

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЧЕРНІГІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

# **ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА**

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до практичних занять

для студентів галузі знань 19 Архітектура та будівництво

Обговорено і рекомендовано  
на засіданні кафедри  
промислового і цивільного будівництва

*Протокол № 5*

*Від 25 листопада 2019 р.*

Технологія будівельного виробництва. Методичні вказівки до практичних занять для студентів галузі знань 19 Архітектура та будівництво / Укл.: Котельчук Л.С., Корзаченко М.М. – Чернігів: ЧНТУ, 2019. – 20 с.

Укладачі: КОТЕЛЬЧУК ЛЕОНІД СЕРАФИМОВИЧ, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри промислового і цивільного будівництва Навчально-наукового інституту будівництва ЧНТУ  
КОРЗАЧЕНКО МИКОЛА МИКОЛАЙОВИЧ, кандидат технічних наук, старший викладач кафедри промислового і цивільного будівництва Навчально-наукового інституту будівництва ЧНТУ

Відповідальний за випуск: КОРЗАЧЕНКО МИКОЛА МИКОЛАЙОВИЧ, кандидат технічних наук, старший викладач кафедри промислового і цивільного будівництва Навчально-наукового інституту будівництва ЧНТУ

Рецензент: САВЧЕНКО ОЛЕНА ВІТАЛІЇВНА, доктор технічних наук, доцент, завідувач кафедри промислового і цивільного будівництва ЧНТУ

## ЗМІСТ

<b>1. Практична робота №1.</b>	
Визначення об'ємів земляних робіт при вертикальному плануванні земельної ділянки під забудову	5
1.1. Вихідні дані	5
1.2. Визначення чорних відміток	5
1.3. Визначення середньої планувальної відмітки	6
1.4. Визначення проєктних і робочих відміток вершин	7
<b>2. Практична робота №2.</b>	8
Побудова нульової лінії і визначення закладання укосів	
2.1. Побудова нульової лінії	8
2.2. Визначення закладання укосів	8
<b>3. Практична робота №3.</b>	10
Визначення обсягів ґрунту	
3.1. Визначення обсягів ґрунту в межах квадратів насипу і виїмки	10
3.2. Визначення обсягу робіт з улаштування укосів	11
3.3. Визначення об'єму робіт насипу й виїмки	11
<b>4. Практична робота 4.</b>	14
Визначення середньої відстані переміщення ґрунту	
<b>5. Практична робота 5.</b>	15
Вибір комплектів машин за технічними характеристиками та складання калькуляції трудових затрат.	
5.1. Вибір комплектів машин за технічними характеристиками	15
5.2. Складання калькуляції трудових витрат	16
5.3. Побудова графіка провадження робіт	16
Додаток А	19
Література	20

## 1. Практична робота №1

### Визначення об'ємів земляних робіт при вертикальному плануванні земельної ділянки під забудову

#### 1.1. Вихідні дані

Вихідні дані включають:

- план місцевості в М 1:500 або 1:1000;
- інші вихідні дані надано в додатку А.

На плані в горизонталях наносять сітку квадратів зі стороною 40...60 м залежно від рельєфу місцевості – у квадраті повинна бути мінімум одна, максимум дві горизонталі (Рис. 1).

Перетинання сторін квадратів утворює вершину  $H_n$ , де  $n$  — число квадратів, що примикають до вершини. Кожному квадрату присвоюється власний порядковий номер.

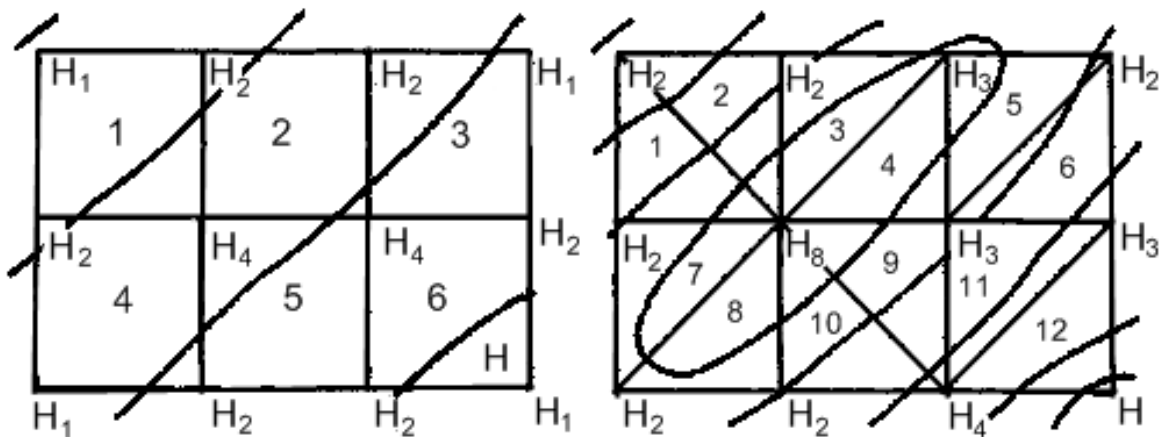


Рис.1 – Розбивка майданчика на квадрати

#### 1.2. Визначення чорних відміток

Чорні відмітки, що перебувають між двома горизонталями визначають методом інтерполяції (рис. 2). Наприклад, чорна відмітка вершини  $A$  –  $H_A$  (м) визначається як:

$$H_A = H + \frac{hl}{L}, \quad (1)$$

де  $H$  – відмітка меншої горизонталі, м;  $h$  – перевищення однієї горизонталі над іншою, м;  $l$  – відстань від горизонталі з меншою відміткою до точки  $A$ , м;  $L$  – відстань між двома горизонталями в плані, м.

Значення чорної відмітки записують у правому нижньому куті квадрата.

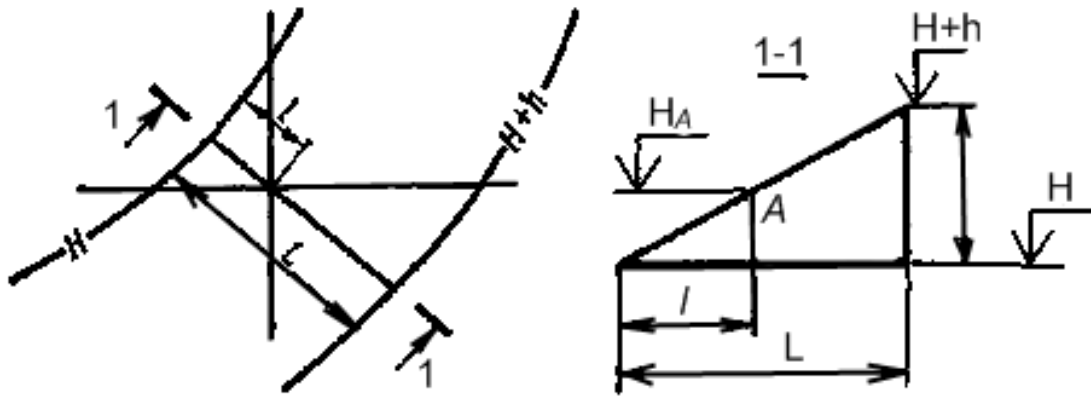


Рис. 2 – Визначення чорних відміток

### 1.3. Визначення середньої планувальної відмітки

Середня планувальна відмітка:

$$H_{cp} = H_{o+\Delta}, \quad (2)$$

де  $H_0$  – середня відмітка поверхні природного рельєфу, яка для прямокутного майданчика, розбитого на квадрати становить:

$$H_0 = \frac{4\sum H_4 + 2\sum H_2 + \sum H_1}{4n}, \quad (3)$$

де  $\sum H_4$  – сума відміток вершин, загальних для 4-х квадратів;

$\sum H_2$  – те ж, для 2-х квадратів;

$\sum H_1$  – сума відміток вершин, що відносяться тільки до одного квадрату;

$n$  – число квадратів.

Якщо на території майданчика не передбачений ввезення (вивезення) ґрунту, і виїнятий з траншей або котлованів ґрунт не використовується для планувальних робіт, тобто  $\Delta = 0$ , то середня планувальна відмітка дорівнює середній відмітці поверхні природного рельєфу:  $H_{cp}=H_0$ .

#### 1.4. Визначення проектних і робочих відміток вершин

Проектні відмітки вершин квадратів визначають так: обчислюють середню планувальну відмітку і проектні відмітки кутів майданчика у залежності від напрямку заданих ухилів. Для цього від середньої оцінки  $H_{cp}$  віднімають (або додають до неї) половину значення падіння (або підйому) сторін  $L_i/2$ , що сходяться до всіх кутів майданчика –  $A, B, C$  і  $D$  (рис. 3, формули 1 і 4).

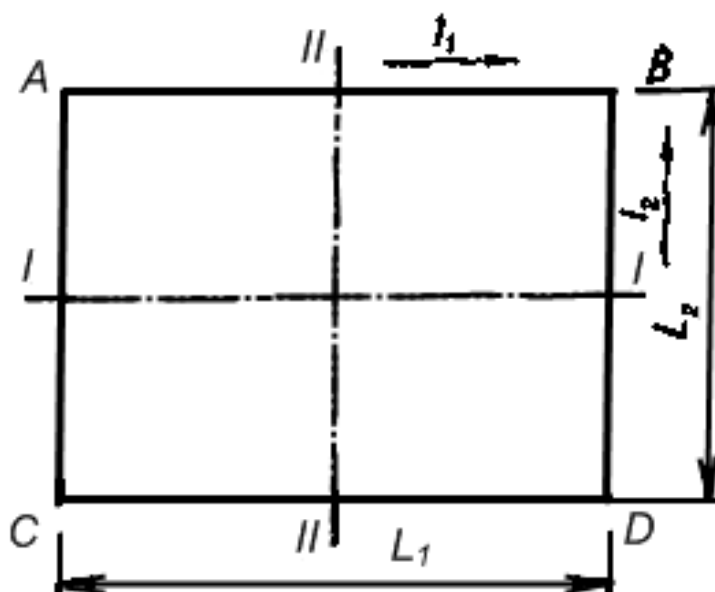


Рис. 3 – План ділянки без прив'язки до вершин

$$H_C = H_{cp} + \frac{L_1 l_1}{2} + \frac{L_2 l_2}{2}, \quad (4)$$

$$H_A = H_{cp} + \frac{L_1 l_1}{2} - \frac{L_2 l_2}{2}, \quad (5)$$

$$H_B = H_{cp} - \frac{L_1 l_1}{2} - \frac{L_2 l_2}{2}, \quad (6)$$

$$H_D = H_{cp} - \frac{L_1 l_1}{2} + \frac{L_2 l_2}{2}. \quad (7)$$

Після цього визначають вершини кожного квадрату в середині ділянки. Робочі відмітки обчислюють як різницю між проектними – червоними ( $H_{пр}$ ) і чорними ( $H_ч$ ) відмітками:

$$\pm h = H_{пр} - H_ч. \quad (8)$$

Проектну відмітку записують у верхньому правому куті, чорну в нижньому правому куті, а робочу – у верхньому лівому куті.

## 2. Практична робота № 2.

### Побудова нульової лінії і визначення закладання укосів

#### 2.1. Побудова нульової лінії

Нульову лінію будують графічним способом. Для цього в довільному масштабі на сторонах квадратів відкладають робочі відмітки зі знаком плюс в одну сторону, а зі знаком мінус в іншу й з'єднують між собою. В місцях перетинання зі стороною квадрата одержують нульові точки, що характеризують перелом рельєфу місцевості (рис. 4.)

Крива, проведена через нульові точки, є нульовою лінією, що розмежовує ділянки вилучення й насипу.

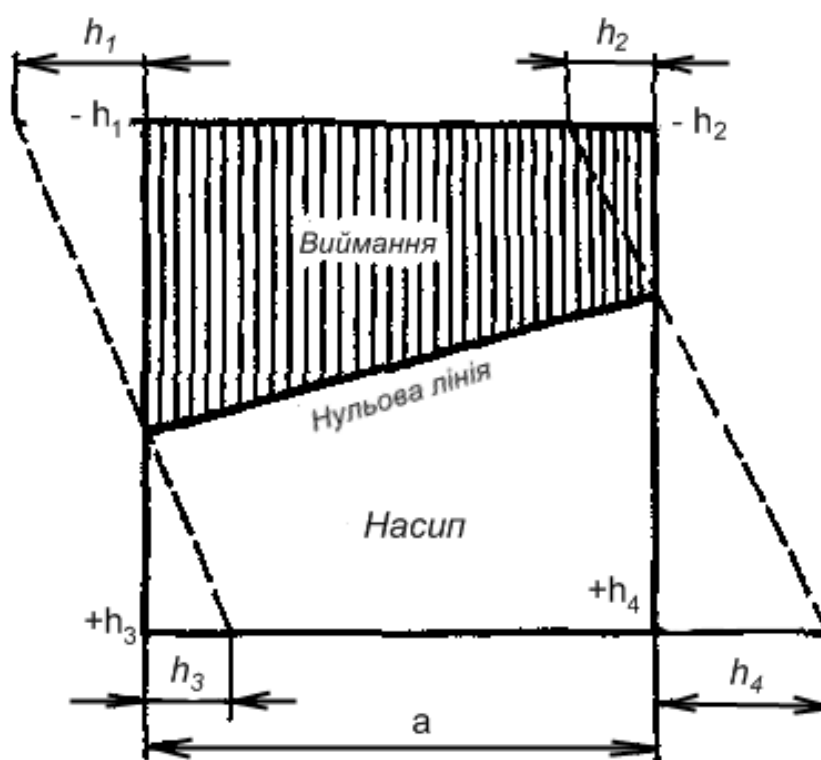


Рис.4 – Графічне визначення нульових точок

#### 2.2. Визначення закладання укосів

Закладення укосів визначають для вилучення й насипу в зовнішніх вершинах квадратів (рис.1, робота №1). Коефіцієнт закладання укосів залежить від механічного складу ґрунтів і в даній роботі приймається рівним 1: 2.

Обчислене значення закладання укосів накреслюють на плані майданчика в масштабі. Для одержання обрису укосів у плані крайні точки закладання з'єднують (рис. 5).

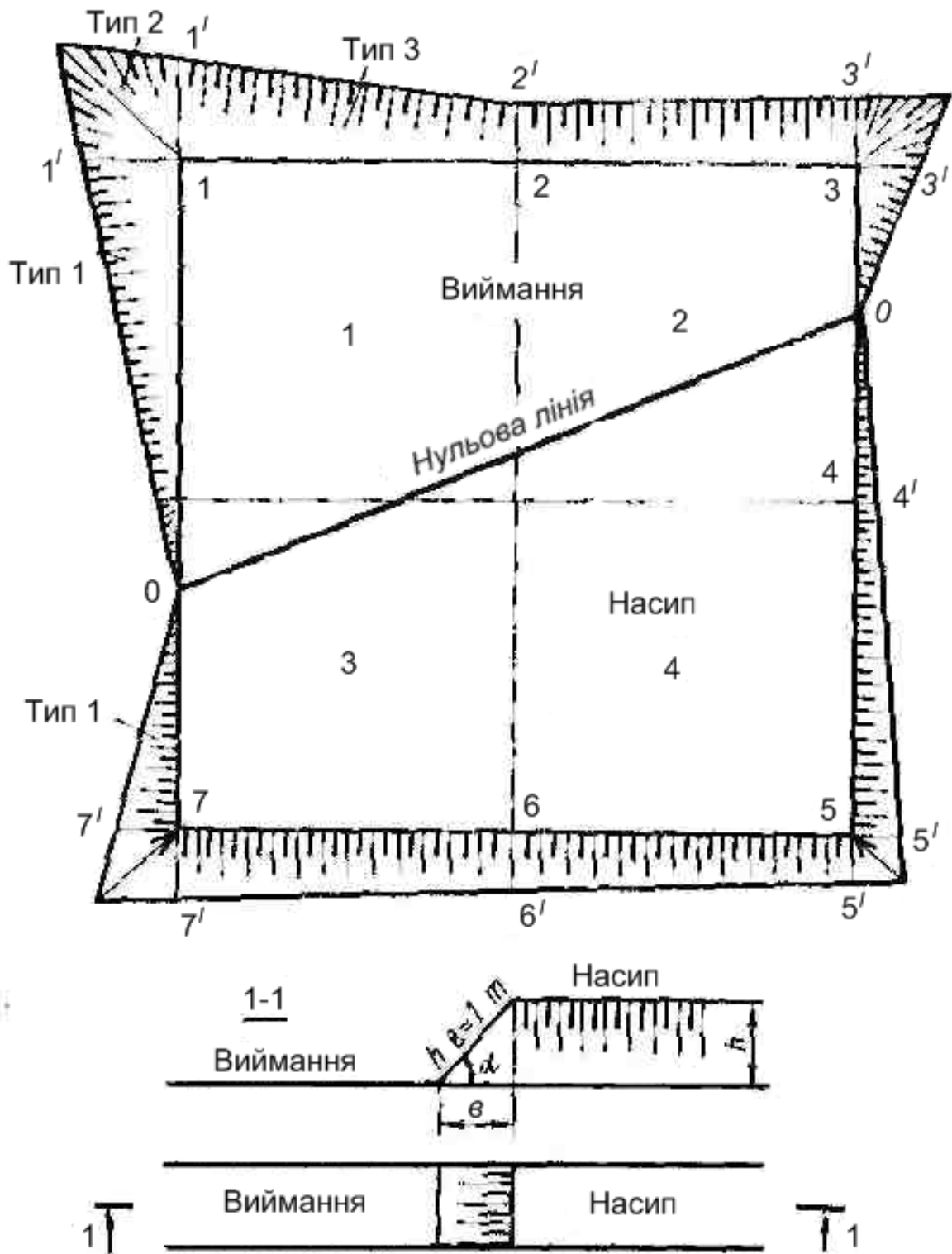


Рис. 5 – Побудова укосів



### 3. Практична робота № 3

#### Визначення обсягів робіт

#### 3.1. Визначення обсягів ґрунту в межах квадратів насипу й виїмки

Об'єми ґрунту в однойменному квадраті приймають рівним об'єму чотириграної призми, одна основа якої відповідає природному рельєфу, а інша – поверхні планування. Обсяги обчислюють як добуток середньої робочої відмітки (із чотирьох) на площу квадрата:

$$V = a^2 \cdot \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4}{4}, \quad (9)$$

де  $a$  – сторона квадрата, м;

$h_1, h_2, h_3, h_4$  – робочі відмітки, м.

Об'єми ґрунту в межах перехідних квадратів визначають за формулою:

$$V_{H(B)} = \frac{a^2 \cdot \Sigma h_{H(B)}^2}{4 \Sigma |h|}, \quad (10)$$

де  $\Sigma h_{H(B)}$  – сума робочих відміток насипу (при визначенні об'єму насипу) або вилучення (при визначенні об'єму виїмки);

$\Sigma |h|$  – сума абсолютних значень усіх робочих оцінок перехідного квадрата.

Для зручності обчислення проводять у табличній формі (табл. 1).

Таблиця 1 – Форма підрахунку об'ємів земляних робіт за сіткою квадратів

Номер квадрата	Робоча відмітка, м				$\Sigma h$	$a^2/4$	$(\Sigma h_H)^2 / \Sigma  h $	$(\Sigma h_B)^2 / \Sigma  h $	Об'єми робіт, м <sup>3</sup>	
	$h_1$	$h_2$	$h_3$	$h_4$					Насип (+)	Виїмка (-)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Об'єм квадратів \_\_\_\_\_

Об'єм укосів \_\_\_\_\_

Залишкове розпушення \_\_\_\_\_

Разом \_\_\_\_\_

### 3.2. Визначення обсягу робіт з влаштування укосів

Для влаштування укосів ділянки укосів розбивають на найпростіші фігури (рис. 5), які можуть являти собою тригранні (тип 1), чотиригранні (тип 2) піраміди і призматоїди (тип 3).

$$\text{Об'єм тригранної піраміди: } V_1 = \frac{mh^2l}{6};$$

$$\text{Об'єм чотиригранної кутової піраміди: } V_2 = \frac{m^2h^3}{3};$$

$$\text{Об'єм проміжного призматоїда: } V_3 = \frac{F_1+F_2}{2},$$

де  $m$  – коефіцієнт закладення укосів;

$h$  – робоча відмітка, м;

$l$  – довжина ділянки, м;

$F_1 + F_2$  – площа основ призматоїда, м<sup>2</sup>.

Загальний об'єм укосів  $V_{\text{о.н (в)}}$  (насипи або виїмки) визначають як суму об'ємів окремих ділянок у межах квадратів насипи й виїмки.

### 3.3. Визначення об'єму робіт насипу й виїмки

Загальний об'єм насипу (виїмки) дорівнює сумі об'ємів у межах квадратів і об'єму укосів, підрахованих за табличною формою (табл. 2).

Розбіжність в об'ємах між вилученням і насипом при нульовому балансі земляних мас не повинно перевищувати 5%. При більшій розбіжності об'ємів помилка може бути допущена в самих обчисленнях (арифметичних діях), і тоді, у першу чергу, рекомендується перевірити розрахунки  $H_{\text{ср}}$ . Для скорочення обсягу обчислювальних операцій можна рекомендувати спеціально розроблені для цих цілей таблиці підрахунку об'ємів земляних робіт.

**Приклад розрахунків.** Визначити об'єм робіт із вертикального планування майданчика розміром 120 x 160 м з урахуванням нульового балансу земляних мас (рис. 6).

Розв'язок: Площадку розбиваємо на квадрати зі сторонами по 40 м.

Чорні відмітки визначаємо в кожній вершині квадрата методом інтерполяції і записуємо в нижньому правому куті.

Середню планувальну оцінку визначаємо за раніше наданою формулою:

$$H_{cp} = H_o = 67 + (4 \cdot (1,63 + 1,95 + 2,08 + 2,53 + 2,62 + 2,9) + 2 \cdot (0,9 + 1,54 + 0,72 + 2,9 + 2,7) + (0,25 + 0,75 + 1,94 + 1,75)) / (4 \cdot 12) = 68,92 \text{ м.}$$

Приймаємо згідно із завданням проектні укоси ділянки  $i_1 = 0,004$ ,  $i_2 = 0,003$ .

Проектні відмітки вершин квадратів визначаємо за аналогією з рекомендаціями й формулами. Проектні відмітки кутів вершин А, В, С, D дорівнюють:

$$H_A = 68,92 + (120 \cdot 0,004) / 2 + (160 \cdot 0,003) / 2 = 69,4 \text{ м}$$

$$H_B = 68,92 - (120 \cdot 0,004) / 2 + (160 \cdot 0,003) / 2 = 69,4 \text{ м}$$

$$H_C = 68,92 + (120 \cdot 0,004) / 2 - (160 \cdot 0,003) / 2 = 69,4 \text{ м}$$

$$H_D = 68,92 - (120 \cdot 0,004) / 2 - (160 \cdot 0,003) / 2 = 69,4 \text{ м}$$

Відмітки інших вершин квадратів визначаємо методом інтерполяції або шляхом додавання або вирахування перевищення  $\delta$ . Наприклад, для сторони АВ:

$$\delta = 40 \cdot 0,004 = 0,16 \text{ м,}$$

що становить для квадрату № 2:

$$69,4 - 0,16 = 69,24 \text{ м,}$$

для квадрату № 3:

$$69,24 - 0,16 = 69,08 \text{ м,}$$

для квадрату № 3 (вершина В):

$$69,08 - 0,16 = 68,92 \text{ м,}$$

За аналогією перевіряємо проектні відмітки всіх інших вершин і записуємо у верхньому правому куті (див рис. 8).

Робочі відмітки визначаємо за формулою і записуємо зі своїм знаком у верхньому лівому куті квадрата.

Наприклад, для вершини А:

$$h_A = 69,4 - 67,25 = +2,15 \text{ м,}$$

а для вершини С:

$$h_C = 68,92 - 68,94 = -0,02 \text{ м,}$$

Тип майданчика встановлюємо за знаком, що стоїть перед робочою відміткою: якщо «+» – на майданчику слід виконати насип, якщо «-» – улаштувати виїмку (виймання).

Точки, що належать нульовій лінії, знаходимо на сторонах квадратів, які у вершинах мають різнойменні знаки, за раніше наведеною методикою.

Коефіцієнт закладення укосів для суглинків ухвалюємо рівним 1:1,25. Визначаємо обсяг ґрунту в межах кожного квадрата насипу й вилучення. Обчислюємо обсяг робіт з улаштування укосів за формулами і заносимо їх результати в таблицю (табл. 2). Загальний об'єм з урахуванням укосів одержуємо підсумовуванням об'ємів робіт у межах насипу й виїмки.

Таблиця 2 – Підрахунок робіт

Номер квадрата	Робоча відмітка, м				$\Sigma h$	$a^2/4$	$(\Sigma h_H)^2 / \Sigma h$	$(\Sigma h_B)^2 / \Sigma h$	Об'єми робіт, м <sup>3</sup>	
	$h_1$	$h_2$	$h_3$	$h_4$					Насип (+)	Виїмка (-)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	2,15	1,34	0,49	1,56	5,54	400	–	–	2216	–
2	1,34	0,54	0,01	0,49	2,38	400	–	–	952	–
3	0,54	1,17	0,42	0,01	2,14	400	–	–	856	–
4	1,56	0,49	-0,08	0,99	3,12	400	2,962	0,0021	1185	1
5	0,49	0,01	-0,71	-0,08	1,29	400	0,194	0,484	78	194
6	0,01	0,42	0,03	-0,71	1,17	400	0,1808	0,431	73	173
7	0,99	-0,08	-0,74	0,42	2,23	400	0,632	0,301	253	121
8	-0,08	-0,71	-1,18	-0,74	2,71	400	–	–	–	1084
9	-0,71	0,03	-0,19	-1,18	2,11	400	0,00043	0,05	0	820
10	0,42	-0,74	-1,19	-0,02	2,37	400	0,0744	1,604	29	641
11	-0,74	-1,18	-1,1	-1,19	4,21	400	–	–	–	1684
12	-1,18	-0,19	-0,31	-1,1	2,78	400	–	–	–	1112

Об'єм квадратів 5642 5830

Об'єм укосів 297 46

Залишкове спущування 4% 235

Разом 5939 6111

Відсоток помилки:  $\Delta = (6111-5939) 100/5939 = 2,9 \%$

Враховуючи, що відсоток помилки становить менше 5%, коректування об'ємів насипу й виїмки не виконуємо й у подальших розрахунках приймаємо максимальний об'єм, рівний 6111 м<sup>3</sup> ґрунту.

#### 4. Практична робота № 4.

##### Визначення середньої відстані переміщення (перевезення) ґрунту

Середню відстань переміщення ґрунту із зони вилучення в зону насипу визначаємо графічним методом.

При графічному методі визначення середньої відстані переміщення ґрунту будують криві обсягів насипу й виїмки за наростаючими підсумками вертикальних колонок квадратів для поперечної й поздовжньої сторін майданчиків (рис. 6). Ординати верхніх точок кривих позначають сумарні обсяги виїмки й насипу.

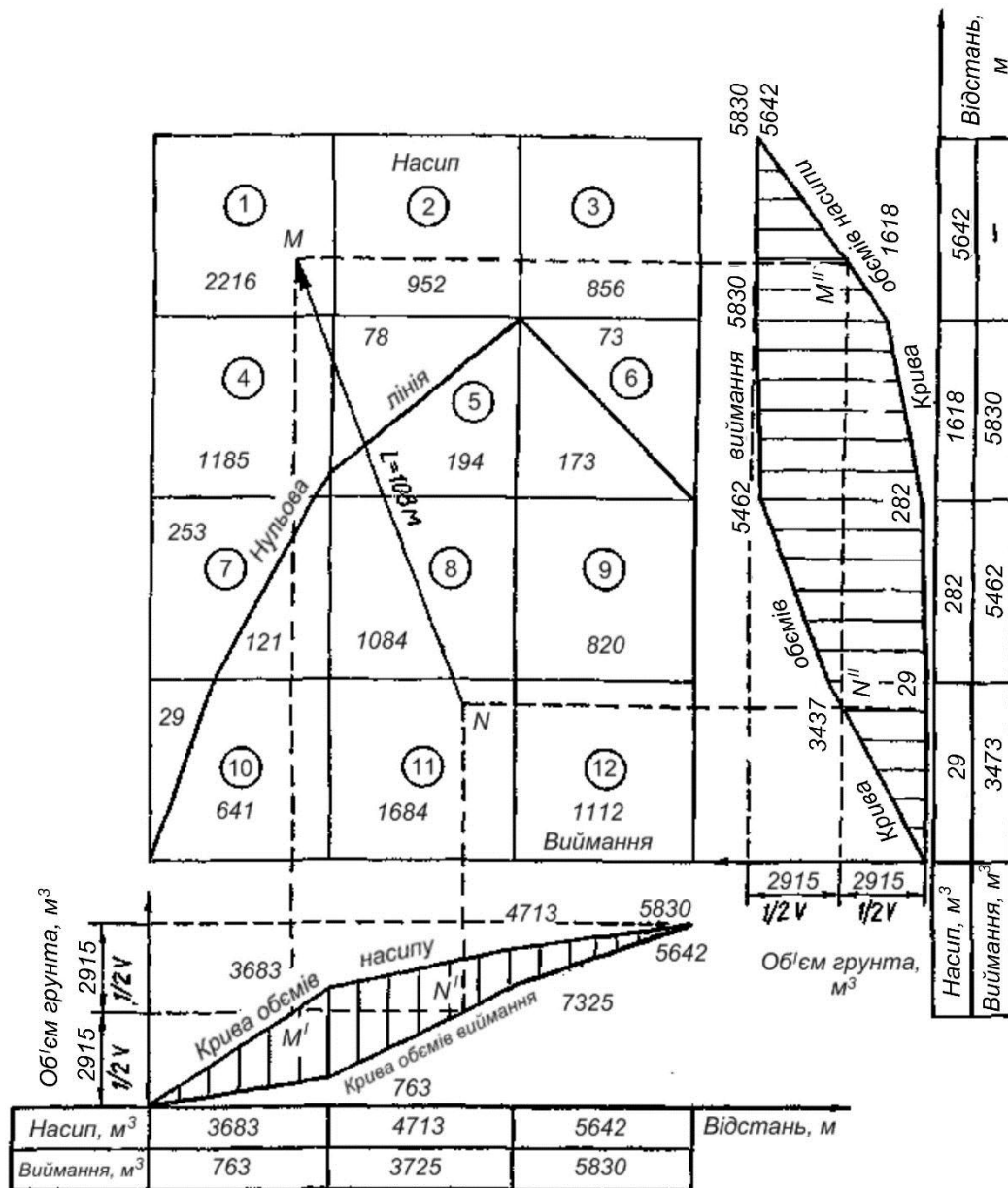


Рис. 6 – Графічний метод визначення середньої відстані переміщення ґрунту

Середню дальність перевезення (із припустимою похибкою) можна визначити, розділивши криві, побудовані для поперечної й поздовжньої сторін майданчика, навпіл і провівши відповідно лінії паралельно сторонам майданчика (рис. 1). Лінії  $M' N'$  і  $M'' N''$  є проекціями середньої дальності поїздки, а крапки  $M', M''$  і  $N', N''$  – проекціями координат центрів ваги насипу і виїмки. Положення їх у плані  $M$  і  $N$  визначає місце центрів ваги, а відстань між ними у відповідному масштабі – середню дальність переміщення ґрунту в межах даної ділянки. Переміщення направлено від  $N$  до  $M$ , тобто від виїмки до насипу.

### **Практична робота № 5.**

#### **Вибір комплектів машин за технічними характеристиками та складання калькуляції трудових витрат**

##### **5.1. Вибір комплектів машин за технічними характеристиками.**

Користуючись даними характеристик машин, установлюють склад комплектуючих машин для обраних варіантів провідних машин. Потім вибирають комплект машин для даної провідної машини відповідно до її технічних характеристик. Після цього роблять висновок, що для провадження робіт із планування майданчика у заданих умовах конкурентоспроможними є два або три комплекти машин (табл. 3).

Таблиця 3. Економічна віддаль переміщення ґрунту землерийними машинами.

Марка машини	Віддаль переміщення ґрунту, м
екскаватори	до 25
бульдозери	25 – 100
скрепери причіпні	100 – 500
скрепери самохідні	500 – 5000

## 5.2. Складання калькуляції трудових витрат

Калькуляція трудових витрат – це розрахунки, що враховують усі витрати праці й заробітної плати з виконання умовно прийнятої одиниці об'єму роботи (ділянка, захватка, процес, об'єкт і т.д.). Калькуляцію трудових витрат встановлюють для всіх машин, для остаточно прийнятого варіанта провадження робіт відповідно до встановленої структури процесу на підставі ДБН або розрахунків, виконаних відповідно до наведеної нижче таблиці (Табл. 4).

Таблиця 4 – Калькуляція трудових витрат

Номер процесу	Параграф ЄНіР	Найменування процесу	Одиниця виміру	Об'єм робіт	На одиницю виміру		На весь об'єм		Кваліфікаційний (розряд) і чисельний склад бригади (ланки)
					Норма часу, люд.-год. / маш.- год.	Розцінка, грн.-коп.	Витрати праці, люд.-год./ маш.- год.	Сума заробітної плати, грн.-коп.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

## 5.3. Побудова графіка провадження робіт

Графіки виконання земляних робіт можуть розроблятися у вигляді календарних планів (графіків) або циклограм. Їх будують за даними графі 15 таблиці технологічних розрахунків для окремих ділянок, спочатку погоджуючи основні провідні процеси, при виконанні яких використовують машини й механізми, а потім роботи, виконувані вручну.

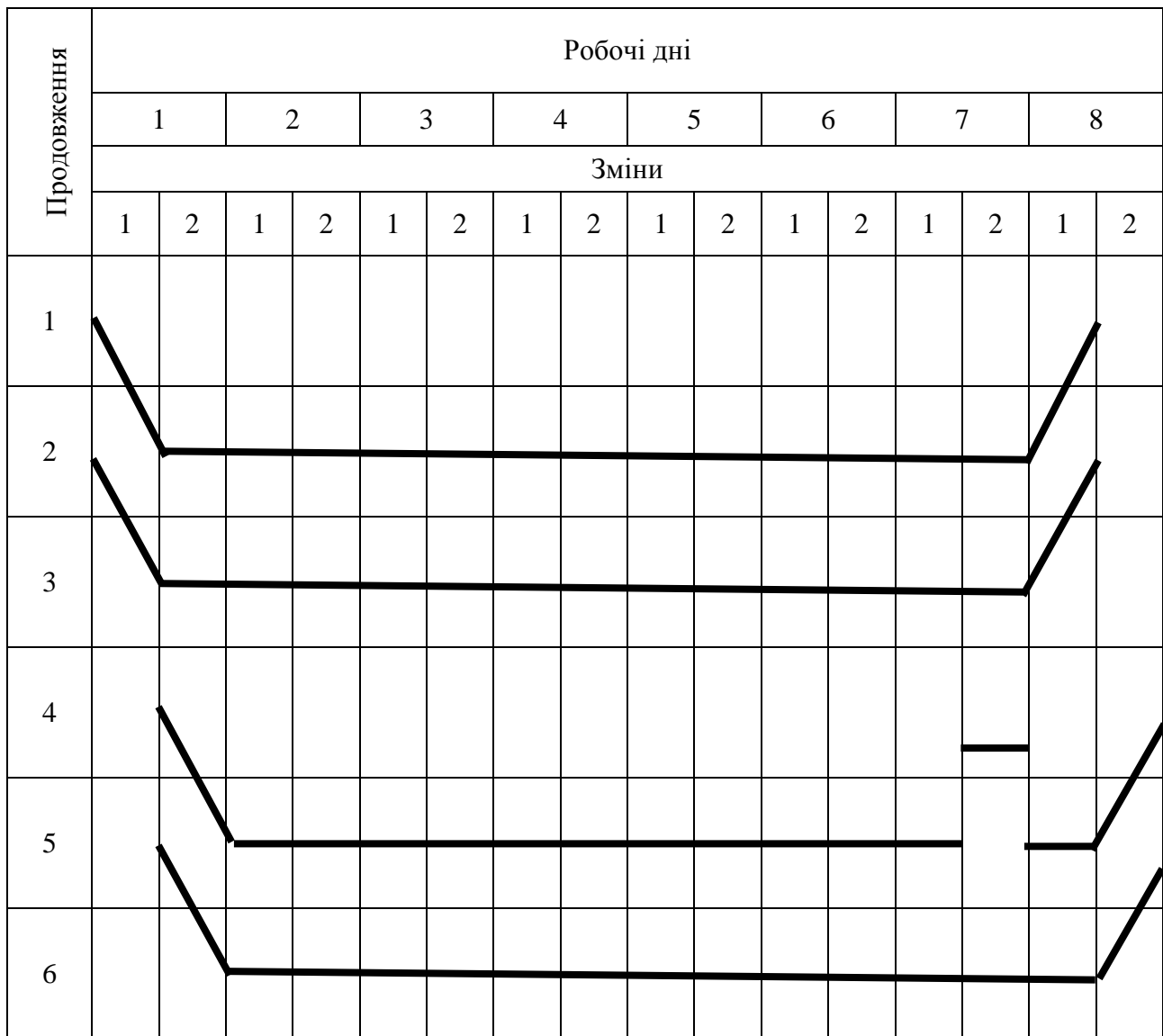
*Календарні графіки* являють собою графічне зображення розвитку будівельного виробництва (процесу) у часі. На основі обчислених обсягів і прийнятих організаційно-технологічних розв'язків вони встановлюють послідовність і строки виконання робіт зі зведення об'єкта; визначають ув'язування строків із виконанням робіт, а також склад і кількість трудових і матеріально-технічних ресурсів (робітників, бригад, машин, механізмів і т.п.) у відповідності зі специфічними умовами будівництва.

Графік можна будувати у вигляді суцільних або штрих-пунктирних ліній по ділянках: спочатку для першої, потім другої і т.д.. Довжина кожної лінії строго обмежена й відповідає тривалості робіт у змінах. У графу «Дні й місяці» заносять тільки робочі дні. Для кожного процесу вказують необхідне число робітників і змінність робіт, наприклад: 2 х 1 – дві людини працюють в одну зміну; 8 х 2 – вісім людей працюють у кожній із двох змін і т.д. Стрілки з написом позначають типи машин і вказують час початку й закінчення роботи кожної машини. В табл. 5 наведено графік провадження робіт з розробки котловану.

Таблиця 5 – Графік виконання робіт

Ділянка	Найменування процесу	Одиниці виміру	Об'єм робіт	Витрати праці			Бригада (ланка), машини чи механізми	Продовження далі
				Нормативні		Прийняті на весь об'єм		
				на одиницю виміру	на весь об'єм			
				люд.-год./ маш.-год.	люд.-зм./ маш.-зм.	люд.-зм./ маш.-зм.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Котлован	Розбивка котловану	м <sup>2</sup>	1969	–	–		столяр V – 1 столяр II – 1	1
	Розробка ґрунту екскаватором	100 м <sup>3</sup>	27,92	3,35/3,35	13,1/13,1	13/13	машиніст VI – 1 ЕО-4121А	2
	Транспортування ґрунту	100 м <sup>3</sup>	27,92	–	–	117/117	шофер 2 кл. – 9 КАМАЗ-5511	3
	Розробка недобору	100 м <sup>3</sup>	2,4	1,79/1,79	0,52/0,52	1/1	машиніст VI – 1 бульдозер ДЗ-53	4
Відвал	Вирівнювання ґрунту бульдозером	100 м <sup>3</sup>	87,92	0,58/0,58	6,2/6,2	12/12	машиніст VI – 1 бульдозер ДЗ-53	5
	Ущільнення ґрунту	1000 м <sup>3</sup>	43,96	1,68/1,68	9/9	13/13	машиніст VI – 1 каток ДУ-16В	6





## ДОДАТКИ

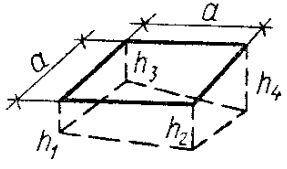
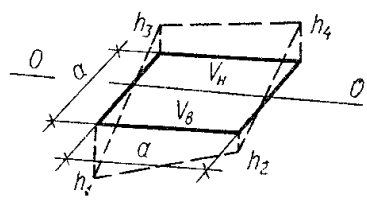
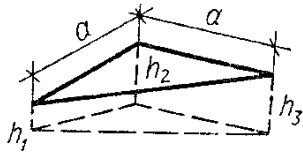
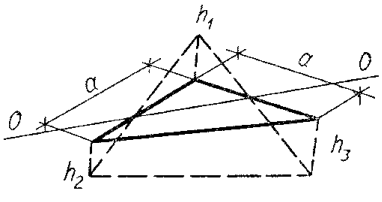
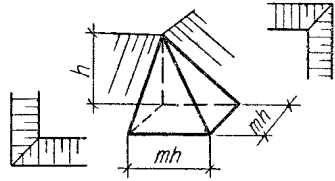
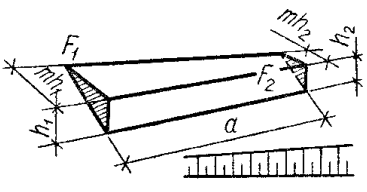
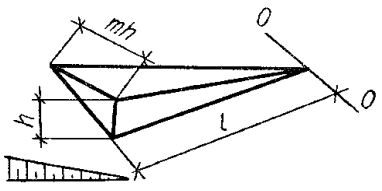
### Додаток А

Дані розміру і ухилів ділянки

№ з/п	Площа, га	Сторона квадрату, м	Відмітка низької горизонталі, м	Крок горизонталі, м	Поперечний ухил	Поздовжній ухил
1	2	3	4	5	6	7
1.	3,0	50-50	20,0	1,0	0,003	0,001
2.	3,75	50-50	50,0	2,0	0,002	0,001
3.	1,92	40-40	65,0	2,0	0,002	0,003
4.	4,32	60-60	90,0	1,5,	0,0015	0,003
5.	5,76	60-60	70,0	1,5	0,001	0,002
6.	2,4	40-40	85,0	2,0	0,004	0,003
7.	2,56	40-40	110,0	1,0	0,005	0,000
8.	4,0	50-50	15,0	2,5	0,003	0,0015
9.	5,4	60-60	45,0	1,0	0,002	0,002
10.	5,76	60-60	22,0	2,0	0,002	0,001
11.	3,0	50-50	75,0	1,5	0,004	0,000
12.	4,32	60-60	30,0	1,0	0,001	0,003
13.	5,76	60-60	95,0	1,5	0,000	0,004
14.	2,4	40-40	5,0	3,0	0,0045	0,001
15.	3,75	50-50	112,0	1,0	0,003	0,002
16.	1,92	40-40	23,0	2,5	0,005	0,004
17.	5,4	60-60	118,0	1,0	0,000	0,0015
18.	3,75	50-50	112,0	2,0	0,0015	0,003
19.	3,0	50-50	15,0	2,5	0,002	0,004
20.	4,0	60 - 60	125,0	1,0	0,0015	0,003
21.	5,7	60 -60	160,0	2,0	0,0025	0,000
22.	3,75	50 -50	35,0	2,0	0,003	0,003
23.	1,92	40 -40	65,0	1,0	0,002	0,0015
24.	5,4	60 -60	73,0	1,0	0,001	0,002
25.	3,0	40 -40	112,0	2,0	0,0015	0,003

Додаток Б

Схеми і формули для визначення об'ємів робіт

Елемент	Схема	Розрахункова формула
Одноіменний квадрат (чотиригранна призма)		$V = \frac{a^2}{4}(h_1 + h_2 + h_3 + h_4)$
Перехідний квадрат: а) ділянка насипу; б) ділянка виїмки.		$V_H = \frac{a^2}{4} \frac{(\sum h_H)^2}{\sum  h }$ $V_B = \frac{a^2}{4} \frac{(\sum h_B)^2}{\sum  h }$
Одноіменний трикутник (тригранна призма)		$V = \frac{a^2}{6}(h_1 + h_2 + h_3)$
Перехідний трикутник: а) ділянка з однією робочою відміткою $h_1$ ; б) ділянка з двома робочими відмітками $h_2, h_3$ ;		$V_1 = \frac{a^2}{6} \frac{h_1^3}{(h_1 + h_2)(h_1 + h_3)}$ $V_2 = \frac{a^2}{6} \left[ \frac{h_1^3}{(h_1 + h_2)(h_1 + h_3)} - h_1 + h_2 + h_3 \right]$
Елементи укосів: а) кутовий, типу чотиригранної піраміди		$V = \frac{m^2 h^3}{3}$
б) бічний, типу призматоїду		$V = \frac{a}{3}(F_1 + \sqrt{F_1 F_2} + F_2) =$ $= \frac{ma}{6}(h_1^2 + h_1 h_2 + h_2^2)$
в) те ж, типу тригранної піраміди		$V = \frac{m h^2 l}{6}$

Умовні позначки:  $V$  – об'єм робіт,  $m^3$ ;  $V_H$  – об'єм насипу;  $V_B$  – об'єм виїмки;  $a$  – сторона квадрата (трикутника);  $h_1, h_2, h_3, h_4$  – робочі відмітки;  $\sum h$  – сума абсолютних значень всіх робочих відміток перехідного квадрата, м;  $m$  – коефіцієнт закладення укосів;  $F_1, F_2$  – площі поперечних перерізів укосів,  $m^2$ ;  $l$  – довжина ділянки укосу, м

## Література

1. Технологія земляних робіт у будівництві. Навчальний посібник / В.П. Кизима, М.М. Ткачук, А.Г. Куковський та ін.; За редакцією професора М.М. Ткачука – Рівне: НУВГП, 2013 – 425 с.
2. Білецький А.А. Організація і технологія будівельних робіт. Навчальний посібник / Білецький А.А. – Рівне: НУВГП, 2007 – 202 с.
3. Проектирование земляных работ. Программированное пособие: Учебное пособие. / под. ред. Черненко В.К. – К.: Вища шк., 1989. – 159 с.
4. Організація будівельного виробництва. ДБН А 3.1-5-2016. – [Чинні від 01.01.2017]. – К.: Мінбуд України, 2016. – 51 с. (Державні будівельні норми України).
5. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Земляні роботи (Збірник 1). ДСТУ Б Д.2.2-1:2012. – [Чинні від 01.01.2013]. – К.: Мінбуд України, 2012. – 24 с. (Державні будівельні норми України).
6. Машини для земляних робіт. Підручник / Л.А. Хмара, С.В. Кравець, М.П. Скоблюк та ін.; За заг. редакцією Хмари Л.А. та Кравця С.В. – Х. – ХННДУ, 2014. – 548 с.
7. Кизима В.П. Земляні і бетонні роботи в будівництві / В.П. Кизима. – Т.: НУВГП, 2007. – 384 с.
8. Кизима В.П. Технологія земельних і бетонних робіт у будівництві. Навчальний посібник / В.П. Кизима. – Т.: НУВГП, 2009. – 398 с.
9. Кизима В.П. Механізація земельних робіт у будівництві / В.П. Кизима, В.В. Яковчук. – Т.: НУВГП, 2010. – 255 с.