

**БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра колії та колійного господарства**

**НІВЕЛЮВАННЯ ПОВЕРХНІ**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до виконання розрахунково-графічної роботи 4**

**з дисциплін**

***«ІНЖЕНЕРНА ГЕОДЕЗІЯ» та «ОСНОВИ ГЕОДЕЗІЇ»***

**Харків – 2013**

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку  
на засіданні кафедри колії та колійного господарства 21 січня

2011 р., протокол №4.

Рекомендуються студентам будівельного факультету та студентам факультету організації перевезень і управління на транспорті (залізничний транспорт) напрямів 6.070108 «Залізничні споруди та колійне господарство», 6.070101 «Транспортні технології», 6.060101 «Будівництво» усіх форм навчання при вивченні ними дисциплін "Інженерна геодезія", "Основи геодезії".

Укладачі:

проф. О.С. Саяпін,  
доценти Є.Ф. Орел,  
П.І. Лоцман,  
асист. Л.В. Єчко

Рецензент

проф. Є.М. Лисіков

## НІВЕЛЮВАННЯ ПОВЕРХНІ

Методичні вказівки  
до виконання розрахунково-графічної роботи 4

з дисциплін  
«ІНЖЕНЕРНА ГЕОДЕЗІЯ» та «ОСНОВИ ГЕОДЕЗІЇ»

Відповідальний за випуск Орел Є.Ф.

Редактор Еткало О.О..

---

Підписано до друку 12.05.11 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 0,5. Тираж 50. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту,  
61050, Харків-50, майдан Фейербаха, 7.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

Українська державна академія залізничного транспорту

Будівельний факультет

Кафедра “Колія та колійне господарство”

## **НІВЕЛЮВАННЯ ПОВЕРХНІ**

*Методичні вказівки  
до виконання розрахунково-графічної роботи 4*

з дисциплін «Інженерна геодезія» та «Основи геодезії»  
для студентів напрямів 6.070108 «Залізничні споруди та колійне  
господарство», 6.070101 «Транспортні технології», 6.060101  
«Будівництво»  
денної та заочної форм навчання

Харків 2013

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри “Колія та колійне господарство” 21 січня 2011 р., протокол №4.

Рекомендується студентам будівельного факультету та студентам факультету організації перевезень і управління на транспорті (залізничний транспорт) усіх форм навчання при вивченні ними дисциплін ”Інженерна геодезія”, ”Основи геодезії”.

Укладачі:

проф. О.С. Саяпін,  
доценти Є.Ф. Орел,  
П.І. Лоцман  
асист. Л.В.Єчко

Рецензент

проф. Є.М.Лисіков

## ЗМІСТ

	Вступ .....	4
	Розрахунково-графічна робота 4 .....	5
1	Обробка результатів нівелювання по квадратах .....	5
2	Побудова плану нівелювання поверхні .....	9
3	Проектування будівельного майданчика .....	10
	Список літератури .....	13
	Додаток А .....	14
	Додаток Б .....	16
	Додаток В .....	17
	Додаток Г .....	18

## ВСТУП

Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи складено відповідно до програм дисциплін “Інженерна

геодезія” та “Основи геодезії” для студентів напрямів 6.070108 “Залізничні споруди та колійне господарство”, 6.06010 “Будівництво” та 6.070101 “Транспортні технології” денної та заочної форм навчання.

Метою розрахунково-графічної роботи є навчити студента виконувати геодезичні розрахунки у застосуванні до задач, які доводиться вирішувати під час будівництва та реконструкції інженерних споруд залізничної інфраструктури, у тому числі у колійному господарстві (додатки А-В).

У методичних вказівках розглядаються задачі з проектування горизонтальних і похилих площадок (додаток Г).

Сума балів, отримана студентом за виконану роботу, є складовою загальної суми балів за відповідний модуль навчального процесу.

## **РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНА РОБОТА 4**

### **Нівелювання поверхні**

*Мета роботи:* навчити обробляти результати нівелювання поверхні по квадратах, складати план у горизонталях, проектувати

горизонтальні і похилі площадки.

*Обсяг завдання:*

- 1 Обробка результатів нівелювання по квадратах.
- 2 Побудова плану в горизонталях.
- 3 Проектування площадки та обчислення робочих відміток.

## **1 Обробка результатів нівелювання по квадратах**

1.1 Вихідні дані - відмітка точки 4А, нахил площадки по осі  $X$  і  $Y$ , які наведені у додатку А. У відомості нівелювання (додаток В) надані відліки по двосторонніх рейках у міліметрах. Порядок обробки результатів нівелювання наведений нижче.

1.2 Обчислюють перевищення між точками основного ходу по відліках чорної і червоної сторін рейки, мм:

$$h_{\text{чор}} = a_{\text{чор}} - b_{\text{чор}}, \quad (1.1)$$

$$h_{\text{черв}} = a_{\text{черв}} - b_{\text{черв}}, \quad (1.2)$$

де  $a_{\text{чор}}$ ,  $a_{\text{черв}}$  - задні відліки по чорній і червоній сторонах рейки (графа з відомості нівелювання), мм;  
 $b_{\text{чор}}$ ,  $b_{\text{черв}}$  - передні відліки по чорній і червоній сторонах рейки (графа 4), мм.

Обчислені перевищення записують з урахуванням знака до графи 5 або 6.

*Приклад.* Перевищення між точками 4А і 1В на першій станції по чорних сторонах рейок дорівнює:

$$h_{\text{чор}} = 2529 - 2154 = +175 \text{ мм},$$

а по червоних сторонах рейок:

$$h_{\text{черв}} = 6698 - 6527 = +171 \text{ мм.}$$

### 1.3 Контроль обчислення перевищень

$$h_{\text{чор}} - h_{\text{черв}} \leq 5 \text{ мм} , \quad (1.3)$$

тобто різниця перевищень, обчислених по чорній та червоній сторонах рейок, не повинна перевищувати  $\pm 5 \text{ мм}$ .

$$\text{Приклад: } h_{\text{чор}} - h_{\text{черв}} = 175 - 171 = 4 \text{ мм} \leq 5 \text{ мм.}$$

### 1.4 Обчислення середніх перевищень, мм

$$h_{\text{ср}} = (h_{\text{чор}} + h_{\text{черв}}) / 2 , \quad (1.4)$$

які округляють до цілих парних міліметрів і записують з урахуванням знака до графі 7 або 8.

$$\text{Приклад для станції 1: } h_{\text{ср}} = (175 + 171) / 2 = + 173 \text{ мм.}$$

1.5 Визначення лінійної похибки в замкнутому нівелірному ході, мм,

$$f_h = \sum h_{\text{ср}} , \quad (1.5)$$

де  $\sum h_{\text{ср}}$  - сума середніх перевищень по всьому нівелірному ходу (алгебраїчна сума граф 7 і 8), мм.

### 1.6 Обчислення допустимої нев'язки, мм:

$$f_{\text{доп}} = \pm 10' \sqrt{n} , \quad (1.6)$$

де  $n$  - кількість станцій.

### 1.7 Порівняння лінійних похибок

$$f_h \leq f_{\text{доп}} , \quad (1.7)$$



тобто, якщо обчислена лінійна похибка менша або дорівнює допустимій, то можна переходити до розподілення лінійної похибки - зрівноважування нівелірного ходу.

1.8 Розподілення лінійної похибки проводиться:

- а) зі зворотним знаком;
- б) рівномірно по всіх станціях;
- в) цілими міліметрами.

Значення поправок записують до граф 7, 8 над середнім перевищенням кожної станції зі вказівкою знака поправки.

1.9 Обчислення відміток зв'язуючих точок

З вихідних даних у графу 12 виписують відмітку точки 4А і обчислюють послідовно відмітки всіх зв'язуючих точок за формулою

$$H_n = H_{n-1} + h_{yв}, \quad (1.8)$$

де  $H_n$  - відмітка наступної зв'язуючої точки, м;

$H_{n-1}$  - відмітка попередньої зв'язуючої точки, м;

$h_{yв}$  - ув'язане перевищення між зв'язуючими точками, тобто середнє перевищення з урахуванням поправки, м.

*Приклад.* Відмітка вихідної точки 4А дорівнює 21,290 м, відмітка точки 1В буде визначатися

$$H_{1В} = 21,290 + 0,170 = 21,460 \text{ м.}$$

1.10 Контролем правильності обчислень відміток зв'язуючих точок є рівність обчисленої і заданої відміток точки 4А.

1.11 Горизонт інструмента визначається за формулою

$$H_i = H_A + a_{чор}, \quad (1.9)$$

де  $H_i$  - горизонт інструмента, м;

$H_A$  - відмітка задньої зв'язуючої точки, м;

$a_{\text{чор}}$  - відлік по чорній стороні рейки, м.

Результати обчислень записують до графі 11 навпроти задньої точки, а також на схемі нівелювання (додаток Б і В).

*Приклад для станції 1:*

$$H_i = 21,290 + 2,329 = 23,619 \text{ м.}$$

1.12 Відмітки проміжних точок обчислюють по горизонту інструмента

$$H_c = H_i - c, \quad (1.10)$$

де  $H_c$  - відмітка проміжної точки, м;

$H_i$  - горизонт інструмента, м;

$c$  - відлік по рейці на проміжній точці, м.

Проміжні точки (вершини квадратів), які відносяться до даної станції, на схемі (додаток Б) з'єднані зі станцією променями.

*Приклад для станції 1:*

$$H_i = 23,619 \text{ м;}$$

$$H_{1A} = 23,619 - 1,561 = 22,058 \text{ м;}$$

$$H_{2A} = 23,619 - 1,342 = 22,277 \text{ м}$$

і так далі.

Результати обчислень вершин відміток квадратів записують на схемі нівелювання.

## **2 Побудова плану нівелювання поверхні**

2.1 На аркуші креслярського паперу формату А4 (210 x 297 мм) побудувати сітку квадратів зі сторонами 20 м у масштабі 1:500 і

підписати в кутах квадратів відмітки, раніше обчислені в пункті 1.12, та виписати на схему чорним кольором округленими до 0,01 м.

2.2 Виконати інтерполювання відміток за всіма сторонами квадратів і по діагоналях 1А-5Д та 4Г-3Д для висоти перерізу 0,25 м.

2.3 Провести горизонталі по інтерполюваних відмітках.

2.4 Горизонталі викреслюють олівцем товщиною 0,1 мм. Горизонталі, відмітки яких кратні цілим метрам, викреслити товщиною 0,25 мм і у розриві підписати відмітку, при цьому основу цифр повинно бути направлено в бік зниження місцевості.

### 3 Проектування будівельного майданчика

#### 3.1 Проектування горизонтальної площадки

Горизонтальна площадка проектується з дотриманням балансу земляних робіт (однаковим об'ємом виїмок і насипів).

3.1.1 Обчислення середньої відмітки для кожного квадрата з відміток його вершин, м:

$$H_{cp} = (H_1 + H_2 + H_3 + H_4) / 4, \quad (3.1)$$

де  $H_1, H_2, H_3, H_4$  - відмітки вершин квадрата.

*Приклад для квадрата 1А-1Б-2Б-2А:*

$$H_{cp} = (22,06 + 21,63 + 22,61 + 21,78) / 4 = 22,02$$

3.1.2 Обчислення проектної відмітки проводиться за формулою

$$H_{np} = \sum H_{cp} / n, \quad (3.2)$$

де  $H_{np}$  - проектна відмітка площадки, м;

$n$  - кількість квадратів.

3.1.3 Проектну відмітку можна обчислити за іншою формулою

$$H_{np} = (\sum H_1 + 2\sum H_2 + 3\sum H_3 + 4\sum H_4) / 4n, \quad (3.3)$$

де  $n$  - кількість квадратів;

$H_1$  - відмітка вершини, яка належить лише до одного квадрата, м;

$H_1, H_2, H_3$  - відмітки вершин, спільних відповідно для двох, трьох і чотирьох квадратів, м.

Обчислені проектні відмітки записують правіше і вище вершини квадрата червоним кольором.

3.1.4 Обчислити робочі відмітки у вершин квадратів, м.

$$h_p = H_{np} - H_n, \quad (3.4)$$

де  $H_{np}$  - проектна відмітка площадки, м;

$H_n$  - відмітка будь-якої вершини квадрата, м.

Робочі відмітки надписати біля відповідної вершини квадрата (лівіше і вище) з вказівкою знака синім кольором.

3.1.5 Провести на плані горизонталь (лінію нульових робіт), яка відповідає проектній відмітці  $H_{np}$ , червоним кольором (у додатку Г показана пунктиром).

3.1.6 Зафарбувати виїмку жовтим, а насип червоним кольором.

3.2 Проектування похилої площадки

3.2.1 За вихідну проектну відмітку приймаємо відмітку точки 4А, за початок системи координат - точку 4А.

3.2.2 Проектна відмітка будь-якої точки, яка розташована на відстані  $d_x$  і  $d_y$  від вихідної точки, знаходиться за формулою

$$H_n = H_0 + d_x i_x + d_y i_y, \quad (3.5)$$

де  $H_0$  - проектна відмітка вихідної точки (4А), м;  
 $d_x, d_y$  - відстані від вихідної точки до проектної точки, відповідно по осі  $x$  або  $y$ , м;  
 $i_x, i_y$  - нахил уздовж осі  $x$  і  $y$ .

*Приклад.*  $H_0 = 21.29$  м,  $i_x = 5\%$ .

Проектна відмітка вершин квадратів на лінії ЗА-ЗД буде дорівнювати

$$H_{np} = 21,29 + 20 \cdot 0,005 = 21,39 \text{ м.}$$

Обчислені проектні відмітки записують правіше і вище відповідної вершини квадрата червоним кольором.

3.2.3 Обчислити робочі відмітки і записати біля вершин квадратів (дивись пункт 3.1.4). Провести лінію нульових робіт червоним кольором.

3.2.4 Зафарбувати виїмку жовтим, а насип червоним кольором.

3.3 Оформлення графічної роботи і написів проводиться у відповідності зі зразком, який наведено у додатку Г.

3.3.1 Зразок напису в штампі:

*УкрДАЗТ    ККГ    01.04.07    ВЗ*

Розшифровка напису:

*УкрДАЗТ* - Українська державна академія залізничного транспорту;

*ККГ* - кафедра "Колії і колійне господарство";

*01* - номер кафедри;

*04* - номер розрахунково-графічної роботи;

*07* - варіант (за списком у журналі);

*ВЗ* - вигляд загальний.

### 3.3.2 План нівелювання ділянки місцевості.

### 3.4 До задачі підлягає:

- а) відомість обчислення відміток точок;
- б) план нівелювання поверхні у масштабі 1:500.

### **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

- 1 Геодезія / За ред. д.т.н., професора С.Г. Могильного і д.т.н., професора О.П. Войтенко. Чернігів, 2002. – Ч. 1. 408 с.
- 2 Геодезія / За ред. д.т.н., професора С.Г. Могильного і д.т.н., професора О.П. Войтенко. Чернігів, 2002. – Ч. 2. 410 с.
- 3 Ключин Е.Б., Киселев М.И., Михелев Д.Ш., Фельдман В.Д. Инженерная геодезия. – М.: Высш. шк., 2000. – 464 с.
- 4 Бронштейн Г.С., Власов В.Д., Зайцева Н.С. и др. Инженерная геодезия /Под ред. С.И. Матвеева. – М.: УМК МПС России, 1999. – 455 с.
- 5 Фельдман В.Д., Михелев Д.Ш. Основы инженерной геодезии. – М.: Высш. шк., 1999. – 300 с.

## ДОДАТОК А

Таблиця А.1 - Вихідні дані

Но- мер за спис- ком	Група											
	1			2			3			4		
	$H_n$	$i_x$	$i_y$	$H_n$	$i_x$	$i_y$	$H_n$	$i_x$	$i_y$	$H_n$	$i_x$	$i_y$
1	61,010	0	0	61,013	10	-	61,018	9	-	61,010	8	-
2	72,991	4	-	72,892	0	0	72,999	-	4	72,793	0	0
3	69,505	0	0	69,504	-	1	69,401	0	0	69,500	-	1
4	25,512	5	-	25,516	8	-	25,415	0	0	25,518	6	-
5	37,127	-	1	37,124	-	5	37,129	7	-	37,221	0	0
6	44,480	0	0	44,385	0	0	44,483	3	-	44,489	-	3
7	60,515	-	2	60,518	1	-	60,420	0	0	60,513	4	-
8	80,583	3	-	80,580	-	3	80,589	1	-	80,480	0	0
9	44,139	-	3	44,231	0	0	44,130	-	2	44,136	-	4
10	88,530	2	-	88,533	6	-	88,536	3	-	88,560	2	-
11	71,271	0	0	71,274	-	2	71,375	0	0	71,481	0	0
12	55,197	-	4	55,219	0	0	55,194	5	-	55,325	0	0
13	70,170	1	-	70,176	3	-	70,179	-	1	70,178	10	-
14	80,909	-	1	80,900	-	4	80,000	10	-	80,185	0	0
15	81,242	0	0	81,254	9	-	81,355	0	0	81,250	5	-
16	81,783	10	-	81,678	0	0	81,782	-	1	81,780	-	4
17	82,154	-	2	82,150	-	1	82,156	4	-	82,253	0	0
18	82,471	0	0	82,483	4	-	82,364	0	0	82,487	3	-
19	82,802	8	-	82,712	0	0	82,804	6	-	82,809	-	3
20	95,163	-	4	95,160	5	-	95,169	-	2	95,167	1	-
21	91,073	0	0	91,085	-	2	91,083	2	-	91,081	-	2
22	99,003	7	-	99,090	2	-	99,990	-	3	99,083	9	-
23	83,474	-	3	83,347	0	0	83,476	8	-	83,479	-	1
24	81,891	0	0	81,997	-	3	81,990	-	4	81,994	7	-
25	74,100	6	-	74,193	7	-	74,251	0	0	74,342	0	0

26	81,993	9	-	81,839	0	0	81,991	-	5	81,995	5	-
27	81,782	-	1	81,780	-	4	81,784	-	4	81,505	0	0

Продовження таблиці А.1

Но- мер за спис- ком	Група								
	5			6			7		
	$H_n$	$i_x$	$i_y$	$H_n$	$i_x$	$i_y$	$H_n$	$i_x$	$i_y$
1	61,014	7	-	61,910	6	-	61,019	5	-
2	72,993	-	1	72,997	-	3	72,691	0	0
3	69,509	5	-	69,603	0	0	69,507	3	-
4	25,315	0	0	25,510	4	-	25,513	-	3
5	37,126	-	4	37,332	0	0	37,120	1	-
6	44,488	3	-	44,480	-	4	87,461	0	0
7	60,511	-	3	60,514	2	-	60,519	-	2
8	80,677	0	0	80,587	-	2	80,585	9	-
9	44,124	2	-	44,678	0	0	44,345	-	1
10	88,678	-	2	88,234	10	-	88,890	0	0
11	71,279	-	1	71,908	-	1	71,567	7	-
12	55,418	0	0	55,191	8	-	55,595	0	0
13	70,170	9	-	70,285	0	0	70,279	5	-
14	69,789	6	-	80,278	0	0	80,904	8	-
15	81,458	0	0	81,257	7	-	81,353	0	0
16	81,783	-	4	81,503	0	0	81,789	6	-
17	82,159	4	-	82,153	-	2	82,158	-	4
18	72,486	-	3	72,489	5	-	72,548	0	0
19	82,613	0	0	82,803	-	1	82,714	4	-
20	95,101	0	0	95,163	3	-	95,197	-	3
21	91,089	2	-	91,087	-	4	91,085	2	-
22	99,802	-	1	99,099	2	-	99,535	0	0
23	83,473	10	-	83,234	0	0	83,471	-	2
24	81,888	0	0	81,980	1	0	81,705	0	0
25	74,104	8	-	74,404	0	0	74,640	10	-
26	81,990	-	2	81,997	9	-	81,099	-	1
27	36,678	3	-	35,648	0	0	35,456	-	2



## **ДОДАТОК Б**

### **Схема та результати нівелювання**

Висота перерізу рельєфу 0,25 м

## ДОДАТОК В

### Вихідні дані:

$$N_{4A} = \frac{\quad}{\quad} \text{ м;}$$

$$i_x = \frac{\quad}{\quad} \text{ ‰;}$$

$$i_y = \frac{\quad}{\quad} \text{ ‰.}$$

### ВІДОМІСТЬ обчислення відміток зв'язуючих точок

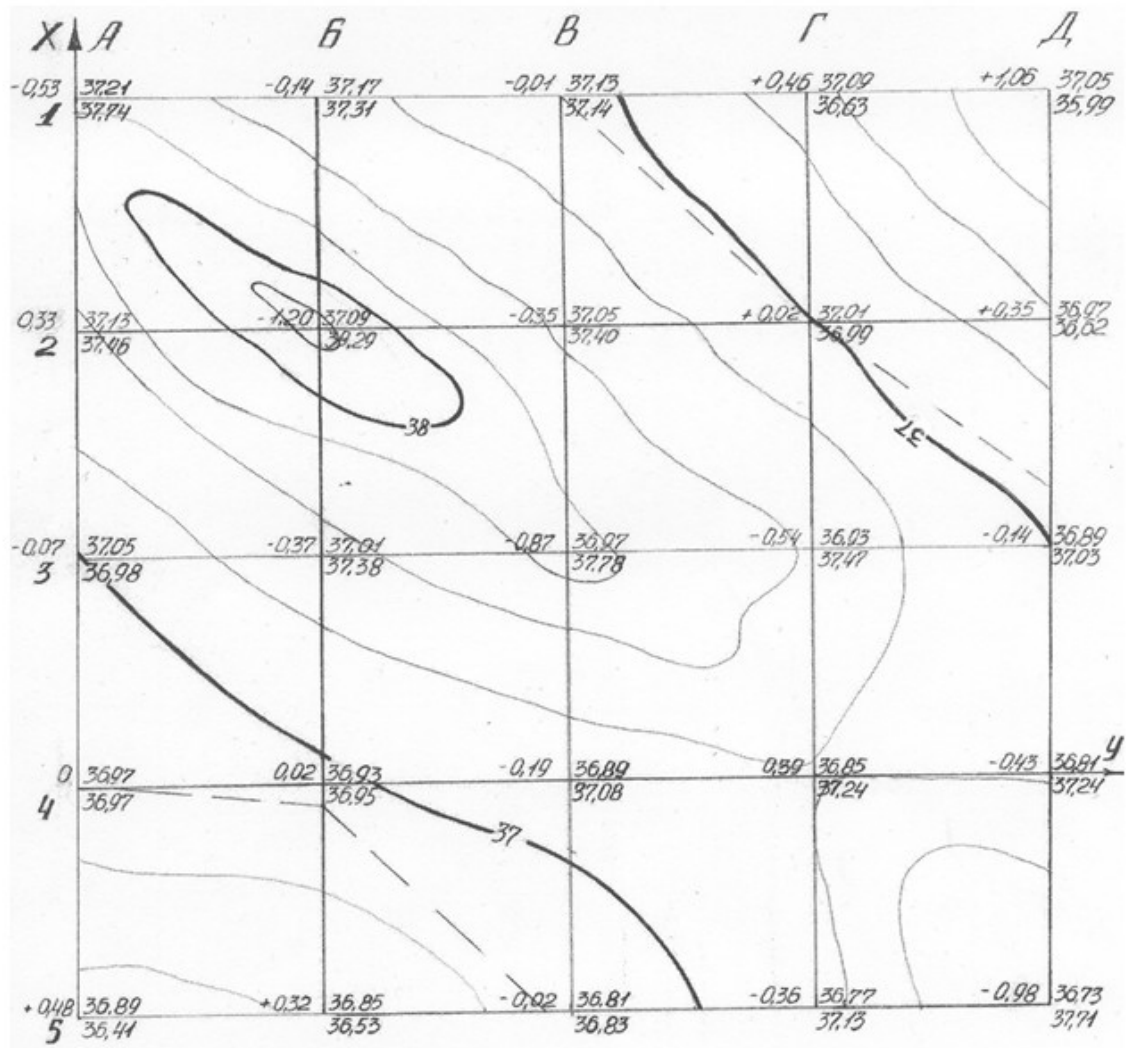
Номер станції	Номер точок	Відлік по рейці		Перевищення $h$ , мм						Горизонт $H_i$ , м нівеліра	$H_n$ , м Відмітка
		азадній	внійперед-	обчислені		Середні		ув'язані			
				+	-	+	-	+	-		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	4A	2329									
		6698		175		173					
	1B		2154	171							
			6527								
II	1B	1562									
		5935									
	5Д		0988								
			5363								
III	5Д	0621									
		4996									
	4A		1358								
			5736								
$\Sigma$											

$$f_h = \sum h_{cp} - \sum h_T = \underline{\hspace{2cm}}, MM$$

$$\sum h_T = H_\kappa - H_\mu = \underline{\hspace{2cm}}, MM$$

$$f_{h_{oon}} = \pm 10\sqrt{n} = \underline{\hspace{2cm}}, MM$$

Додаток Г



$H_{4A} = 34.970\text{м};$

$i_x = 4\text{‰}$

$i_y = 2\text{‰}$

Висота перерізу рельєфу 0,25м

					УкрДАЗТ ККГ 01.04.07. ВЗ.			
							Масштаб	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	План нівелювання ділянки місцевості		1:500	
Виконав	Менделович Є.О.						Аркуш	Аркушів
Перевір.	Орел Є.Ф.						Гр 1-1-3С	