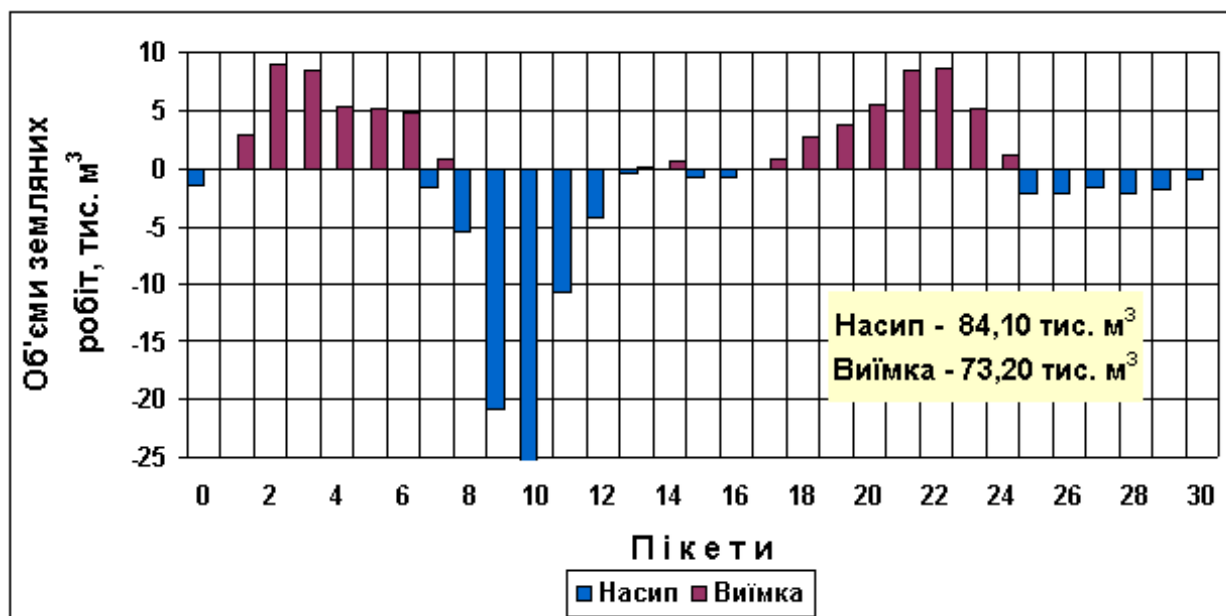


Рис. 4.1. Графік об'ємів земляних робіт на ділянці (I варіант)

ОБ'ЄМИ ЗЕМЛЯНИХ РОБІТ

(I варіант)

ПК	ВІДМ. М.	ВІДМ. М.	ДОВЖ. М.	РОЗШИРЕННЯ	КОСО ГІРН.	ОБ'ЄМ НАС. тис.м.куб.	ОБ'ЄМ ВИЇМКИ тис.м.куб.
0	1.70	0.20	100.0	0.00	0.00	1.41	0.00
1	0.20	-3.10	100.0	0.00	0.00	0.01	2.89
2	-3.10	-4.80	100.0	0.00	0.00	0.00	8.90
3	-4.80	-2.70	100.0	0.00	0.00	0.00	8.36
4	-2.70	-2.50	100.0	0.00	0.00	0.00	5.33
5	-2.50	-2.50	100.0	0.00	0.00	0.00	5.09
6	-2.50	-2.20	100.0	0.00	0.00	0.00	4.73
7	-2.20	3.40	100.0	0.00	0.00	1.65	0.82
8	3.40	3.00	100.0	0.00	0.00	5.49	0.00
9	3.00	13.00	100.0	0.00	0.00	20.84	0.00
10	13.00	6.40	100.0	0.00	0.00	26.84	0.00
11	6.40	4.10	100.0	0.00	0.00	10.61	0.00
12	4.10	1.00	100.0	0.00	0.00	4.26	0.00
13	1.00	-0.60	100.0	0.00	0.00	0.47	0.21
14	-0.60	0.00	100.0	0.00	0.00	0.00	0.56
15	0.00	0.90	100.0	0.00	0.00	0.69	0.00
16	0.90	0.20	100.0	0.00	0.00	0.82	0.00
17	0.20	-1.10	100.0	0.00	0.00	0.04	0.86
18	-1.10	-1.70	100.0	0.00	0.00	0.00	2.64
19	-1.70	-2.20	100.0	0.00	0.00	0.00	3.82
20	-2.20	-3.20	100.0	0.00	0.00	0.00	5.58
21	-3.20	-4.40	100.0	0.00	0.00	0.00	8.46
22	-4.40	-3.30	100.0	0.00	0.00	0.00	8.60
23	-3.30	-1.70	100.0	0.00	0.00	0.00	5.12
24	-1.70	0.50	100.0	0.00	0.00	0.10	1.23
25	0.50	2.40	100.0	0.00	0.00	2.21	0.00
26	2.40	0.40	100.0	0.00	0.00	2.13	0.00
27	0.40	1.70	100.0	0.00	0.00	1.55	0.00
28	1.70	1.20	100.0	0.00	0.00	2.17	0.00
29	1.20	1.30	100.0	0.00	0.00	1.84	0.00
30	1.30	0.00	100.0	0.00	0.00	0.97	0.00

Об'єм насипу $V_n = 84.10$ тис.м.куб.
 Об'єм виїмки $V_v = 73.20$ тис.м.куб.
 Профільна кубатура $V = 157.30$ тис.м.куб.
 Покілометровий об'єм $- 50.74$ тис.м.куб./км
 Загальна довжина $L = 3100$ м.

Для визначення вартості заняття угідь будується план смуги відведення під будівництво ділянки автодороги (див. рис. 4.2) і визначається площа цієї ділянки (у прикладі $F = 8,635$ га).

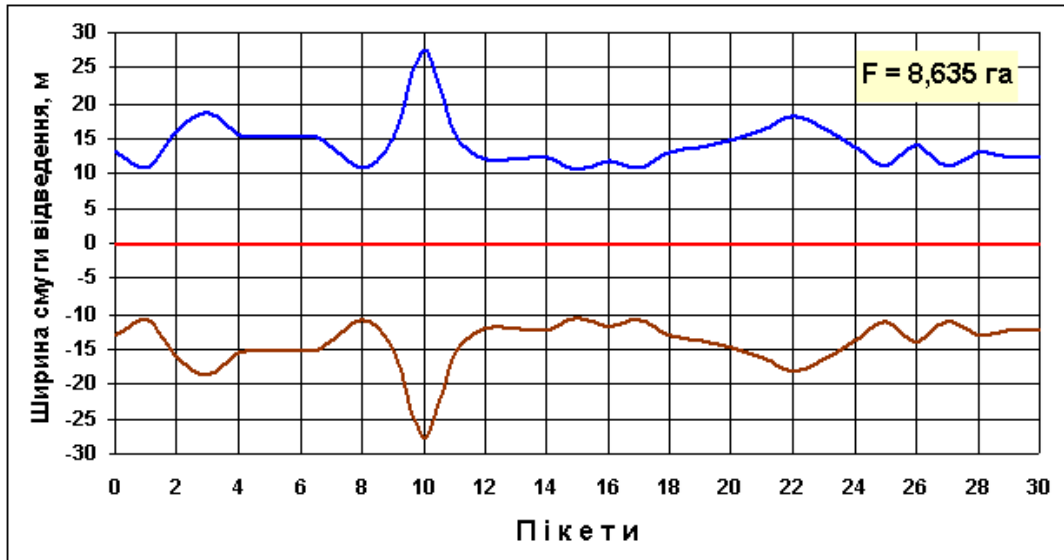


Рис.4.2. План смуги відведення під будівництво автодороги (I варіант)

2. Визначити об'єм ґрунту при спорудженні земляного полотна автодороги і побудувати план смуги відведення для II варіанту

В такій же послідовності, як описано вище, виконуються розрахунки для поздовжнього профілю II варіанту.

Результати розрахунків для II варіанта наведено в табл. 4.2.

Об'єми земляних робіт по другому варіанту наведені на рис. 4.3, з якого видно, що для відсипання насипу може частково використовуватись ґрунт виїмок, а більша частина 37,7 тис. м³ буде завозитись з кар'єра.

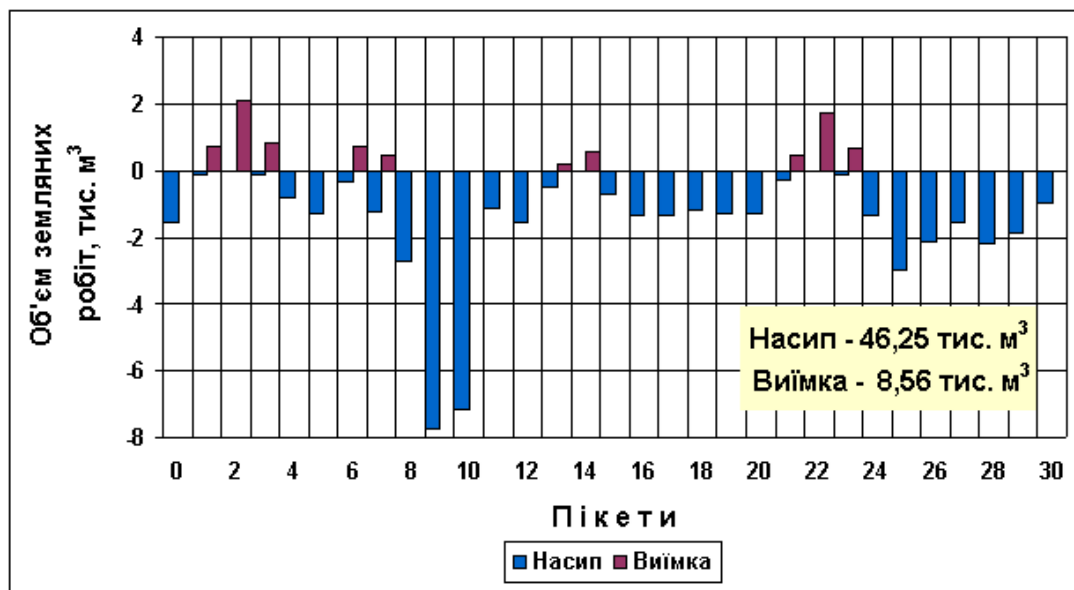


Рис.4.3. Графік об'ємів земляних робіт на ділянці (II варіант)

**ОБ'ЄМИ ЗЕМЛЯНИХ РОБІТ
(II варіант)**

```

*****
* ПК * ВІДМ.* ВІДМ. * ДОВЖ. *РОЗШИ *КОСО *ОБ'ЄМ НАС.*ОБ'ЄМ ВІЇМ*
* * * М. * М. * М. *РЕННЯ *ГІРН.*ТИС.М.КУБ.*ТИС.М.КУБ.*
*****
0 1.70 0.40 100.0 0.00 0.00 1.55 0.00
1 0.40 -1.10 100.0 0.00 0.00 0.09 0.74
2 -1.10 -1.20 100.0 0.00 0.00 0.00 2.13
3 -1.20 0.40 100.0 0.00 0.00 0.09 0.83
4 0.40 0.70 100.0 0.00 0.00 0.81 0.00
5 0.70 1.00 100.0 0.00 0.00 1.24 0.00
6 1.00 -1.40 100.0 0.00 0.00 0.32 0.76
7 -1.40 2.50 100.0 0.00 0.00 1.23 0.46
8 2.50 1.00 100.0 0.00 0.00 2.69 0.00
9 1.00 7.00 100.0 0.00 0.00 7.76 0.00
10 7.00 0.40 100.0 0.00 0.00 7.15 0.00
11 0.40 1.10 100.0 0.00 0.00 1.10 0.00
12 1.10 1.00 100.0 0.00 0.00 1.53 0.00
13 1.00 -0.60 100.0 0.00 0.00 0.47 0.21
14 -0.60 0.00 100.0 0.00 0.00 0.00 0.56
15 0.00 0.90 100.0 0.00 0.00 0.69 0.00
16 0.90 0.90 100.0 0.00 0.00 1.31 0.00
17 0.90 0.90 100.0 0.00 0.00 1.31 0.00
18 0.90 0.70 100.0 0.00 0.00 1.16 0.00
19 0.70 1.00 100.0 0.00 0.00 1.24 0.00
20 1.00 0.70 100.0 0.00 0.00 1.24 0.00
21 0.70 -0.90 100.0 0.00 0.00 0.24 0.47
22 -0.90 -1.00 100.0 0.00 0.00 0.00 1.74
23 -1.00 0.40 100.0 0.00 0.00 0.10 0.66
24 0.40 1.40 100.0 0.00 0.00 1.32 0.00
25 1.40 2.40 100.0 0.00 0.00 2.94 0.00
26 2.40 0.40 100.0 0.00 0.00 2.13 0.00
27 0.40 1.70 100.0 0.00 0.00 1.55 0.00
28 1.70 1.20 100.0 0.00 0.00 2.17 0.00
29 1.20 1.30 100.0 0.00 0.00 1.84 0.00
30 1.30 0.00 100.0 0.00 0.00 0.97 0.00

```

Об'єм насипу $V_n = 46.25$ тис.м.куб.
 Об'єм виїмки $V_v = 8.56$ тис.м.куб.
 Профільна кубатура $V = 54.81$ тис.м.куб.
 Покілометровий об'єм - 17.68 тис.м.куб./км
 Загальна довжина $L = 3100$ м.

Далі будується план смуги відведення під будівництво ділянки автодороги (див. рис. 4.4) і визначається площа цієї ділянки (у прикладі $F = 7,516$ га).

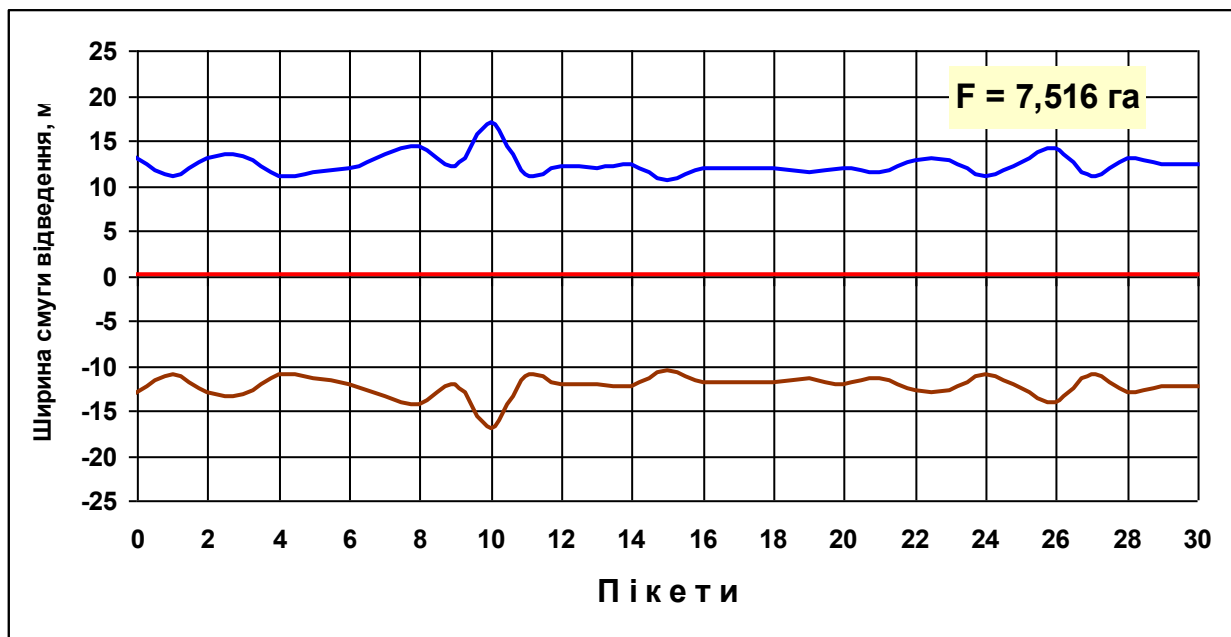


Рис.4 4. План смуги відведення під будівництво автодороги (II варіант)

3. Визначення вартості заняття угідь під автодорогу. Порівняння варіантів.

Для визначення вартості заняття угідь необхідно знати в якій області буде будуватися автодорога і через яку територію вона проходить (рілля, сіножаті, пасовища). Показники нормативної грошової оцінки сільськогосподарських угідь можна прийняти з наведених графіків (рис. 4.5), або безпосередньо за даними Державного комітету України по земельних ресурсах.

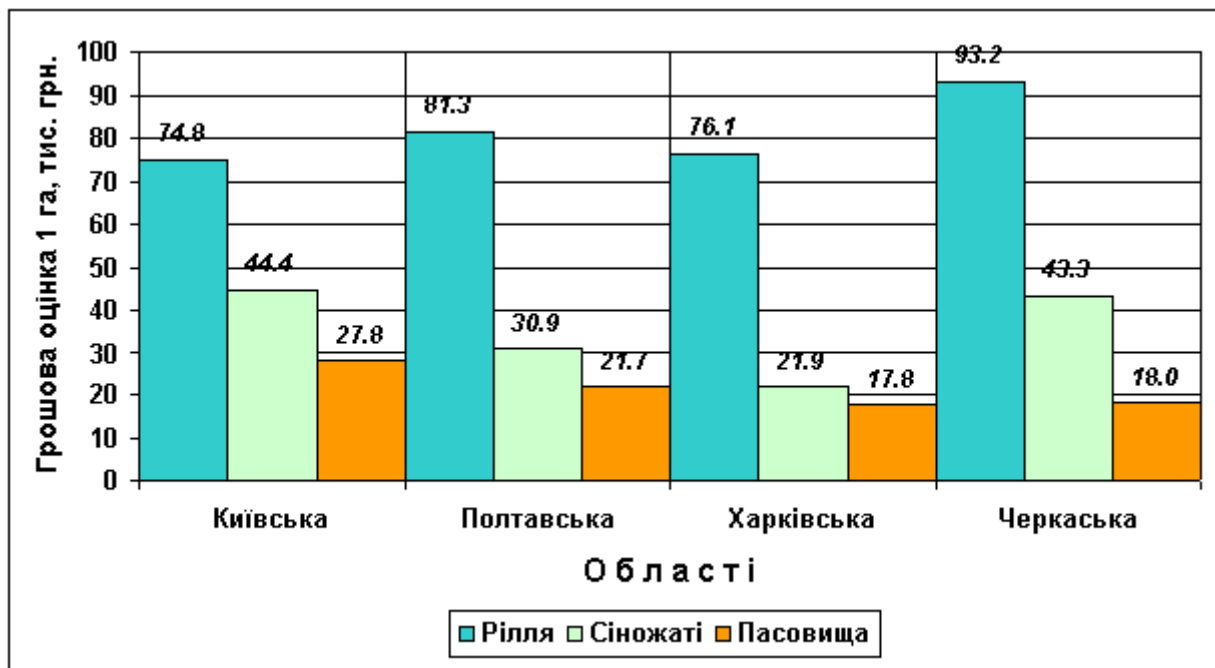


Рис.4.5. Грошова оцінка заняття 1 га угідь

У прикладі прийнято, що автодорога будується в Полтавській області і траса проходить через пасовища.

Підрахована за формулою (4.1) вартість улаштування земляного полотна при будівництві автомобільної дороги за I і II варіантами наведена в табл. 4.3.

Таблиця 4.3

Вартість улаштування земляного полотна автодороги

Варіант	Складові вартості земляного полотна, тис. грн			
	$k_{зп} Q_H$	$k_{зп} Q_в$	$k_{зз} F$	$K_{зр}$ (форм. 1)
1	436,0	732,0	187,2	1355,2
2	1507,6	85,6	162,9	1756,1

Аналіз даних табл. 4.3 показує, що прагнення прокласти трасу автодороги з максимально дозволеними похилами і мінімальними робочими відмітками не завжди може бути виправданим. З одного боку досягається менша площа зайняття угідь (що позитивно), але при відсутності ґрунту виїмок доводиться закладати кар'єри для відсипання насипів. У даному прикладі витрати на виконання земляних робіт виявились на 23% меншими у I варіанта, в якому передбачається приблизне збалансування об'ємів насипів і виїмок при збільшенні площі зайняття угідь на 1,1 га.

Підсумовуючи результати, отримані при виконанні практичної роботи слід зазначити, що задача щодо визначення обсягів робіт і вартості улаштування земляного полотна за умови мінімізації ширини смуги відведення земель для будівництва автодороги вирішена. При цьому вартість земляного полотна представлена двома складовими – вартістю улаштування земляного полотна і вартістю зайняття угідь.

За результатами дослідження встановлено, що при проєктуванні поздовжнього профілю максимально допустимими ухилами досягаються мінімальні робочі відмітки насипів і виїмок і, як результат, забезпечується мінімальна ширина смуги відведення під автодорогу.

При проєктуванні поздовжнього профілю за умови збалансованості об'ємів насипів і виїмок ширина смуги відведення збільшилась в 1,6 рази, але вартість земляних робіт в цілому зменшилась за рахунок використання ґрунту виїмок для відсипання насипів (поздовжня возка), що скоротило загальні витрати на улаштування земляного полотна автодороги на 27 %.

У якості сільськогосподарських угідь приймалися для розгляду сіножаті й випаси. Якщо розглядати такі угіддя як пасовища або багаторічні насадження, що попадають в смугу відведення, то висновки можуть змінитись.

Контрольні питання

1. За якими даними і яким способом визначаються об'єми ґрунту (насіпів і виїмок) при будівництві автодороги?
2. Які складові враховуються при розрахунку вартості улаштування земляного полотна під автодорогу?
3. Що таке план смуги відведення під будівництво ділянки автодороги і як він визначається?
4. Чи впливає характеристика угідь (рілля, сіножаті, пасовища), через які проходить автодорога, на загальну вартість будівництва?

Практичні заняття № 5

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАЛИВОЕКОНОМІЧНОЇ РОБОТИ АВТОМОБІЛЯ. ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

Мета заняття: дослідити фактори, які забезпечують ресурсозбереження, надати пропозиції стосовно шляхів економії ресурсів.

Загальні положення

На сьогодні актуальним є завдання заощадження енергії, починаючи зі стадії проектування автодороги і закінчуючи умовами експлуатації автомобільного транспорту.

У якості прикладу розглядається транспортування вантажів по ділянці Дніпро-Красноград. Перевезення може здійснюватися тягачами МАЗ-6422, Mercedes, МАЗ-5432 з напівпричепами вантажопідйомності відповідно 32, 26 і 20 тонн.

Поздовжній профіль і план автодороги задається. Швидкість руху, витрати дизельного палива і час руху визначаються тяговими розрахунками.

Порядок виконання роботи

Після уведення вихідних даних по профілю, плану й обмеженням швидкості рух (для прикладу): `Красн-Дніпро.prf\Красн-Дніпро.cur\Красн-Дніпро.ogr` додатково слід вказати: (на рис. 5.1) масу поїзда (тягач з причепом – 32 т), довжину автопоїзда (15 м), швидкість руху на початку і в кінці ділянки в прямому й зворотному напрямках, напрям руху; на рис. 5.1 – праворуч: тип тягача (МАЗ-6422), сила тяги за станом автомобіля (100%).

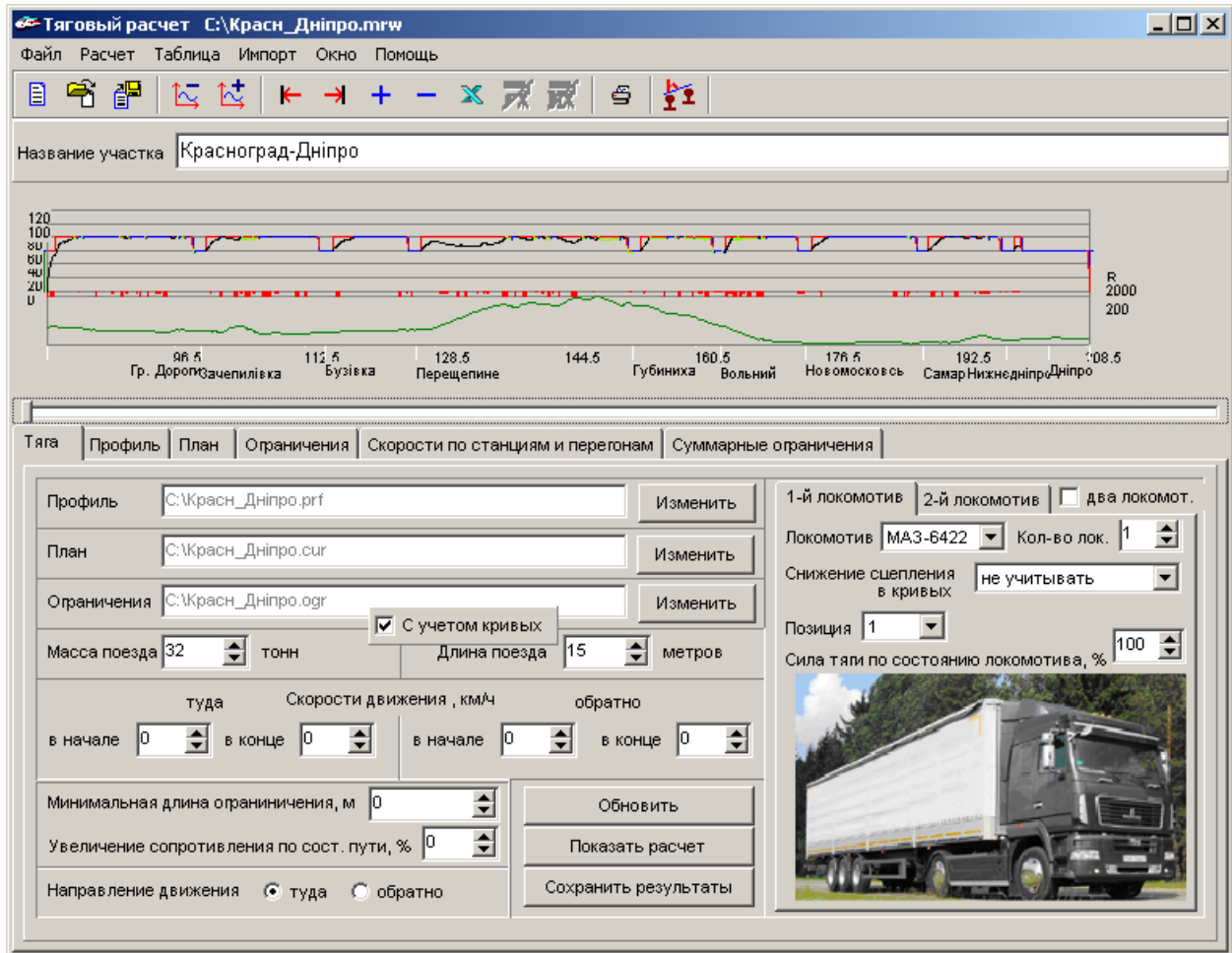


Рис. 5.1. Вихідні дані в вікні меню програми для виконання тягових розрахунків

Після введення всіх даних програма створює текстовий файл результатів та видає графічне зображення кривої швидкості, обмежень та обрис профілю ділянки (рис. 5.2).



Рис. 5.2. Графічні результати тягових розрахунків (знизу доверху: поздовжній профіль, план лінії, крива швидкості руху)

3. Провести аналіз результатів тягових розрахунків.

Згідно із завданням при виконанні тягових розрахунків можуть розглядатись різні варіанти: тип автомобіля, що планується ввести в перспективі; максимальна швидкість руху тощо. Для проведення аналізу рекомендується отримані результати для різних варіантів звести в табл. 5.1.

Таблиця 5.1

Результати тягових розрахунків на ділянці Дніпро–Красноград (127, 9 км) при різній максимальній швидкості руху

V_{\max} , км/год	Напрямок руху	Довжина, м	$V_{\text{ср}}$, км/год	Витрати палива, кг	Механічна робота, ткм	Час руху, хв
100	Прямий	127 857	79	23,2	29,20	96,60
	Зворотній		79	24,1	30,20	96,60
90	Прямий		77	21,2	26,40	100,00
	Зворотній		77	22,2	27,60	99,90
80	Прямий		72,0	19,0	23,30	106,00
	Зворотній		73,0	20,3	24,80	105,80
70	Прямий		67	16,7	20,20	115,40
	Зворотній		67	18,0	21,80	115,20
60	Прямий		59	14,4	17,09	129,94
	Зворотній		59	15,7	18,62	129,77

За даними табл. 5.1 слід побудувати відповідні графіки або гістограми і на основі порівняння (співставлення) провести аналіз і надати висновки.

З позиції енергозбереження необхідно зробити висновок щодо витрат дизельного палива в залежності від максимальної швидкості руху.

Для міжнародного ринку одиницею виміру нафти рахується барель, тобто 158,998 літра. В середньому з бареля нафти отримують 25–30 літрів дизельного палива. Використовуючи дані табл. 5.1, можна розрахувати витрати нафти на перевезення вантажу в прямому й зворотному напрямках. Результати розрахунків для транспортування вантажів по ділянці Дніпро-Красноград наведені в табл. 5.2.

Порівняння витрат дизпалива і часу руху для різних рівнів швидкості

V_{\max} , км/год	Дизпаливо, кг	Час руху, хв	Кількість барелів	Об'єм нафти, л	Збільшення витрат нафти, рази	Збільшення витрат час руху, рази
100	47,30	193,20	1,72	273,5	1,57	1,00
90	43,40	199,92	1,58	250,9	1,44	1,03
80	39,30	211,83	1,43	227,2	1,31	1,10
70	34,70	230,53	1,26	200,6	1,15	1,19
60	30,10	259,71	1,09	174,0	1,00	1,34

З табл. 5.2 видно, що кожне підвищення швидкості руху на 10 км/год потребує додаткових витрат дизельного палива 4–4,5 кг на ділянці довжиною 128 км в прямому й зворотному напрямках. При використанні максимальної швидкості 100 км/год у порівнянні з 60 км/год витрати нафти для виробництва дизельного палива зростають з 1,1 до 1,7 барелів, тобто в 1,6 рази. При цьому виграш у часі руху складе 29 хв. Остаточне рішення слід приймати на основі техніко-економічних розрахунків, враховуючи кількість транспортних засобів, частоту рейсів тощо. Нагадаємо, що нафта за джерелами походження відноситься до мінеральних, невідновлюваних ресурсів.

Контрольні питання

1. Призначення тягових розрахунків.
2. Які вихідні дані вводяться в програму MoveRW для виконання тягових розрахунків.
3. Які тягово-експлуатаційні показники можна отримати за результатами тягових розрахунків.
4. За рахунок яких заходів можна зменшити витрати дизельного палива, а, отже, і нафти при перевезенні вантажів.

Практичне заняття № 6

ВИЗНАЧЕННЯ СОБІВАРТОСТІ І ПИТОМИХ ВИТРАТ НА ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖІВ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ

Мета заняття: Визначити питомі витрати і собівартість перевезень вантажів і, на цій основі, встановити сферу ефективного використання автомобільного транспорту з урахуванням вимог щодо енергозбереження.

Загальні положення

Автомобільний транспорт можна розглядати як індустрію, пов'язану з виробництвом, обслуговуванням і ремонтом автомобілів, їх експлуатацією, виробництвом пально-мастильних матеріалів, з розвитком і експлуатацією дорожньо-транспортної мережі. З іншого боку – це одна з технологій перевезення вантажів і пасажирів.

Із сказаного випливає, що, по-перше, необхідно зменшувати негативний вплив автомобілів на навколишнє середовище (висока ресурсно-сировинна й енергетична ємність автомобільної промисловості; витрата палива і повітря, виділення шкідливих вихлопних газів; шумове забруднення навколишнього середовища тощо), по-друге – застосовувати прогресивні технології транспортування.

У першому випадку, для охорони атмосферного повітря від відпрацьованих автомобілями газів ведеться пошук більш «чистого» палива. У якості заміників бензину розглядаються газове паливо, метиловий спирт, малотоксичний аміак, водень. Ідуть роботи по створенню електромобіля на сонячних батареях.

У другому випадку перевага при транспортуванні вантажів віддається більш прогресивній технології – високорентабельним комбінованим перевезенням.

Розглянемо сферу застосування, так званих контрейлерних перевезень, поєднуючи позитивні якості автомобільного й залізничного транспорту [7].

Саме дослідженню цих питань присвячені наступні практичні заняття: прямі автомобільні перевезення будуть порівнюватись з контрейлерними.

Витрати на доставку вантажів при прямих автомобільних перевезеннях можна визначити за формулою (7.1)

$$\Pi_a = C_a + Y_a + E_m(K_a + C_o), \quad (6.1)$$

де C_a – поточні щорічні експлуатаційні витрати при автомобільних перевезеннях;

Y_a – збитки, що заподіює транспорт навколишньому середовищу;

K_a – одноразові капітальні витрати і вартість рухомого складу;

C_o – вартість вантажної маси (обігові фонди);

E_m – модифікована норма дисконту, що враховує банківський депозитний відсоток в валюті України і прогнозований рівень інфляції.

Поточні витрати при прямих автомобільних перевезеннях вантажів (грн/т) можна представити в розгорнутому виді:

$$C_a = \frac{e_{\text{пр}} \cdot L}{a \cdot b \cdot q} + \frac{e_{\text{ч}} \cdot (L + b \cdot V_{\text{тех}} \cdot t_{\text{пр}})}{a \cdot b \cdot q \cdot V_{\text{тех}}} + \frac{e_{\text{дор}} \cdot L}{a}, \quad (6.2)$$

де $e_{\text{пр}}$, $e_{\text{ч}}$, $e_{\text{дор}}$ – витратні ставки на вимірювач (грн/км, грн/год, грн/т·км);

L – дальність перевезення, км;

$V_{\text{тех}}$ – технічна швидкість, км/год;

a, b – відповідно, коефіцієнт використання вантажопідйомності автомобіля і коефіцієнт використання пробігу ($a=0,85-0,90$; $b=0,80-0,85$);

q – вантажопідйомність напівпричепа (в залежності від марки 20 – 32 т).

Збиток від забруднення атмосфери викидами автомобільного транспорту при використанні автомобілів з дизельними двигунами підраховується за формулою

$$Y_a = \frac{U_a \cdot L}{a \cdot b \cdot q}, \quad (6.3)$$

де U_a – витратна ставка при використанні автомобіля з дизельним двигуном, $U_a=3,88$ грн/км.

Капітальні вкладення в рухомий склад і постійні пристрої автотранспорту визначаються за формулами

$$K_a = \frac{100 \cdot t_e \cdot (\Pi_a + \Pi_b)}{365 \cdot k_n \cdot t_{\text{нар}} \cdot a \cdot b \cdot q \cdot V_{\text{тех}}}, \quad (6.4)$$

$$t_e = \frac{L + b \cdot V_{\text{тех}} \cdot t_{\text{нар}}}{b \cdot V_{\text{тех}}}, \quad (6.5)$$

де t_e – час однієї поїздки;

Π_a, Π_b – вартість відповідно автотранспортного засобу і виробничо-технічної бази, віднесена до одного автомобіля;

k_n – коефіцієнт використання автопарку;

$t_{\text{нар}}$ – час знаходження автомобіля в наряді.

Матеріальні засоби, що знаходяться в обороті, підраховуються за формулою, аналогічно використовуваної на залізничному транспорті

$$C_a = \frac{100 \cdot \Pi_{\text{зп}} \cdot O_a}{365}, \quad (6.6)$$

$$O_a = \frac{t_3 + t_e}{24}, \quad (6.7)$$

де O_a – оборот автотранспортного засобу;

t_3 – втрати часу на заїзди, технічне обслуговування, заправку можна орієнтовно прийняти $0,02 L$.

Витрати на доставку вантажів від складу постачальника до складу споживача визначаються за формулою (6.1). Щоб отримати питомі витрати, результати за формулою (6.1) слід привести до 1 тонни, до 10 т·км чи до 1 км.

Собівартість перевезень визначається грошовим виразом поточних витрат на виконання одиниці перевезень:

$$C_o = \frac{C}{pL}, \quad (6.8)$$

де $C = C_{\text{пр}} + C_{\text{ч}} + C_{\text{утр}}$ – експлуатаційні витрати, що пов'язані відповідно з пробігом (паливо, мастила, технічне обслуговування), з часом (заробітна плата, амортизаційні відрахування) з утриманням дорожнього господарства (шляхова складова);

pL – вантажообіг (обсяг перевезень, помножений на дальність перевезень), т·км.

Порядок виконання роботи

1. Підготувати вихідні дані. Приклад вихідних даних наведено в табл. 6.1
2. За вище викладеною методикою необхідно визначити за формулою (6.1) витрати на доставку вантажів при прямих автомобільних перевезеннях. Щоб отримати питомі витрати, результати за формулою (6.1) слід привести до 1 тонни $\Pi_{\text{т(а)}}$ та до 10 т·км $\Pi_{\text{ткм(а)}}$.
3. Розрахувати за формулою (6.8) собівартість перевезень $C_{\text{o(а)}}$.
4. Побудувати графіки $C_{\text{o(а)}} = f(L)$, $\Pi_{\text{ткм(а)}} = f(L)$ і $\Pi_{\text{т(а)}} = f(L)$. Приклад таких графіків наведено на рис. 6.1, 6.2 і показано також питомі витрати при перевезеннях залізничним транспортом.

Таблиця 6.1

Вихідні дані

Найменування	Одиниця вимірювання	Позначення	Кількість
Річний обсяг перевезень	млн т	G	1.0
Відстань між вантажовідправником і вантажоотримувачем	км	L	1000
Середня технічна швидкість	км/год	$V_{\text{тех}}$	49
Коефіцієнт використання вантажопідйомності		a	0.87
Коефіцієнт використання пробігу		b	0.80
Витрати, пов'язані з пробігом	грн/км	$C_{\text{пр}}$	24,715
Витрати, пов'язані з часом роботи	грн/год	$C_{\text{ч}}$	340
Простій під навантаженням і розвантаженням	год/їздки	$t_{\text{рн}}$	1,5
Дорожня складова	грн/ткм	$C_{\text{утр}}$	0,8
Нормативний коефіцієнт ефективності		E	0,15
Вартість автотранспортного засобу	грн	Π_a	225000
Вартість автобази, віднесена до 1-го автомобіля	грн	Π_b	150700
Нормативний коефіцієнт використання парку		k_n	0,7
Тривалість перебування в наряді	год	$t_{\text{нр}}$	12
Вантажопідйомність транспортного засобу	т	q	26,2
Середня ціна 1 т вантажу при перевезеннях в контейнерах	грн	$\Pi_{\text{гр}}$	5600
Нормативний коефіцієнт на відновлення напівпричепів		k_6	0,0045
Нормативний коефіцієнт на капітальний ремонт напівпричепів		k_7	0,0013
Нормативний коефіцієнт на відновлення автомобільного тягача		k_8	0,0057
Нормативний коефіцієнт на капітальний ремонт автомобільного тягача		k_9	0,0022
Собівартість перевезень	грн/10ткм	$C_{\text{п}}$	12,2
Питомі витрати на 1 тону вантажу	грн	$C_{\text{т}}$	64.1
Питомі витрати 10 ткм вантажообігу	грн	$C_{\text{ткм}}$	20,1

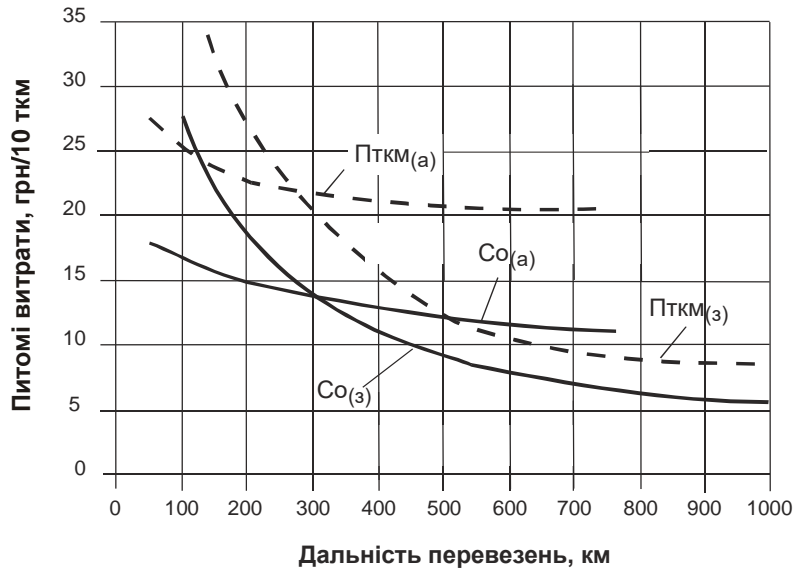


Рис. 6.1. Залежність собівартості перевезень і питомих витрат, віднесених до 10 т·км

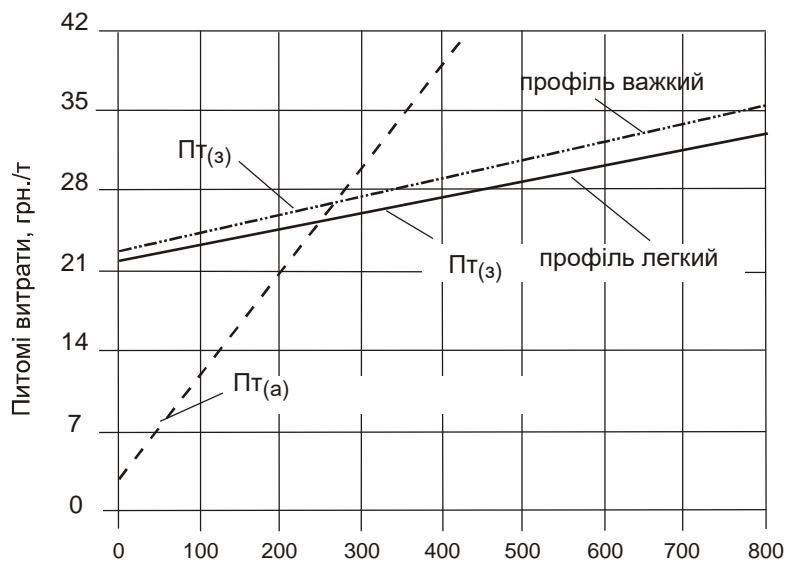


Рис. 6.2. Залежність питомих витрат, віднесених до 1 т вантажу, від дальності перевезень

5. Провести аналіз результатів і зробити висновки щодо впливу дальності транспортування вантажів (швидкості, вантажопідйомності причепу) на собівартість і питомі витрати, а також на забруднення атмосфери викидами автомобільного транспорту.

Контрольні питання

1. Що таке контрейлерні перевезення, в яких випадках проявляється ефективність їх застосування?

2. З яких складових частин складається формула для визначення витрат на доставку вантажів при прямих автомобільних перевезеннях?

3. Які показники враховуються при визначенні поточних витрат при прямих автомобільних перевезеннях вантажів?

4. Які фактори впливають на рівень забруднення атмосфери викидами автомобільного транспорту?

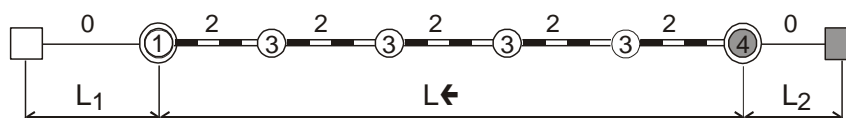
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 7

ВИЗНАЧЕННЯ СОБІВАРТОСТІ І ПИТОМИХ ВИТРА ПРИ КОМБІНОВАНОМУ ВАРІАНТІ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ

Мета заняття: Визначити питомі витрати і собівартість перевезень при комбінованому варіанті доставки вантажів і, на цій основі, встановити сферу ефективного використання контрейлерних перевезень з урахуванням вимог щодо енергозбереження.

Загальні положення

Головні тенденції, що спостерігаються в процесах вантажних перевезень зв'язані з розширенням використання комбінованих перевезень, тобто коли автотранспорт обслуговує початкові операції (доставка на станції) і кінцеві (доставка від станції до клієнта), а основна частина маршруту проходить по залізничним лініям, рис. 7.1



□ ■ - вантажовідправник, вантажоотримувач

◎ ● - станція відправлення, станція призначення

○ - технічні станції

Рис.7.1. Схема обороту контрейлерів

0 – проходження автотранспорту до станції відправлення і зі станції призначення до вантажоотримувача (L_1 , L_2); 1 – подача рухомого складу, заїзд автомобілів-тягачів на платформу; 2 – рух поїзда по ділянці L_3 ; 3 – технічне обслуговування на станціях; 4 – вивантаження автотранспортних засобів

Витрати на доставку вантажів при комбінованих перевезеннях можна визначити за формулою (7.1)

$$\Pi_{a-z} = \Pi_a + \Pi_z, \quad (7.1)$$

де

$$\Pi_z = C_{np} + C_{zb} + C_z + Y_z + E_m (K_z + C_z),$$

де C_a, C_z – поточні щорічні експлуатаційні витрати відповідно при автомобільних і залізничних перевезеннях;

Y_a, Y_z – збитки, що заподіює транспорт навколишньому середовищу;

K_a, K_z – одноразові капітальні витрати і вартість рухомого складу;

C_a, C_z – вартість вантажної маси (обігові фонди);

C_{np}, C_{zb} – витрати відповідно на навантажувально-розвантажувальні операції і зберігання вантажів на станціях;

E_m – модифікована норма дисконту, що враховує банківській депозитний відсоток в валюті України і прогнозований рівень інфляції.

Експлуатаційні витрати при залізничних перевезеннях розраховуються за формулою

$$C_z = e_{np} + e_{фр} + e_{рп} L + e_{тех} N_{тех} + e_{пш} L + e_{зб}, \quad (7.2)$$

де $e_{np}, e_{фр}, e_{рп}, e_{тех}, e_{пш}, e_{зб}$ – витратні ставки відповідно на навантаження й розвантаження, формування й розформування рухомого складу, рух поїздів, обслуговування на технічних станціях, утримання постійних пристроїв і зберігання вантажів.

Вартість локомотивного парку й парку платформ можна визначити за формулою

$$K_z = k_{рл} N_{лок} Ц_{лок} + k_{рп} N_{пл} Ц_{пл}, \quad (7.3)$$

де $N_{лок}, N_{пл}$ – кількість відповідно локомотивів і платформ;

$k_{рл}, k_{рп}$ – коефіцієнти, що враховують резерв рухомого складу;

$Ц_{лок}, Ц_{пл}$ – вартість електровоза і платформ відповідно.

Вартість вантажів, що знаходяться під час перевезень на залізничному транспорті розраховувалась так як і для автомобільного (див. практичну роботу № 6).

Порядок виконання роботи

Підготувати вихідні дані. Приклад вихідних даних наведено в табл. 7.1

Таблиця 7.1

Вихідні дані

Найменування	Одиниця вимірювання	Позначення	Кількість
Річний обсяг перевезень	млнт	G	1.0
Відстань між вантажовідправником і вантажоотримувачем	км	L	1000
Відстань між технічними станціями	км	r	300
Середня технічна швидкість	км/год	$V_{\text{тех}}$	49
Вантажопідйомність транспортного засобу	т	q	26,2
Середня ціна 1 тону вантажу при перевезеннях в контейнерах	грн	$\Pi_{\text{гр}}$	5600
Кількість платформ у складі поїзда	шт	$N_{\text{пл}}$	20
Складність поздовжнього профілю ділянки залізниці «0» або «1»			0
Коефіцієнт використання вантажопідйомності напівпричепу		a	0.87
Коефіцієнт використання пробігу автотранспортом		b	0.80
Витратна ставка на перевезення вантажів	грн/ткм	$e_{\text{нр}}$	5,5
Витратна ставка на початкову й кінцеву операції	грн/ткм	$e_{\text{фр}}$	13,6
Витрати на пропуск платформ через станції без переробки	грн	$e_{\text{тех}}$	7,7
Витрати на пропуск платформ через станції з переробки	грн	$e_{\text{рп}}$	30,5
Витратна ставка на утримання постійних пристроїв	грн/км	$e_{\text{пп}}$	71,5
Нормативний коефіцієнт ефективності		E	0,12
Кількість технічних станцій	шт	n	3
Кількість станцій, де виконується переробка вагонів	шт	$n_{\text{пер}}$	2
Витрати на перевезення вантажів і використання рухових операцій	грн/пкм	$C_{\text{пр}}$	71,5
Навантажувально-розвантажувальні операції на кінцевих станціях	грн/т	$C_{\text{нр}}$	33,2
Собівартість перевезень	грн/10ткм	$C_{\text{п}}$	6,1
Питомі витрати на 1 тону вантажу	грн	$C_{\text{т}}$	36,1
Питомі витрати 10 ткм вантажообігу	грн	$C_{\text{ткм}}$	8,2

2. За вище викладеною методикою необхідно визначити за формулою (7.1) витрати на доставку вантажів при прямих автомобільних перевезеннях. Щоб отримати питомі витрати, результати за формулою (7.1) слід привести до 1 тонни $\Pi_{т(а)}$ та до 10 т·км $\Pi_{ткм(а)}$.

3. Розрахувати за формулою (6.8) собівартість перевезень $C_{o(a)}$;

4. Побудувати графіки $C_{o(a)} = f(L)$, $\Pi_{ткм(а)} = f(L)$ і $\Pi_{т(а)} = f(L)$. Приклад таких графіків наведено на рис. 7.2, 7.3 показано також питомі витрати при перевезеннях залізничним транспортом.

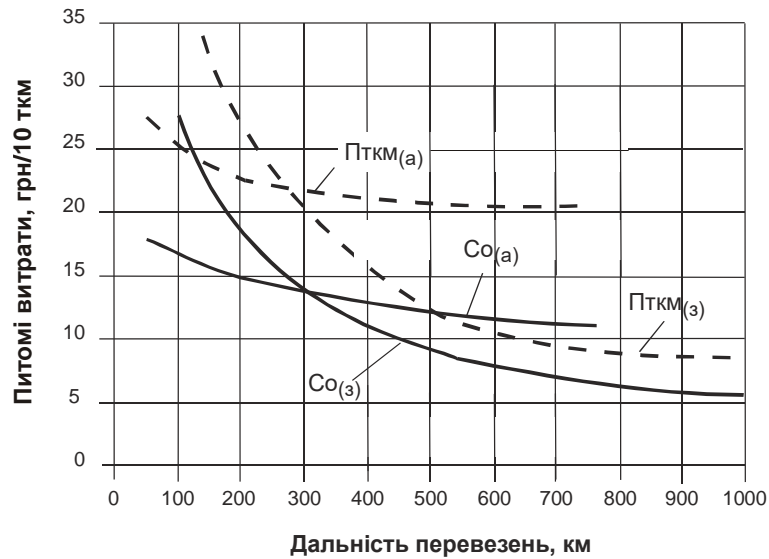


Рис. 7.2. Залежність собівартості перевезень і питомих витрат, віднесених до 10 т·км

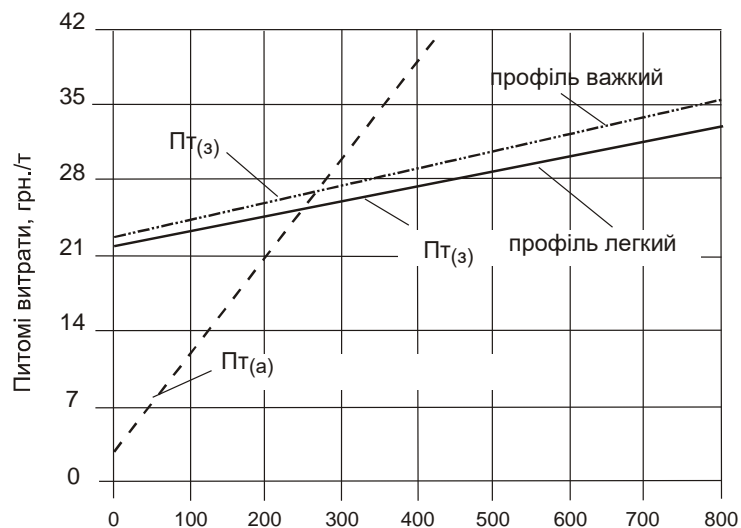


Рис. 7.3. Залежність питомих витрат, віднесених до 1 т вантажу, від дальності перевезень

5. Провести аналіз результатів і зробити висновки щодо впливу дальності транспортування вантажів (швидкості, вантажопідйомності причепу) на собівартість і питомі витрати, а також на забруднення атмосфери викидами залізничного транспорту.

Контрольні питання

1. Що таке контрейлерні перевезення, в яких випадках проявляється ефективність їх застосування?

2. З яких складових частин складається формула для визначення витрат на доставку вантажів при комбінованих перевезеннях?

3. Які показники враховуються при визначенні поточних витрат при прямих залізничних перевезеннях вантажів?

4. Які фактори впливають на рівень забруднення атмосфери викидами залізничного транспорту?

5. При яких відстанях має переваги в перевезеннях автомобільний транспорт, а при яких ефективні контрейлерні перевезення?

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року. Схвалено Кабінетом Міністрів України від 30.05.2018 [Електрон. ресурс] – Режим доступу: <https://mtu.gov.ua/news/28581.html>
2. Проект Енергетичної Стратегії України на період до 2035 року: Біла книга енергетичної політики України «Безпека та конкурентоспроможність» / Національний інститут стратегічних досліджень, 2015 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.niss.gov.ua/public/File/2014_nauk_an_rozrobku/Energy%20Strategy%02035.pdf
3. Малюк О.С. Аналіз ефективності споживання енергетичних ресурсів в Україні / Економіка та управління національним господарством. Вип. 17, 2018. – С. 53-57.
4. ДСТУ Б В.2.3-33:2016 Автомобільні дороги. Визначення меж смуг відведення. К.: Мінрегіон України, 2016. – 31 с.
5. Державні будівельні норми України. Споруди транспорту. Автомобільні дороги. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво. ДБН В.2.3-4-2015. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2015. – 91 с.
6. Курган М. Б. Ресурсозбереження та новітні технології в дорожньому будівництві / М. Б. Курган, Н. П. Хмелевська.– Режим доступу: <https://lider.diit.edu.ua/course/view.php?id=6>
7. Курган М.Б. Досвід експлуатації контейнерних поїздів у внутрішньому й міжнародному сполученні / Українська залізниця, 2016, № 12(42). <http://eadnurt.diit.edu.ua/jspui/handle/123456789/9431>. - С. 49-54.

Навчально-методичне видання

Курган Микола Борисович
Гаврилов Максим Олексійович
Гусак Марина Анатоліївна
Хмелевська Неля Петрівна

РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ДОРОЖНЬОМУ БУДІВНИЦТВІ

Методичні рекомендації до практичних занять

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

Формат 60x84 ^{1/16}. Ум. друк. арк. 1,8. Обл.-вид. арк.1,82.
Тираж пр. Зам. № 1

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

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