

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ЩОДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ  
З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
**«ГЕОДЕЗИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗЕМЛЕВПОРЯДНИХ РОБІТ»**  
ДЛЯ СТУДЕНТІВ ДЕННОЇ ТА ЗАОЧНОЇ ФОРМ НАВЧАННЯ  
ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 193 – «ГЕОДЕЗІЯ ТА ЗЕМЛЕУСТРІЙ»  
ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ «БАКАЛАВР»

КРЕМЕНЧУК 2018

Методичні вказівки щодо виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Геодезичне забезпечення землевпорядних робіт» для студентів денної та заочної форм навчання зі спеціальності 193 – «Геодезія та землеустрій» освітнього ступеня «Бакалавр»

Укладачі: д. т. н., проф. В. В. Артамонов;  
старш. викл. М. Г. Василенко;  
к. т. н., старш. викл. П. Б. Міхно

Рецензент к. т. н., доц. С. П. Лашко

Кафедра геодезії, землевпорядкування та кадастру

Затверджено методичною радою Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського

Протокол № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_

Голова методичної ради \_\_\_\_\_ проф. В. В. Костін

## ЗМІСТ

Вступ.....	4
Перелік практичних робіт.....	6
Практична робота № 1 Обробка результатів геодезичних вимірювань у програмі «Геодезический калькулятор».....	6
Практична робота № 2 Розрахунок точності прямолінійного та зігнутого теодолітних ходів.....	8
Практична робота № 3 Зрівнювання теодолітного ходу в програмі «ГИС Геопроект».....	11
Практична робота № 4 Проектування земельних ділянок заданої площі різними способами.....	15
Практична робота № 5 Підготовка розмічувальних геодезичних даних і складання розмічувального креслення для перенесення в природу меж земельної ділянки.....	21
Практична робота № 6 Розрахунок очікуваних помилок розмічування на місцевості точок проектного контуру земельної ділянки.....	26
Практична робота № 7 Розв'язання геодезичних і землевпорядних задач у програмному комплексі «Delta/Digitals».....	29
Список літератури.....	37
Додаток А Критерії оцінювання знань студентів.....	38

## ВСТУП

Методичні вказівки щодо виконання практичних робіт розроблені відповідно до робочої навчальної програми з навчальної дисципліни «Геодезичне забезпечення землепорядних робіт» і визначають методику та порядок їх виконання.

Виконання практичних робіт має на меті закріплення теоретичного матеріалу та одержання практичних навичок щодо обробки результатів знімання та розмічування у спеціалізованих геодезичних програмах, проектування земельних ділянок і розрахунку їх площ, складання розмічувального креслення та розрахунку помилок розмічування земельних ділянок різними способами.

Практичні роботи виконують після опрацювання рекомендованої літератури та відповідного лекційного матеріалу.

У результаті виконання практичних робіт з навчальної дисципліни студент повинен

### **знати:**

- методи створення геодезичної знімальної основи для землепорядних вишукувань;
- методи виділення в проектах землеустрою земельних ділянок заданої площі;
- розрахунок точності визначення площ земельних ділянок;
- методи підготовки розмічувального креслення;
- розрахунок очікуваних помилок перенесення на місцевість поворотних точок меж земельної ділянки;

### **уміти:**

- скласти проект знімальної основи та розрахувати його точність;
- запроектувати земельну ділянку заданої площі різними способами;
- обчислювати середні квадратичні помилки визначення площ земельних ділянок;

– визначати розмічувальні дані для перенесення земельної ділянки на місцевість і скласти розмічувальне креслення;

– розраховувати очікувану точність побудови на місцевості проектних точок.

Отримані навички студенти можуть застосовувати в майбутній професійній діяльності під час складання та винесення на місцевість проектів землеустрою.

Практичні роботи виконуються після опрацювання рекомендованої літератури та відповідного лекційного матеріалу.

Кожен студент отримує електронну версію методичних вказівок і виконує один варіант завдання.

Результати виконання кожної роботи студенти відображають і оформляють у звіті на аркушах формату А4, у якому наводять мету, завдання, вихідні дані, формули, необхідні схеми та креслення, результати розрахунків і висновки.

Оцінку кожної практичної роботи визначає викладач за якістю розрахунків, графічних побудов, відповідей на контрольні питання.

Критерії оцінювання практичних робіт наведено в додатку А.

Розподіл балів, що отримують студенти за результатами вивчення навчальної дисципліни «Геодезичне забезпечення землевпорядних робіт», наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Розподіл балів за видами робіт

Вид занять	Сума
Лекції	10
Практичні роботи	30
Поточний контроль:	
– розрахунково-графічна робота;	30
– модульна контрольна робота	30
Усього	100

## ПЕРЕЛІК ПРАКТИЧНИХ РОБІТ

### Практична робота № 1

**Тема. Обробка результатів геодезичних вимірювань у програмі «Геодезический калькулятор»**

**Мета:** набути навичок розв'язання основних геодезичних задач щодо забезпечення землевпорядних робіт у програмі «Геодезический калькулятор».

**Прилади й обладнання:** комп'ютерна програма «Геодезический калькулятор».

### Короткі теоретичні відомості

Програма «Геодезический калькулятор» дозволяє у середовищі Microsoft Excel розв'язувати основні задачі топографії, вищої та інженерної геодезії, а саме: пряму й обернену геодезичні задачі, визначення координат перетину двох прямих, перерахунок прямокутних координат точок в іншу систему координат, обробка результатів топографічного знімання різними способами, обробка журналу вимірювання кутів способом кругових прийомів, розв'язування трикутника та геодезичного чотирикутника, визначення координат пунктів теодолітного ходу, визначення площі фігури.

### Завдання до теми

**Завдання 1.1.** Визначити площу земельної ділянки у програмі «Геодезический калькулятор».

**Вихідні дані:** координати поворотних точок межі ділянки (рис. 1.1). Студенти змінюють задані координати вихідних точок 1–6 – на величину +N (мм), а точок 7–13 – на величину -N (мм), де N – порядковий номер студента у списку групи.

Для визначення площі земельної ділянки студенту необхідно замінити наведені у програмі координати поворотних точок на координати свого варіанта. Програма автоматично виконує перерахунок площі аналітичним способом і надає результати обчислення площі (у м<sup>2</sup>).

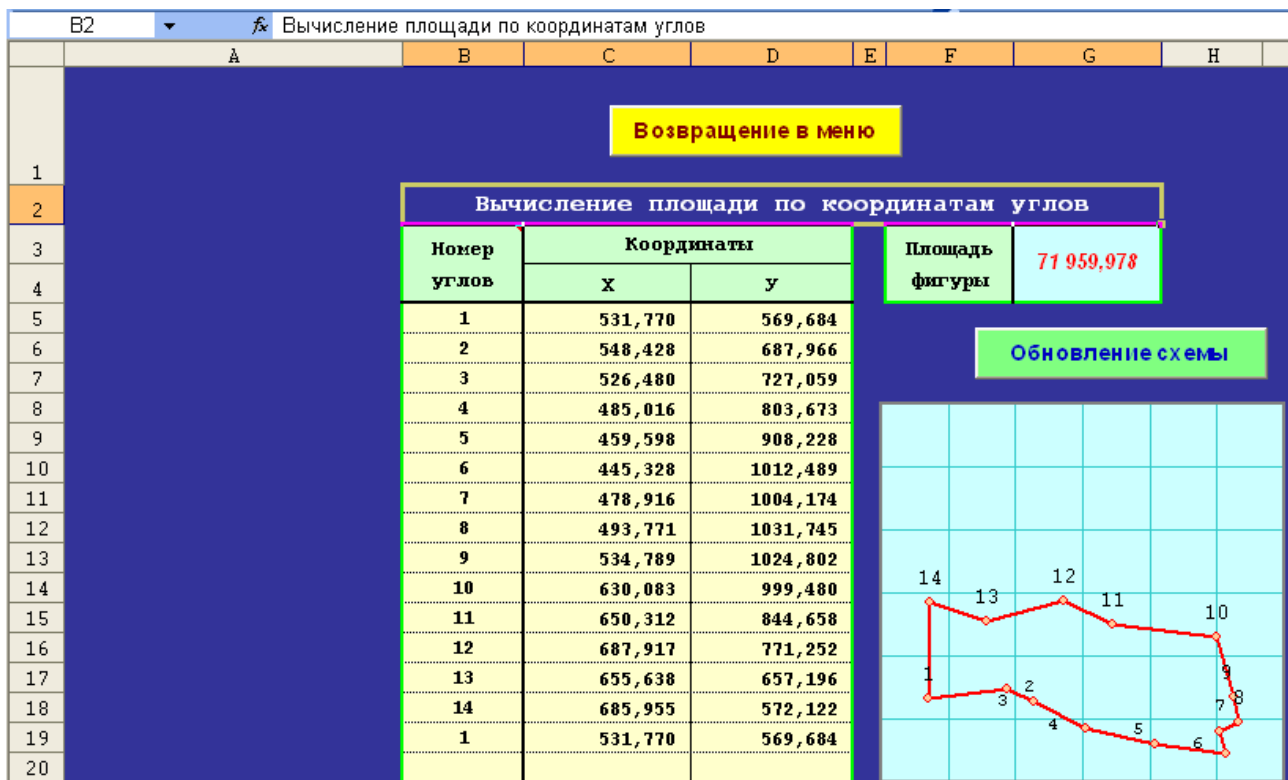


Рисунок 1.1 – Приклад обчислення площі земельної ділянки у програмі «Геодезический калькулятор»

**Завдання 1.2.** У програмі «Геодезический калькулятор» визначити наближені та зрівноважені координати точки, прив'язаної оберненою кутовою багаторазовою засічкою до пунктів 11, 12, 13, 14, 15 теодолітного ходу, та оцінити їх точність.

**Вихідні дані:** координати пунктів знімальної геодезичної основи, виміряні напрямки та схема засічки. Студент змінює значення вимірних напрямків 11 і 12 (рис. 1.2) на величину  $+N''$ , а 13 і 14 – на величину  $-N''$ , де  $N$  – порядковий номер студента у списку групи.

Для знаходження місцеположення пункту оберненою кутовою багаторазовою засічкою у програмі «Геодезический калькулятор» студенту необхідно замінити значення вимірних напрямків у наведеному у програмі прикладі розв'язання цієї задачі на значення свого варіанта (рис. 1.2). Програма автоматично виконує перерахунок і надає результати: наближені та зрівноважені координати пункту, положення якого визначається, значення

середніх квадратичних похибок визначення координат і середньої квадратичної похибки вимірювання напрямків.



Рисунок 1.2 – Результати розв’язання оберненої багаторазової кутової засічки

### Контрольні питання

1. Які завдання розв’язують у програмі «Геодезический калькулятор»?
2. Як визначають площу земельної ділянки за координатами у програмі «Геодезический калькулятор»?
3. Як зрівнюють обернену багаторазову засічку у програмі «Геодезический калькулятор»?

*Література:* [2, с. 53–55; 10].

### Практична робота № 2

**Тема.** Розрахунок точності прямолінійного та зігнутого теодолітних ходів

**Мета:** засвоїти порядок попереднього розрахунку точності теодолітного ходу, запроектованого на карті.

**Прилади й обладнання:** калькулятор.

### Короткі теоретичні відомості

Точність теодолітного ходу характеризується граничною похибкою  $\Delta_{gr}$



положення пункту в «найслабшому» місці ходу, що має найбільшу похибку у своєму положенні. Для проектування знімальних мереж для землевпорядних і кадастрових потреб ураховують, що гранична похибка  $\Delta_{gp}$  положення пунктів цих мереж після їх зрівнювання відносно вихідних пунктів не має перевищувати 0,2 мм масштабу плану – на відкритій і забудованій території та 0,3 мм – на місцевості, що вкрита деревами та чагарниками [4].

Для забезпечення вказаної точності при проектуванні теодолітних ходів керуються технічними вимогами до їх параметрів. Довжини сторін у теодолітних ходах мають бути в межах: на забудованих територіях – не більше 1000 м і не менше 20 м; на незабудованих – не більше 1500 м і не менше 40 м. Теодолітні ходи з використанням оптичних теодолітів і світловіддалемірів, або електронних тахеометрів прокладають з граничними відносними помилками 1/2000 відповідно до параметрів таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Довжини теодолітних ходів, які прокладаються із використанням теодолітів і світловіддалемірів, або тахеометрів

Масштаб	$\Delta_{gp}=0,2\text{мм}$		$\Delta_{gp}=0,3\text{мм}$	
	Допустимі довжини ходів	Допустима кількість сторін	Допустимі довжини ходів	Допустима кількість сторін
1:5000	12,0	30	16,0	40
1:2000	7,0	20	9,0	30
1:1000	4,0	20	6,0	20
1:500	2,0	20	-	-

Гранична похибка  $\Delta_{gp}$  найслабшого пункту ходу після зрівнювання відповідає середній квадратичній похибці  $M$  положення кінцевого пункту ходу до зрівнювання:

$$\Delta_{gp} = M. \quad (2.1)$$

Для знаходження  $M$  використовують одну з формул [3]:

– для витягнутого ходу:

$$M^2 = \left[ m_S^2 \right] + \frac{m_\beta^2}{\rho^2} \cdot L^2 \cdot \frac{n+3}{12}, \quad (2.2)$$

– для зігнутого ходу:

$$M^2 = \left[ m_S^2 \right] + \frac{m_\beta^2}{\rho^2} \cdot [D_{o,i}] \quad (2.3),$$

де  $m_s$  – середня квадратична похибка вимірювання ліній;  $m_\beta$  – середня квадратична похибка вимірювання кутів;  $n$  – кількість ліній ходу;  $L$  – довжина замикаючої;  $D_{o,i}$  – відстань між центром ваги ходу та кожним його пунктом  $i$ .

Для теодолітних ходів з вимірюванням ліній світловіддалемірами та електронними тахеометрами:

$$\left[ m_S^2 \right] = m_S^2 \cdot n \quad (2.4)$$

Граничну відносну похибку теодолітного ходу обчислюють за формулою:

$$\frac{1}{T} = \frac{2M}{[S]}. \quad (2.5)$$

### Завдання до теми

На карті масштабу 1:10000 запроектувати теодолітний хід для кадастрового знімання масштабу 1:2000. Знайти очікувану граничну похибку  $\Delta_{gr}$  та граничну відносну похибку теодолітного ходу. Зробити висновок щодо точності ходу.

Теодолітний хід між заданими викладачем пунктами планової геодезичної основи проектують з урахуванням особливостей місцевості і технічних вимог (табл. 2.1). Установлюють форму ходу за критеріями зігнутості.

Обчислюють очікуване значення  $M$  за формулою (2.2) чи (2.3). При цьому приймають, що  $m_\beta = 10''$ ,  $m_S = 0,02\text{м}$ . Очікуване значення граничної відносної помилки  $\Delta_{gr}$  порівнюють з допустимим значенням ( $\Delta_{gr_{дон}} = 0,2\text{мм}$  масштабу плану знімання). Граничну відносну помилку  $\frac{1}{T}$  ходу обчислюють за формулою (2.5), порівнюють її з допустимою ( $\frac{1}{2000}$  [4]) і роблять висновок стосовно точності запроектованого теодолітного ходу.

### **Контрольні питання**

1. Технічні параметри проектування теодолітних ходів, у яких лінії вимірюють рулетками.
2. Технічні параметри проектування теодолітних ходів, у яких лінії вимірюють світловіддалемірами та електронними тахеометрами.
3. Критерії зігнутості запроєктованого теодолітного ходу.
4. Формули розрахунку середньої квадратичної похибки  $M$  положення кінцевої точки ходу залежно від форми ходу.

*Література:* [1, с. 49–72; 2; с. 74–77; 3, с. 125–126; 4; 10].

### **Практична робота № 3**

**Тема.** Зрівнювання теодолітного ходу в програмі «ГІС Геопроект»

**Мета:** засвоїти методику обробки результатів польових геодезичних вимірювань у теодолітному ході у програмі «ГІС Геопроект».

**Прилади й обладнання:** комп'ютерна програма «ГІС Геопроект».

#### **Короткі теоретичні відомості**

У програмі «ГІС Геопроект» розв'язують різні задачі геодезії, картографії, кадастру та архітектури: обробляють дані польових геодезичних вимірювань (зрівнювання окремих теодолітних або полігонометричних ходів та їх мереж, складання каталогів координат пунктів), формують електронні карти місцевості, складають каталоги координат поворотних точок зовнішніх меж землекористування, кадастрові плани та плани зовнішніх меж землекористування, акти встановлення та погодження меж, розробляють технічну документацію із землеустрою щодо складання документів, які посвідчують право власності (користування) на земельну ділянку.

На кожний конкретний об'єкт знімання (земельну ділянку, землекористування та іншу структурну одиницю) у цій програмі створюють окремий проект, у якому зберігаються всі дані геодезичних вимірювань, результати обчислень.

### Завдання до теми

У програмі «ГИС Геопроєкт» виконати математичну обробку результатів польових вимірювань у розімкненому теодолітному ході, скласти і роздрукувати звіти.

**Вихідні дані:** схема ходу (рис. 3.1), координати вихідних пунктів (рис. 3.2), дані польових геодезичних вимірювань у теодолітному ході, виконаних електронним тахеометром (рис. 3.3).

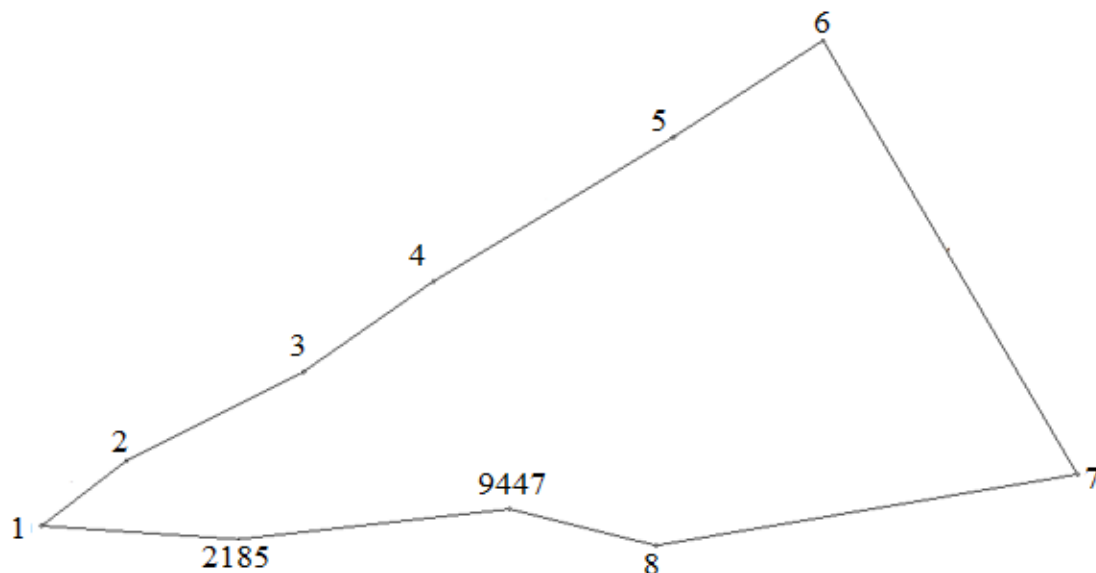


Рисунок 3.1 – Схема теодолітного ходу

Координати вихідних пунктів теодолітного ходу студенти змінюють на  $+0,ij$  (м), де  $ij$  – дві останні цифри залікової книжки. Виміряні горизонтальні кути змінюють на величину  $+j''$ . Горизонтальні прокладання не змінюють.

Для занесення вихідних даних про геодезичне обґрунтування вибирають пункт меню програми «Геодезические расчёты (Теодолитные хода)». У вкладці «Исходные данные» відповідного вікна вводять назви і координати (X, Y, H) вихідних пунктів теодолітного ходу, а також вказують назву журналу, район робіт, дату заповнення журналу, прізвище та ініціали виконавця (рис. 3.2).

До вкладки «Описание станций», що являє собою журнал вимірювань у теодолітному ході, вводять назви пунктів, значення горизонтальних кутів і довжин сторін. У прикладі (рис. 3.3) виміряні горизонтальні кути записані зі знаком «-», тому що вони праві за напрямком ходу.

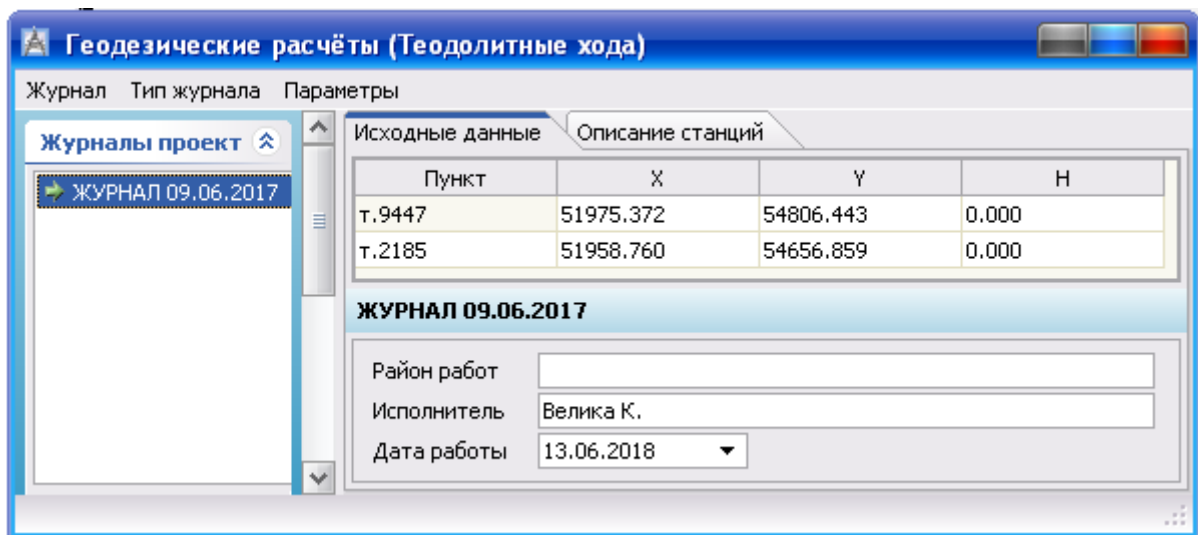


Рисунок 5.2 – Приклад заповнення вихідних даних

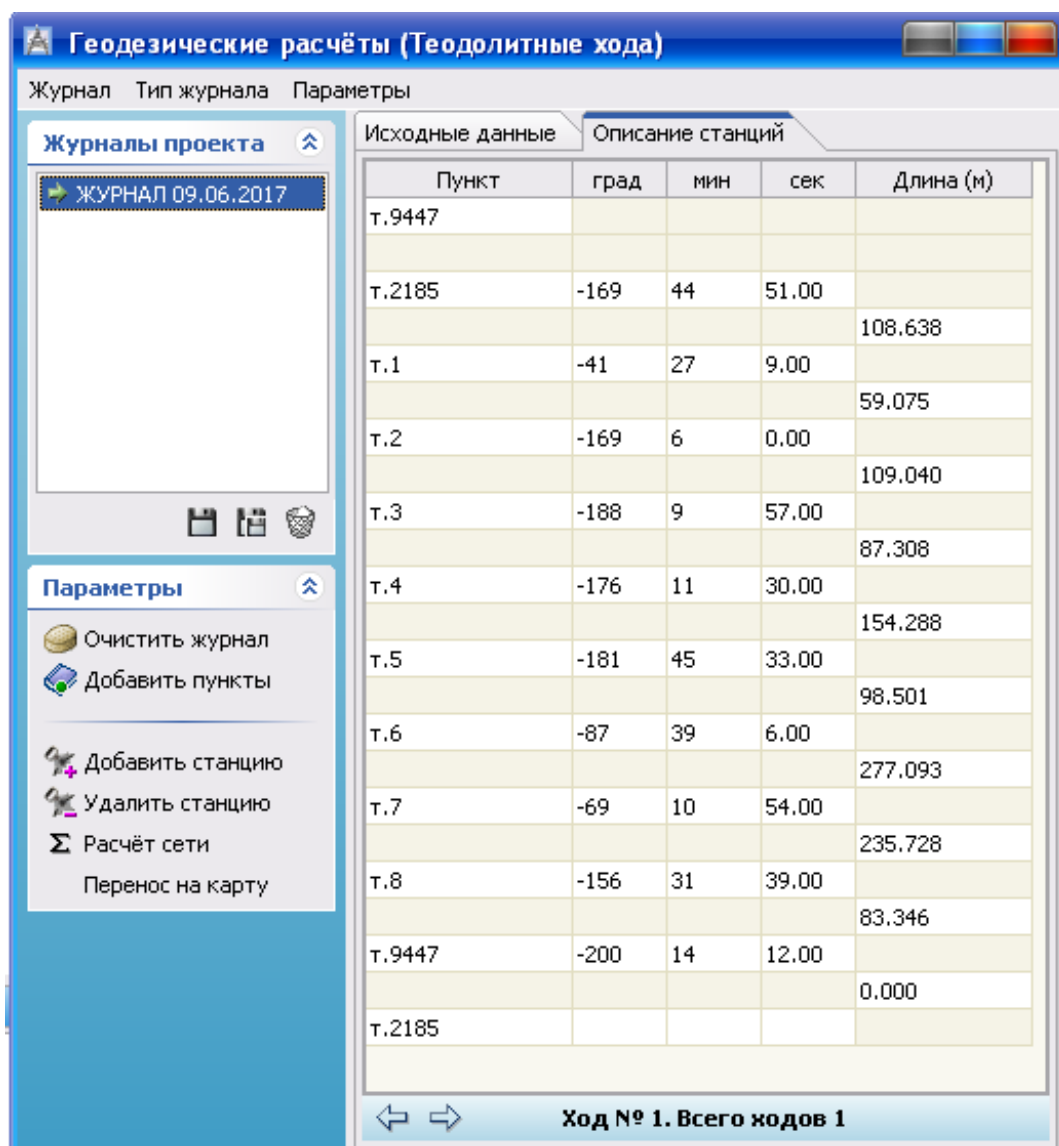


Рисунок 5.3 – Приклад занесення до програми значень кутів і ліній

Після вибору функції «Расчет сети» програма проводить зрівнювання ходу, обчислює координати його пунктів і відображає результати у вкладці «Сведения о расчётах» (рис. 5.4). Якщо кутова нев'язка перевищує допустиму, то вона зазначається червоним кольором.

The screenshot shows the 'Геодезические расчёты (Теодолитные хода)' software interface. The main window displays a table titled 'Ведомость вычислений' (Calculation Register) with the following data:

Пункт	Измеренный угол	Дирекционный угол	Линия (м)	Приращения		Координаты		
				Dx	Dy	X	Y	H
9447	359° 39' 56.00"	263° 19' 45.08"	154.439	-17.940	-153.393	52018.972	54850.043	0.000
1	199° 57' 50.00"	283° 17' 37.36"	150.372	34.577	-146.343	52001.006	54696.666	0.000
2	180° 13' 22.00"	283° 31' 01.63"	226.907	53.036	-220.622	52035.558	54550.339	0.000
3	204° 22' 11.00"	307° 53' 14.90"	100.611	61.786	-79.404	52088.557	54329.742	0.000
4	180° 27' 12.00"	308° 20' 29.18"	103.792	64.387	-81.407	52150.327	54250.349	0.000
5	177° 24' 55.00"	305° 45' 26.45"	85.793	50.133	-69.621	52214.697	54168.953	0.000
6	210° 27' 54.00"	336° 13' 22.72"	101.416	92.808	-40.889	52357.607	54058.463	0.000
7	177° 1' 41.00"	333° 15' 05.99"	103.728	92.628	-46.685	52450.218	54011.789	0.000
8	181° 37' 13.00"	334° 52' 21.27"	148.466	134.416	-63.044	52584.609	53948.762	0.000
9	182° 51' 22.00"	337° 43' 45.54"	96.623	89.415	-36.618	52674.009	53912.153	0.000
10	181° 20' 14.00"	339° 4' 01.81"	110.721	103.413	-39.558	52777.404	53872.608	0.000
11	178° 17' 50.00"	337° 21' 54.08"	115.534	106.635	-44.464	52884.020	53828.156	0.000
12	182° 35' 22.00"	339° 57' 18.36"	98.397	92.437	-33.726	52976.440	53794.440	0.000
213	359° 29' 01.00"	159° 26' 21.63"	0.000	0.000	0.000			0.000

Below the table, the 'Результаты уравнивания' (Adjustment Results) section shows the following values:

Угловая невязка (мин)	-0.530	Невязка в превышениях (м)	0.0000
Доп. угловая невязка (мин)	3.742	Доп. нев. в превышениях (м)	0.0253
Невязка по X (м)	0.264	Длина хода (м) .....	1596.799
Невязка по Y (м)	-0.171	Тип хода .....	разомкнутый
Линейная невязка (м)	0.315		
Относительная невязка	1:5074		

The interface also includes a sidebar with 'Журналы проекта' (Project Journals) and 'Параметры' (Parameters) sections.

Рисунок 5.4 – Відомість зрівнювання та обчислення координат пунктів теодолітного ходу

Для складання звітів за матеріалами обробки теодолітного ходу вибирають функцію «Генератор отчетов». Формують звіти за шаблонами документів «Описание теодолитных ходов», «Ведомость теодолитных ходов» і «Каталог координат» відповідно та зберігають їх у форматі xls.

### Контрольні питання

1. Призначення програми «ГИС Геопроект».
2. Які звіти дозволяє формувати програма «ГИС Геопроект»?
3. Як сформувати звіт у програмі «ГИС Геопроект»?

4. Порядок оброблення геодезичних вимірювань у програмі «ГІС Геопроєкт».

*Література:* [4; 10].

### **Практична робота № 4**

**Тема. Проектування земельних ділянок заданої площі різними способами**

**Мета:** засвоїти прийоми проектування на плані землеустрою земельних ділянок заданої площі способом трикутника і способом трапеції, а також визначення площ земельних ділянок і розрахунку їх точності.

**Прилади й обладнання:** мікрокалькулятор.

#### **Короткі теоретичні відомості**

Проектування ділянки обернене до обчислення її площі. Для проектування визначають розташування ліній, які обмежують фігуру на плані, відповідно до заданої площі. Часто проектують методом послідовних наближень, коли попередньо визначають межу ділянки заданої площі, потім обчислюють цю площу та проектують недостатню чи надлишкову площу відносно заданої.

Різницю площі проектують трикутником або трапецією залежно від умов, які висувають до напрямку проектної лінії. Проектування земельних ділянок на планах виконують прямою лінією, що проходить через задану точку або прямою лінією заданого напрямку.

Під час *проектування трикутником* через т. С (рис. 4.1) проводять проектну лінію CD так, щоб площа виділеної ділянки ABCD дорівнювала заданій площі  $P$ . Для цього спочатку в довільному напрямку проводять лінію  $CD_1$ . Обчислюють аналітичним способом площу  $P_1$  виділеної ділянки  $ABCD_1$  за графічно знятими з плану координатами поворотних точок меж цієї ділянки. Приклад оформлення результатів обчислення площі земельної ділянки аналітичним способом наведено у табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Визначення аналітичним способом площі ділянки ABCD<sub>1</sub>

Номер точки	X <sub>i</sub>	Y <sub>i</sub>	Y <sub>i</sub> (X <sub>i-1</sub> - X <sub>i+1</sub> )	X <sub>i</sub> (Y <sub>i+1</sub> - Y <sub>i-1</sub> )
A	300	100	-40000	-90000
B	700	150	-60000	245000
C	700	450	180000	210000
D <sub>1</sub>	300	450	180000	-105000
2P	-	-	260000	260000

Обчислюють різницю площ за формулою:

$$\Delta P = P_1 - P. \quad (4.1)$$

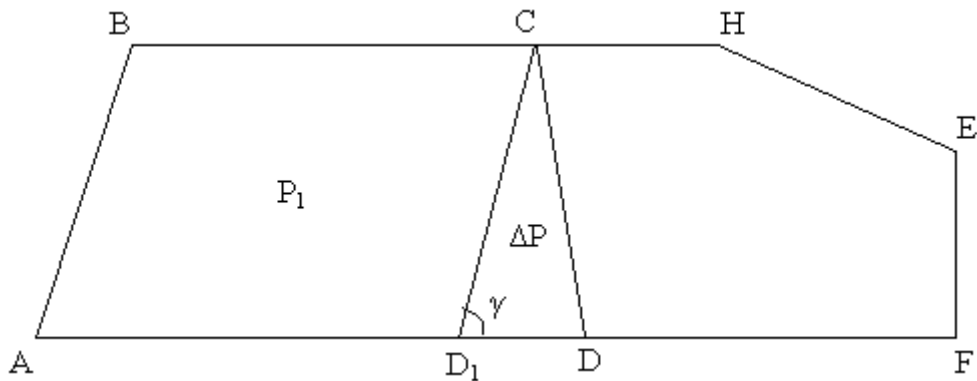


Рисунок 4.1 – Схема проектування трикутником

Якщо значення  $\Delta P$  має знак « - », то це означає, що ділянку ABCD<sub>1</sub> потрібно збільшити на величину  $\Delta P$ . Для цього необхідно знайти довжину основи D<sub>1</sub>D трикутника D<sub>1</sub>CD, яку визначить положення на плані т. D, за формулою:

$$D_1D = \frac{2\Delta P}{CD_1 \sin \gamma}. \quad (4.2)$$

Довжину відрізка CD<sub>1</sub> знаходять графічно або аналітично за формулою:

$$CD_1 = \sqrt{(x_c - x_{D_1})^2 + (y_c - y_{D_1})^2}. \quad (4.3)$$

Кут  $\gamma$  обчислюють як різницю дирекційних кутів напрямків AD<sub>1</sub> і D<sub>1</sub>C або визначають графічно за допомогою транспортира. Для знаходження т. D відкладають відрізок D<sub>1</sub>D на лінії AF вправо від т. D<sub>1</sub>, якщо  $\Delta P$  має знак «-», або вліво, якщо  $\Delta P$  має знак «+». Площа утвореної ділянки ABCD має відрізнятись від заданої площі P не більше, ніж на 1/200 цієї площі.



Під час проектування трапецією із ділянки ABCDEF (рис. 4.2) виділяють ділянку заданої площі  $P$  прямою лінією NM, яка має заданий напрямок. У такому разі лінія NM має бути паралельна лінії AB. Спочатку «на око» виділяють ділянку  $ABN_1M_1$ , для якої аналітично визначають площу  $P_1$ .

Обчислюють різницю площ  $\Delta P$ . Якщо вона має знак « $\rightarrow$ », то виділену ділянку  $ABN_1M_1$  збільшують переміщенням лінії  $N_1M_1$  паралельно самій собі праворуч. Тоді утворюється трапеція  $M_1N_1NM$ , для побудови якої визначають довжину лінії  $M_1N_1$  ( $d$ ) і обчислюють висоту трапеції  $h$  за формулою:

$$h = \frac{\Delta P}{d}. \quad (4.4)$$

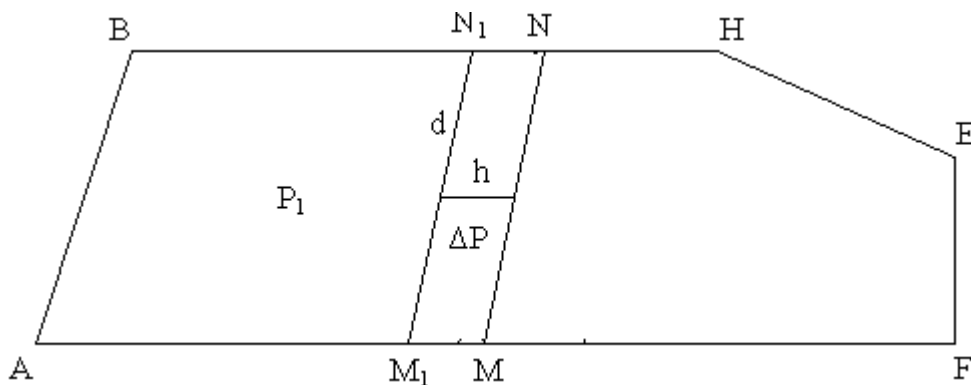


Рисунок 4.2 – Схема проектування трапецією

Висоту  $h$  відкладають на плані перпендикулярно до лінії  $M_1N_1$ . Проводять лінію MN (паралельно  $M_1N_1$ ), яка визначить межу новоутвореної ділянки заданої площі  $P$ .

Площі земельних ділянок на планах визначають графічним способом, за лінійними та кутівими величинами, виміряними на місцевості, механічним або аналітичним способами.

Для визначення площ ділянок різної конфігурації (рис. 4.3) графічним способом і за результатами вимірянних ліній та кутів на місцевості застосовують формули геометрії та тригонометрії. Площу складної ділянки отримують як суму площ окремих простих фігур, що її утворюють (трикутників, прямокутників, трапецій), обчислених висотою і основою.

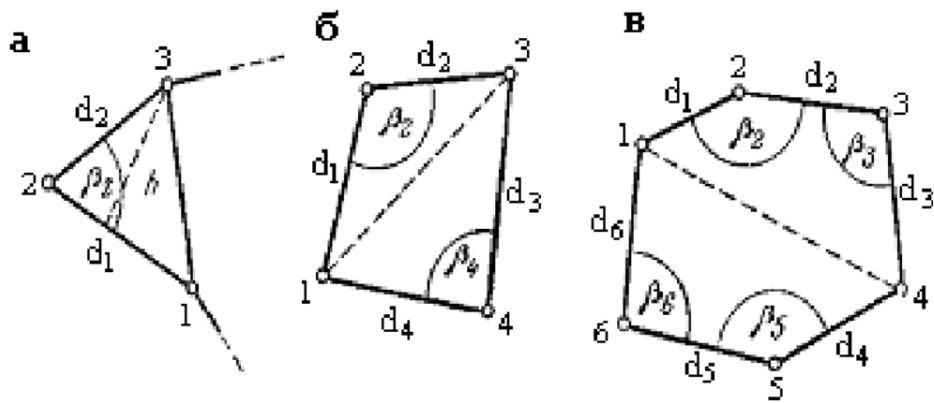


Рисунок 4.3 – Форми земельних ділянок

У трикутнику (рис 4.3, а) площу визначають за формулою:

$$S = \frac{1}{2} d_1 \cdot d_2 \cdot \sin \beta_2, \quad (4.5)$$

де  $d_1$  і  $d_2$  – виміряні сторони;  $\beta_2$  – вимірний горизонтальний кут.

У чотирикутнику (рис 4.3, б) площу обчислюють за формулою:

$$S = \frac{1}{2} (d_1 \cdot d_2 \cdot \sin \beta_2 + d_3 \cdot d_4 \cdot \sin \beta_4), \quad (4.6)$$

де  $d_1, d_2, d_3, d_4$  – виміряні сторони;  $\beta_2, \beta_4$  – виміряні горизонтальні кути.

У шестикутнику (рис 4.3, в) площу обчислюють за формулою:

$$S = \frac{1}{2} \left( d_1 \cdot d_2 \cdot \sin \beta_2 + d_2 \cdot d_3 \cdot \sin \beta_3 + d_3 \cdot d_5 \cdot \sin(\beta_2 + \beta_3 - 180^\circ) + \right. \\ \left. d_4 \cdot d_5 \cdot \sin \beta_5 + d_5 \cdot d_6 \cdot \sin \beta_6 + d_4 \cdot d_6 \cdot \sin(\beta_5 + \beta_6 - 180^\circ) \right), \quad (4.7)$$

де  $d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6$  – виміряні сторони;  $\beta_2, \beta_4, \beta_5, \beta_6$  – виміряні кути.

Графічний спосіб визначення площ полягає у обчисленні площі геометричної фігури як функції її елементів (висоти, сторони, основи), виміряних на плані за допомогою циркуля-вимірювача і масштабної лінійки. Площі елементарних геометричних фігур, на які поділяють земельну ділянку, визначають за формулами (4.5–4.7) або іншими простими відомими з геометрії формулами визначення площ квадрата, прямокутного трикутника, рівностороннього трикутника, ромба та ін [9].

Для визначення площ ділянок за вимірюваннями на місцевості у формули (4.5–4.7) підставляють значення кутів і довжин ліній, отриманих унаслідок безпосереднього вимірювання на місцевості.

Механічним способом площа ділянки визначається за допомогою планіметра або палетки. Площу одного квадрата палетки  $C$  обчислюють за формулами [6]:

$$\left. \begin{array}{l} C_{\text{кв.м}} = \frac{a^2_{\text{мм}} \cdot M^2}{10^6} \\ C_{\text{за}} = \frac{a^2_{\text{мм}} \cdot M^2}{10^{10}} \\ C_{\text{кв.км}} = \frac{a^2_{\text{мм}} \cdot M^2}{10^{12}} \end{array} \right\}, \quad (4.8)$$

де  $M$  – знаменник масштабу карти;  $a$  – сторона квадрата.

Аналітичним способом за координатами межових точок площу земельної ділянки обчислюють за формулою [2]:

$$2 \cdot S = \sum_{i=1}^n x_i \cdot (y_{i+1} - y_{i-1}) = \sum_{i=1}^n y_i \cdot (x_{i-1} - x_{i+1}), \quad (4.9)$$

де:  $x_i, y_i$  – координати  $i$ -ї поворотної точки межі земельної ділянки;  $n$  – кількість вершин поворотів межі.

### Завдання до теми

**Завдання 4.1.** Запроектувати земельну ділянку ABCD заданої площі способом трикутника на аркуші міліметрового паперу у масштабі 1:5000.

**Завдання 4.2.** Запроектувати земельну ділянку ABNM заданої площі способом трапеції на аркуші міліметрового паперу у масштабі 1:5000.

**Завдання 4.3.** Визначити площу земельної ділянки ABCD різними способами: графічним, за лінійними вимірюваннями на місцевості, механічним (палеткою), аналітичним і розрахувати її точність. Для кожного способу визначити абсолютні і відносні похибки визначення площ. Порівняти фактичні відносні похибки з допустимою. Площу ділянки та абсолютну середню квадратичну похибку площі визначити з точністю 0,01 м<sup>2</sup>.

**Вихідні дані:** проектна площа земельної ділянки  $P$ , яку задає викладач.

Середню квадратичну похибку площі ділянки, що має форму трикутника, визначену графічним способом, обчислюють за формулою:

$$m_{P_{mp}} = \pm \frac{m_s}{2} \sqrt{h^2 + a^2}, \quad (4.10)$$

де  $a$ ,  $h$  – відповідно основа і висота трикутника;  $m_s$  – точність вимірювання довжин ліній на плані, яка визначається графічною точністю плану.

Середню квадратичну похибку площі ділянки, що має форму прямокутника, паралелограма або трапеції, обчислюють за формулою:

$$m_{P_{прям}} = \pm m_s \sqrt{s_1^2 + s_2^2}, \quad (4.11)$$

де  $s_1$ ,  $s_2$  – відповідно основа і висота прямокутника, паралелограма або трапеції.

Відносну похибку площі обчислюють за формулою:

$$\frac{1}{T} = \frac{2m_p}{p}. \quad (4.12)$$

де  $p$  – площа земельної ділянки (фігури).

Ця похибка не повинна перевищувати  $\frac{1}{1000}$  [9]. Для цього і всіх інших способів порівнюють знайдену відносну похибку з допустимою відотною похибкою площі та роблять висновок стосовно якості визначення площі.

Для визначення площ ділянок за вимірюваннями на місцевості їх точність оцінюють з урахуванням точності лінійних і кутових вимірювань. У цій роботі беруть  $m_s = (3+3 \cdot 10^{-6} \cdot D)$  мм (точність вимірювання ліній на місцевості електронним тахеометром GTS239N).

Середню квадратичну похибку визначення площі ділянки ABCD механічним способом (палеткою) обчислюють за формулою [6]:

$$m_p = 0,03 \frac{M}{10000} \sqrt{P}. \quad (4.13)$$

де  $M$  – знаменник числового масштабу плану.

Середню квадратичну похибку  $m_p$  визначення площі  $P$  ділянки ABCD аналітичним способом за координатами  $x_i$ ,  $y_i$  її межових точок обчислюють за формулою [2]:

$$m_p^2 = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^n \left[ (y_{i+1} - y_{i-1})^2 + (x_{i-1} - x_{i+1})^2 \right] m_{k_i}^2, \quad (4.14)$$

де  $i$  – номер межової точки ділянки з координатами  $x_i, y_i$ ;  $n$  – кількість межових точок ділянки;  $m_{ki} = m_{xi} = m_{yi}$  – середня квадратична похибка визначення координат межових точок, яка переважно визначається графічною точністю плану.

### **Контрольні питання**

1. Сутність і порядок проектування земельної ділянки трикутником.
2. Сутність і порядок проектування земельної ділянки трапецією.
3. Порядок визначення площі ділянки аналітичним способом.
4. Вимоги до точності площ ділянок землекористувань.
5. Розрахунок точності площ земельних ділянок, визначених різними способами.

**Література:** [2, с. 52–60; 6, с. 57–89; 7, с. 9–14; 9, с. 37–69; 10].

### **Практична робота № 5**

**Тема.** Підготовка розмічувальних геодезичних даних і складання розмічувального креслення для перенесення в натуру меж земельної ділянки

**Мета:** засвоїти методику підготовки розмічувальних геодезичних даних для перенесення в натуру меж земельної ділянки різними способами, навчитися складати розмічувальне креслення.

**Прилади й обладнання:** мікрокалькулятор.

#### **Короткі теоретичні відомості**

Розмічуванням об'єкта або перенесенням його проекту в натуру називають геодезичні роботи, які виконують на місцевості для визначення планового і висотного положення характерних його точок і площин.

За сутністю та змістом розмічувальні роботи протилежні зніманню. Геодезичною основою в розмічувальних роботах є розмічувальні геодезичні мережі та характерні точки чітких контурів. Розмічувальні елементи (*кути, відстані*) знаходять аналітичним, графічним або графоаналітичним методами.

Залежно від особливостей проекту землеустрою, вимог до точності і умов вимірювання розмічування меж земельних ділянок виконують способами: полярних координат; прямокутних координат; кутової, лінійної чи створної засічок; проектного теодолітного ходу (проектного полігону). Проект земельної ділянки переноситься на місцевість за даними розмічувального креслення.

Положення на місцевості проектної точки *C* способом полярних координат визначається відкладанням полярного кута  $\beta$  і полярної відстані  $l$  (рис. 5.1). Розмічувальні елементи  $\beta$  і  $l$  найчастіше визначають аналітичним методом через розв'язання обернених геодезичних задач по лініях *AB* і *AC* за відомими координатами опорних точок *A* і *B* і проектними координатами т. *C*:

$$\beta = \alpha_{AB} - \alpha_{AC} = \arctg \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} - \arctg \frac{y_C - y_A}{x_C - x_A}; \quad l_{AC} = \frac{y_C - y_A}{\sin \alpha_{AC}} = \frac{x_C - x_A}{\cos \alpha_{AC}}. \quad (5.1)$$

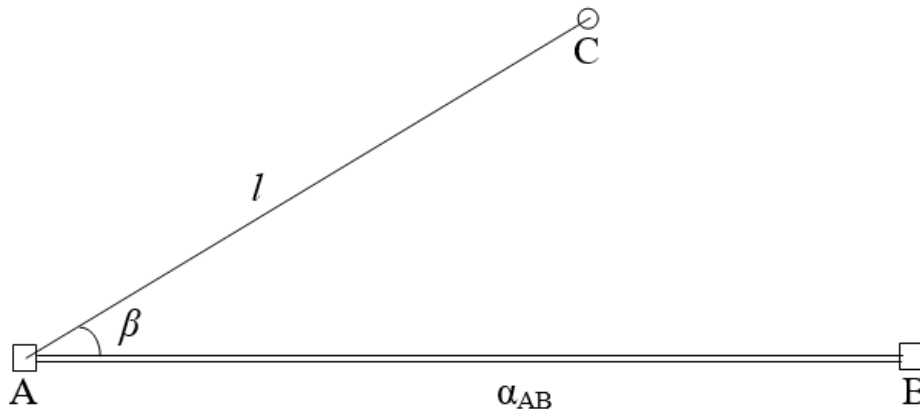


Рисунок 5.1 – Схема розмічування способом полярних координат

Спосіб прямокутних координат найчастіше застосовують, коли розмічувальною геодезичною основою є будівельна сітка [3], яку створюють на місцевості у вигляді квадратів (прямокутників) зі сторонами 100 або 200 м, або сторони теодолітного ходу віддалені від проектних точок не більше ніж на 10 м. Розмічувальними елементами (рис. 5.2) слугують відрізки  $\Delta x$  і  $\Delta y$ , які відкладають уздовж сторін сітки.

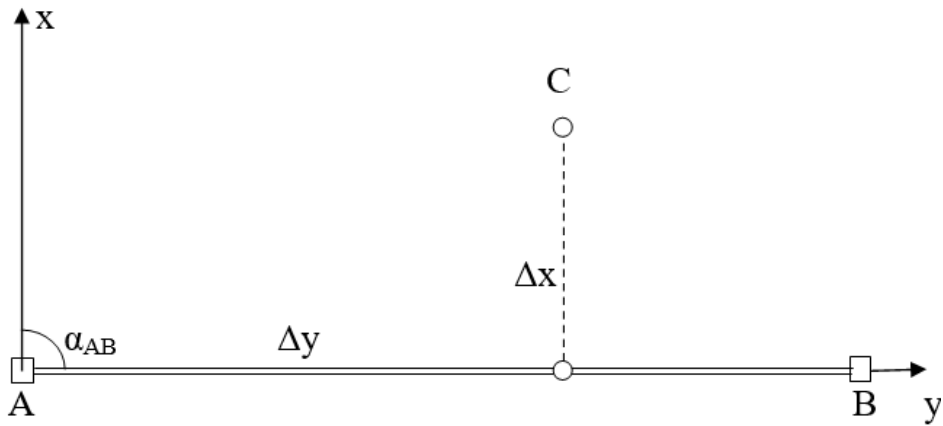


Рисунок 5.2 – Схема розмічування способом прямокутних координат

Спосіб прямої кутової засічки застосовують тоді, коли проектні точки знаходяться на значній відстані від пунктів розмічувальної основи або коли умови місцевості ускладнюють виконання безпосередніх лінійних побудов.

Сутність розмічування способом кутової засічки полягає в тому, що на опорних точках установлюють теодоліти і одночасно відкладають від базису проектні кути  $\beta_1$  і  $\beta_2$  (рис. 5.3). На перетині напрямків, утворених цими кутами, фіксують на місцевості проектну точку С.

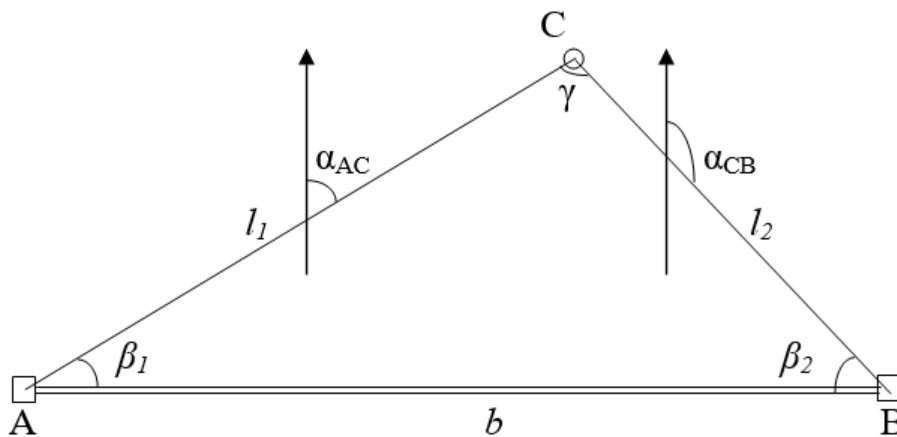


Рисунок 5.3 – Схема розмічування способом кутової засічки

Проектні кути  $\beta_1$  і  $\beta_2$  одержують як різницю дирекційних кутів, які знаходять з розв'язання обернених геодезичних задач:

$$\beta_1 = \alpha_{AB} - \alpha_{AC}; \beta_2 = \alpha_{BC} - \alpha_{BA}. \quad (5.2)$$

У способі лінійної засічки проектні точки С і D відшуковують на місцевості перетином відрізків  $l_1, l_2, l_3, l_4$ , що відкладають з кінців базису (рис. 5.4).

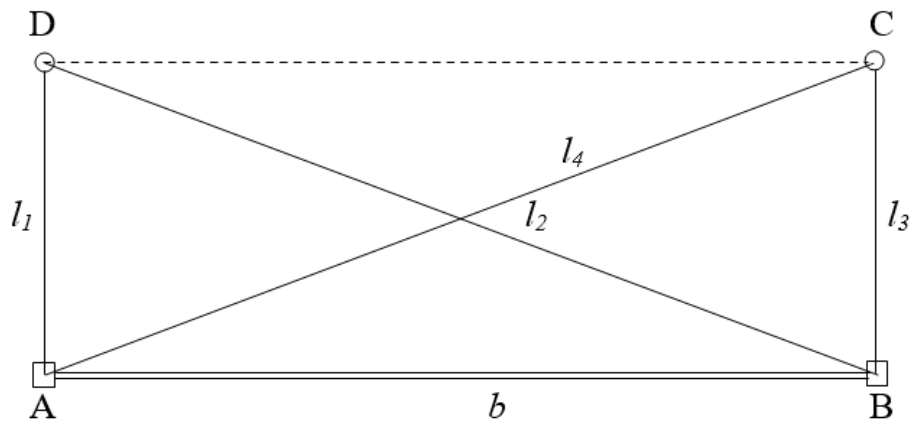


Рисунок 5.4 – Схема розмічування способом лінійної засічки

Спосіб лінійної засічки доцільно використовувати на забудованій території із застосуванням двох мірних сталевих рулеток. При цьому кути трикутників  $ABP$  і  $ABC$  не мають бути меншими  $30^\circ$ .

Положення проектної точки  $C$  на місцевості *способом створної засічки* відшукується перетином двох створів, які одержують одночасно двома теодолітами, установленими в точках розмічувальної основи 1, 2 (рис. 5.5). Створна засічка часто застосовується під час розмічування проектних споруд, коли створи паралельні будівельним осям і перетинаються під прямим кутом.

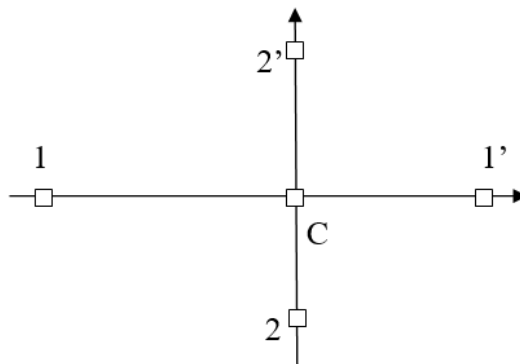


Рисунок 5.5 – Схема розмічування способом створної засічки

*Спосіб проектного теодолітного ходу (проектного полігону)* використовується для перенесення в натуру проектів землекористувань великих за площею і складної форми. Для цього на проектному плані між пунктами вихідної геодезичної основи проектується замкнений теодолітний хід (полігон) так, щоб він містив усі точки проектної ділянки.



*Розмічувальне креслення* – це схематичне креслення, на якому показують елементи проектного плану (проектні точки, осі, проектні розміри), елементи розмічувальної геодезичної основи (геодезичні мережі, окремі пункти, довжини сторін і дирекційні кути) та значення розмічувальних елементів для перенесення в натуру кожної проектної точки об'єкта землеустрою.

### **Завдання до теми**

**Завдання 5.1.** Для перенесення в натуру точок повороту проектного контуру земельної ділянки, зображеного на проектному плані землеустрою, визначити графоаналітичним методом розмічувальні елементи. Застосувати способи: полярних координат, прямокутних координат, кутової засічки, лінійної засічки, створної засічки.

**Завдання 5.2.** За результатами завдання 5.1 скласти розмічувальне креслення для перенесення в натуру меж запроектованої земельної ділянки.

**Вихідні дані:** проектний план земельної ділянки у масштабі 1:5000 з нанесеними на ньому точками розмічувальної геодезичної основи (теодолітного ходу), що видає студенту викладач.

На копії проектного плану складають схему розмічувальних елементів. Для цього з усіх точок проектного контуру земельної ділянки олівцем виконують необхідні допоміжні графічні побудови (перпендикуляри та засічки, залежно від вибраного способу розмічування проектної точки); уводять додаткові позначення ( $\beta$ ,  $d$ ,  $l$ ). Графічним методом (за допомогою циркуля-вимірника та масштабної лінійки) визначають координати поворотних точок ділянки. Виконують необхідні аналітичні розрахунки (розв'язують обернені геодезичні задачі тощо) для знаходження значень розмічувальних елементів.

На міліметровому папері у масштабі 1:5000 складають розмічувальне креслення, на якому позначають точки знімальної основи, точки повороту меж земельної ділянки, значення розмічувальних елементів (горизонтальних і дирекційних кутів, довжин ліній). Приклад розмічувального креслення показаний на рис. 5.7.

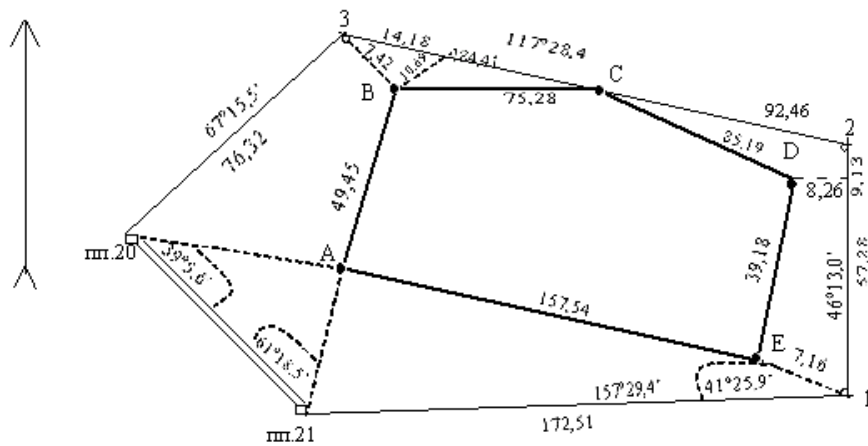


Рисунок 5.7 – Розмічувальне креслення перенесення в натуру меж земельної ділянки

### Контрольні питання

1. Призначення та завдання геодезичних розмічувальних робіт.
2. Що слугує розмічувальною геодезичною основою для перенесення проектів землеустрою на місцевість?
3. Розмічувальні елементи планових розмічувальних робіт.
4. Способи виконання розмічувальних робіт.

**Література:** [3, с. 153–163; 7, с. 15–20; 8, с. 64–78; 9, с. 70–88; 10].

### Практична робота № 6

**Тема. Розрахунок очікуваних помилок розмічування на місцевості точок проектного контуру земельної ділянки**

**Мета:** засвоїти порядок розрахунку точності розмічувальних робіт для перенесення на місцевість меж запроєктованих об'єктів землеустрою.

**Прилади й обладнання:** мікрокалькулятор.

#### Короткі теоретичні відомості

Точність розмічувальних робіт характеризується середньою квадратичною похибкою побудови на місцевості проектної точки.

Точність перенесення проекту на місцевість виражається формулою [3]:

$$m = \sqrt{m_{e.o.}^2 + m_p^2 + m_{\phi}^2}, \quad (6.1)$$

де:  $m_{\text{в.д}}$  – середня квадратична похибка вихідних даних (координат суміжних пунктів розмічувальної мережі);  $m_p$  – середня квадратична похибка розмічувальних робіт;  $m_\phi$  – середня квадратична похибка фіксації проектної точки на місцевості.

Похибка фіксації розмічуваних точок визначається методом центрування візирних цілей. Застосування оптичних центрирів і кернів надає можливість досягти точності фіксації до 1 мм. Похибка розмічування залежить від способу та схеми розмічування. Очікувані величини цієї похибки отримують за відомими геометричними співвідношеннями.

Середню квадратичну помилку  $m_{\text{пол}}$  побудови на місцевості точки способом полярних координат обчислюють за формулою [3]:

$$m_{\text{пол}} = \sqrt{m_{\text{в.д}}^2 + m_d^2 + \left(\frac{m_\beta}{\rho}\right)^2 d^2 + \left[1 + \left(\frac{1}{S}\right)^2 - \frac{1}{S} \cos \beta\right] m_d^2 + m_\phi^2}, \quad (6.2)$$

де  $m_d$  – середня квадратична похибка відкладання полярної відстані;  $m_\beta$  – середня квадратична помилка побудови проектного полярного кута;  $m_\phi$  – середня квадратична помилка фіксації проектної точки;  $\beta$  – полярний кут;  $d$  – відстань від точки розмічувальної основи до проектної точки (полярна відстань);  $S$  – відстань до сусіднього пункту розмічувальної основи.

Середню квадратичну помилку побудови на місцевості точки способом прямокутних координат (перпендикулярів)  $m_{\text{нк}}$  обчислюють за формулою [5]:

$$m_{\text{нк}} = \sqrt{m_{\text{в.д}}^2 + \left(\frac{m_1}{d_1}\right)^2 d_1^2 + \left(\frac{m_2}{d_2}\right)^2 d_2^2 + \left(\frac{m_\beta}{\rho}\right)^2 d_2^2 + \left[1 + \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2\right] e^2 + m_\phi^2}, \quad (6.2)$$

де  $d_1, d_2$  – довжини перпендикулярів, що відкладаються;  $\frac{m_1}{d_1}, \frac{m_2}{d_2}$  – відносні середні квадратичні похибки відкладання перпендикулярів;  $e$  – величина лінійних елементів центрування тахеометра та редуції візирних марок.

Для підвищення точності побудови проектної точки цим способом необхідно, щоб відрізок  $d_1$ , що відкладається вздовж лінії розмічувальної основи, був більшим за перпендикуляр  $d_2$ .

Середню квадратичну помилку  $m_{кз}$  побудови проектної точки  $C$  способом прямої кутової засічки обчислюють за формулою [3]:

$$m_{кз} = \frac{m_{\beta}}{\rho} \cdot b \sqrt{\frac{\sin^2 \beta_1 + \sin^2 \beta_2}{\sin^4(\beta_1 + \beta_2)} + m_{\phi}^2 + 2 \cdot m_{в.д.}^2}, \quad (6.3)$$

де  $m_{\beta}$  – середня квадратична похибка побудови на місцевості кутів  $\beta_1$  і  $\beta_2$ ;  $b$  – відстань між пунктами розмічувальної геодезичної основи.

Точність положення проектної точки на місцевості способом лінійної засічки характеризується середньою квадратичною помилкою  $m_{лз}$ , яку обчислюють за формулою [3]:

$$m_{лз} = \sqrt{2 \cdot m_{в.д.}^2 + \frac{2 \cdot m_d^2}{\sin^2 \beta} + m_{\phi}^2}, \quad (6.4)$$

де:  $m_d$  – середня квадратична помилка побудови відрізків засічки  $d_1$  і  $d_2$ ,  $\beta$  – кут, утворений засічкою.

Середню квадратичну помилку побудови точки способом створної засічки можна обчислити за формулою [5]:

$$m_{сз} = \sqrt{2 \cdot m_{в.д.}^2 + e^2 \left[ \left( \frac{S-d}{S} \right)^2 + \left( \frac{d}{S} \right)^2 \right] + m_{\phi}^2}, \quad (6.5)$$

де:  $d$  – відстань від опорної точки до розмічуваної точки;  $S$  – відстань між сусідніми опорними точками.

### Завдання до теми

Розрахувати середні квадратичні помилки побудови проектних точок (поворотних точок меж земельних ділянок проекту землеустрою) на місцевості способами: полярних координат, кутової засічки, якщо розмічування виконувалось електронним тахеометром GTS239N, прямокутних координат, лінійної засічки, створної засічки, якщо застосовувалася сталева рулетка УЗК50. При цьому  $m_{\beta} = 9''$ ,  $m_{в.д.} = 0,05$  м,  $m_{\phi} = 0,001$  м,  $e = 0,001$  м (із застосуванням електронного тахеометра);  $m_d = 0,025$  м,  $m_{в.д.} = 0,05$  м,  $m_{\phi} = 0,001$  м,  $e = 0,001$  м,  $\frac{m_1}{d_1} = \frac{m_2}{d_2} = \frac{1}{2000}$  (із застосуванням рулетки). Похибку відкладання

полярної відстані електронним тахеометром беруть як похибку вимірювання довжин ліній  $m_d = 3 \text{ мм} + 3 \text{ мм} D \cdot 10^{-6}$ . Усі інші необхідні для розрахунку величини вибрати з розмічувального креслення (практична робота № 5).

**Вихідні дані:** проектний план землеустрою, координати пунктів проектного теодолітного ходу, розмічувальне креслення.

### **Контрольні питання**

1. Розрахунок точності розмічування способом створної засічки.
2. Розрахунок точності розмічування способом кутової засічки.
3. Розрахунок точності розмічування способом лінійної засічки.
4. Розрахунок точності розмічування способом перпендикулярів.
5. Розрахунок точності розмічування способом полярних координат.

**Література:** [3, с. 152–163; 5, с. 285–288; 10].

### **Практична робота № 7**

**Тема. Розв’язання геодезичних і землевпорядних задач у програмному комплексі «Delta/Digitals»**

**Мета:** засвоїти порядок обробки результатів польових геодезичних вимірювань у програмному комплексі «Delta/Digitals».

**Прилади й обладнання:** комп’ютерна програма «Delta/Digitals».

### **Короткі теоретичні відомості**

Програмний комплекс «Delta/Digitals» призначений для створення, редагування і перегляду топографічних і спеціальних цифрових карт і планів, ведення міського кадастру та розв’язання інженерних, прикладних та інших задач геодезії, картографії, землеустрою та земельного кадастру. Зокрема, можливості програмного комплексу «Delta/Digitals» дозволяють виконувати математичну обробку результатів теодолітного і тахеометричного знімання, геодезичних засічок, формувати обмінні файли, виконувати розпаювання земель, моделювати будівлі у 3D, заповнювати бази даних для кожного об’єкта, створювати звіти, експлікації графічних і текстових документів, проводити автоматичний підрахунок площ ділянок.

## Завдання до теми

У програмному модулі «Geodesy» обробити результати прокладання теодолітного ходу і тахеометричного знімання, скласти і роздрукувати звіт.

**Вихідні дані.** Схема теодолітного ходу (рис. 7.1), координати і висоти вихідних пунктів (ПП26 і ПП33) та дирекційні кути вихідних сторін (табл. 7.1), результати польових геодезичних вимірювань у розімкненому і висячому теодолітних ходах, виконаних електронним тахеометром, – значення правих горизонтальних кутів у розімкненому ході, лівого кута у висячому ході та довжини сторін (табл. 7.2), результати тахеометричного знімання поворотних точок межі земельної ділянки – значення горизонтальних кутів, горизонтальні прокладання до пікетів і перевищення (табл. 7.3).

Координати вихідних пунктів ПП25 і ПП34 визначити методом ров'язання прямої геодезичної задачі за відомими формулами.

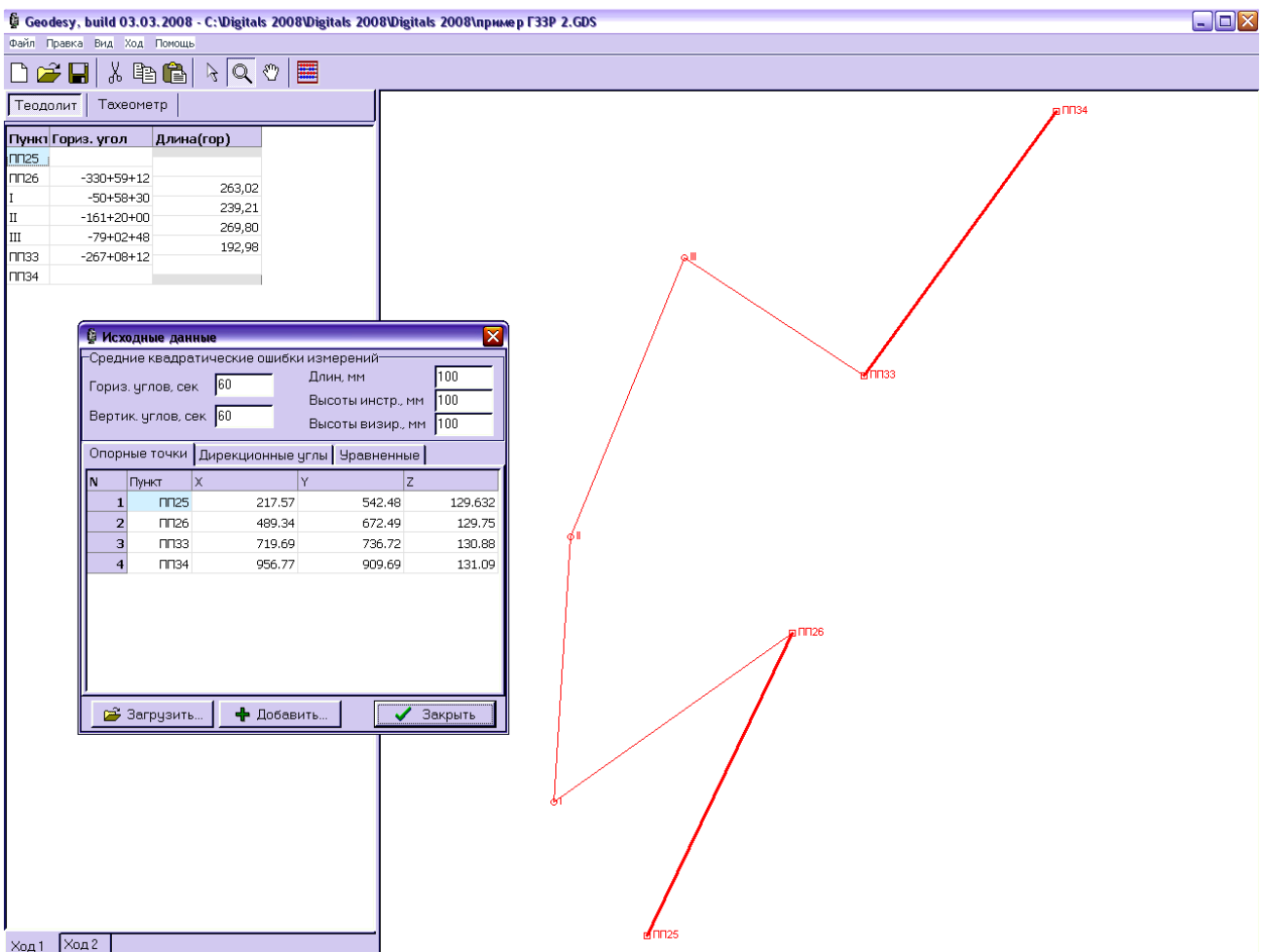


Рисунок 7.1 – Видяг робочого екрана модуля «Geodesy» після введення вихідних даних теодолітного ходу

Таблиця 7.1 – Координати і висоти вихідних пунктів та дирекційні кути вихідних ліній

Номер варіанта	Дирекційні кути базисних сторін		Координати вихідних пунктів, м		Позначки, м		
	$\alpha_{25-26}$	$\alpha_{33-34}$	$X_{33}$	$Y_{33}$	$H_{26}$	$H_{33}$	$H_{IV}$
1	132°28,5'	143°01,3'	360,89	874,20	73,582	74,712	77,122
2	148°31,0'	159°03,8'	310,15	830,86	79,422	80,552	82,962
3	185°12,4'	195°45,2'	251,03	692,42	80,343	81,473	83,883
4	202°28,3'	213°01,1'	255,71	621,47	79,548	80,678	83,088
5	234°14,8'	244°47,6'	318,07	505,59	76,324	77,454	79,864
6	253°29,7'	264°02,5'	382,67	458,46	91,848	92,978	95,388
7	274°12,5'	284°45,3'	465,26	434,56	89,934	91,064	93,474
8	302°18,2'	312°51,0'	580,15	451,26	85,432	86,562	88,972
9	343°17,5'	353°50,3'	702,99	565,06	86,848	87,978	90,388
10	355°43,8'	366°16,6'	721,12	613,60	79,324	80,454	82,864
11	208°54,3'	219°27,1'	264,51	591,02	75,458	76,588	78,998
12	102°43,5'	113°16,3'	477,92	911,36	77,321	78,451	80,861
13	98°24,4'	108°57,2'	495,93	911,54	76,832	77,962	80,372
14	76°32,5'	87°05,3'	584,49	891,89	83,741	84,871	87,281
15	85°43,4'	96°16,2'	548,26	904,26	85,323	86,453	88,863
16	68°25,8'	78°58,6'	614,49	876,27	71,583	72,713	75,123
17	54°38,7'	65°11,5'	659,44	840,58	74,389	75,519	77,929
18	93°25,5'	103°58,3'	516,67	910,06	76,427	77,557	79,967
19	121°34,4'	132°07,2'	401,36	894,86	79,748	80,878	83,288
20	132°52,2'	143°25,0'	359,50	873,31	81,235	82,365	84,775

Примітки: 1) номер варіанта відповідає номеру прізвища студента у списку групи; 2) координати пункту ПП26 (для всіх варіантів):  $X_{26} = 489,34$  м,  $Y_{26} = 672,49$  м; 3) довжини вихідних сторін (для всіх варіантів):  $d_{25-26} = 301,267$  м,  $d_{33-34} = 293,472$  м.

Таблиця 7.2 – Результати вимірювань у теодолітних ходах

Номер пункту	Вимірний горизонтальний кут	Довжина сторони (горизонтальне прокладання), м
ПП 26	330°59'12"	263,020
I	50°58'30"	
II	161°20'00"	239,210
III	79°02'48"	269,800
ПП33	267°08'12"	192,980

Таблиця 7.3 – Виписка з тахеометричного журналу

Номер точки	Відліки за горизонтальним кругом	МО	Висота приладу, м	Висота наведення, м	Горизонтальне прокладання, м	Перевищення, м	Позначка станції, м
1	2	3	4	5	6	7	8
Станція ПП26							129,750+i,j
I	0°00'00"	0'00"					
1	57°50'00"	0'00"	1,50	1,50	111,20	-0,10	
2	140°05'00"	0'00"	1,50	1,50	61,08	+0,259	
3	181°10'00"	0'00"	1,50	1,50	66,00	+0,587	
4	217°17'40"	0'00"	1,50	1,50	131,20	+1,011	
5	222°35'50"	0'00"	1,50	1,50	237,60	+1,851	
Станція IV							133,290+i,j
ПП 33	0°00'00"	0'00"					
6	6°51'30"	0'00"	1,55	1,55	100,70	-0,784	
7	12°35'10"	0'00"	1,55	1,55	133,30	-0,835	
8	25°55'30"	0'00"	1,55	1,55	135,60	-0,775	
9	27°45'50"	0'00"	1,55	1,55	176,90	-0,817	
10	28°01'30"	0'00"	1,55	1,55	275,50	-0,727	
Станція ПП 33							130,880+i,j
III	0°00'00"	0'00"	1,60	1,60			
11	179°30'50"	0'00"	1,60	1,60	128,175	+0,832	
12	189°24'00"	0'00"	1,60	1,60	46,818	+0,231	
13	287°56'00"	0'00"	1,60	1,60	101,989	-0,697	
14	315°12'00"	0'00"	1,60	1,60	167,951	-1,336	

Примітка: i,j – дві останні цифри номера залікової книжки студента.

У новому проекті модуля «Geodesy» вихідні дані пунктів (ПП25, ПП26 і ПП33, ПП34) безпосередньо вводять у програму, використовуючи команду «Ход / Исходные данные». Задані вихідні пункти з'являться на схемі. Зі зміною координат вихідних пунктів ходи автоматично переобчислюються. Після введення координат вихідних пунктів із клавіатури вводять дані кутових і лінійних вимірювань теодолітного ходу. Потім натискають клавішу «Файл» і у спадному меню вибирають «Отчет / Горизонтальная съёмка». Сформований таким чином звіт передають у файл Microsoft Excel.



Результати тахеометричного знімання обробляють у пункті меню «Тахеометр». Звіт складають за командою «Ход / Отчет / Тахеометрия», передають його у файл Microsoft Excel.

Приклад плану знімальної геодезичної основи (розімкненого теодолітного ходу) і пікетів наведений на рис. 7.2.

**Завдання 7.2.** За результатами тахеометричного знімання встановити межі земельної ділянки та визначити її параметри у програмі «Digitals».

**Вихідні дані:** координати пікетів 1–14 (поворотних точок межі земельної ділянки) наведені у журналі тахеометричного знімання, складеному відповідно до свого варіанта за результатами розв’язання завдання 7.1.

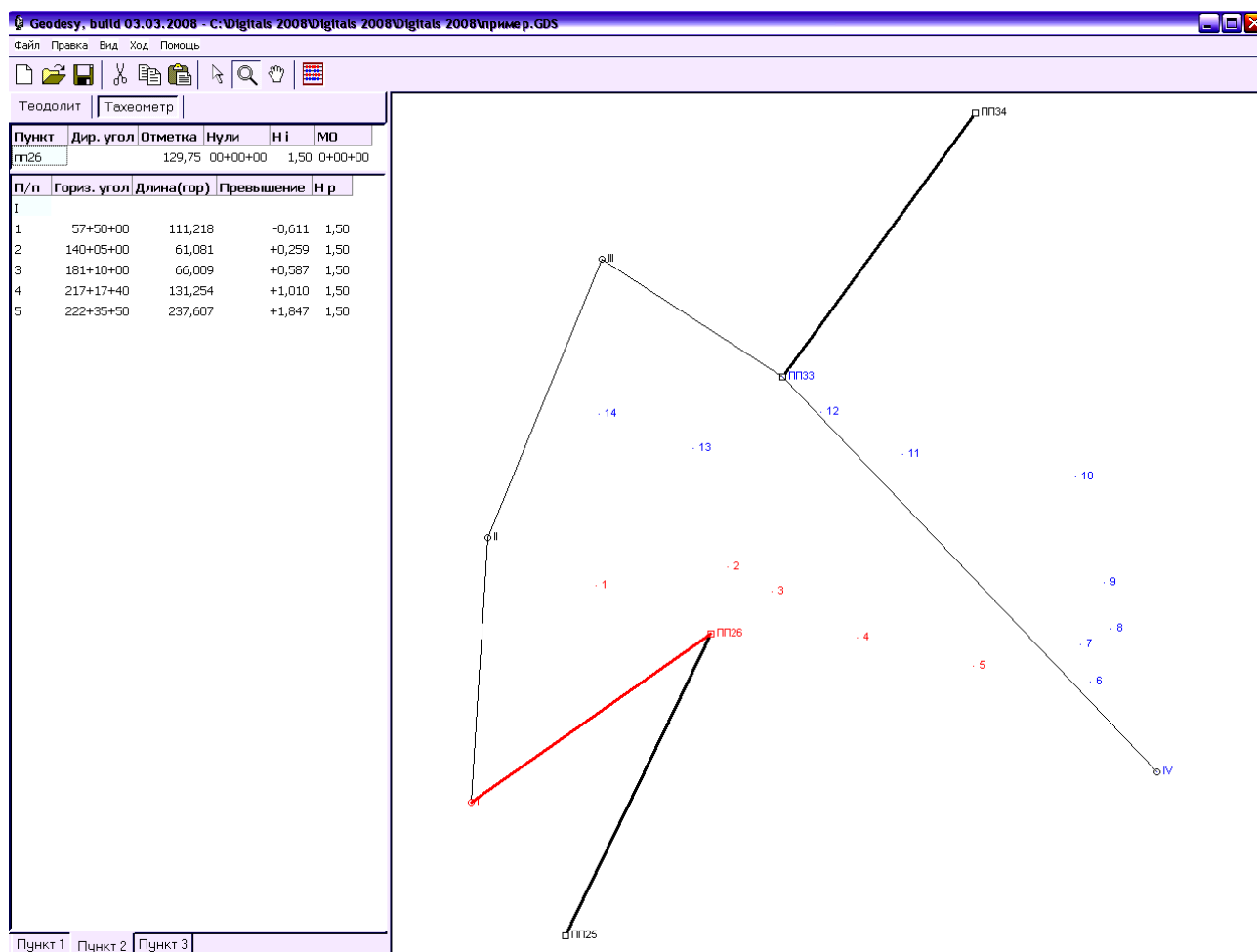



Рисунок 7.2 – Приклад схеми знімальної основи та пікетних точок

Для передачі даних з модуля «Geodesy» до програми «Digitals» використовують команду «Ход/Экспорт в DMF/Пикеты». У файлі програми «Digitals» спочатку відображаються тільки точки (пункти теодолітних ходів і

підмети) без будь-якої іншої інформації. Виконують збір об'єктів – об'єднують точки у контури, нумерують поворотні точки, визначають кількісні параметри та задають необхідну текстову атрибутивну інформацію, використовуючи основні меню «Сбор», «Правка», «Инфо», «Список».

Для переходу в режим збору даних перемикають праву інструментальну панель у режим «Сбор». У списку «Активный слой» вибирають поточний шар, у якому збиратимуться дані, і шаблон. Шаблон форми об'єкта вибирають натисканням відповідної клавіші на правій інструментальній панелі.

Спочатку прокладають теодолітний хід, для чого вибирають шар «Лінія теодолітного ходу». Для збору об'єкта за таким шаблоном натискають клавішу «Р» і кожен пункт ходу реєструють, тобто послідовно клікають на них лівою клавішею миші. Після об'єднання всіх точок полілінією збір об'єкта завершують натисканням клавіші «F5». Після цього вибирають шар «Ділянка» та шаблон «Полігон» і збирають аналогічно замкнений контур земельної ділянки за точками 1–14. Для побудованих контурів теодолітного ходу і земельної ділянки визначають параметри та деякі з них виносять на план.

Активують шар «Лінія теодолітного ходу», для чого виділяють його у меню «Список» та двічі клікають на теодолітному ході мишкою, після чого контур теодолітного ходу буде зображений червоним кольором. У пункті «Параметры» меню «Инфо» вибирають параметри: «Номера точек» та «Довжини ліній» та виділяють їх. Потім вибирають функцію  («Менеджер подписей») і встановлюють формат розміщення написів (номерів точок і довжин ліній) на об'єкті. Орієнтування та позиціонування написів на об'єкті вибирають довільно (рис. 7.3).

Після натискання «Создать» номери точок з'являться на плані.

Для зручності розміщення написів довжин ліній доцільно вибрати: горизонтальну орієнтацію, позицію на середині довжини, вертикальну прив'язку зверху, горизонтальну прив'язку по центру, горизонтальне та вертикальне зміщення – по 10 мм.

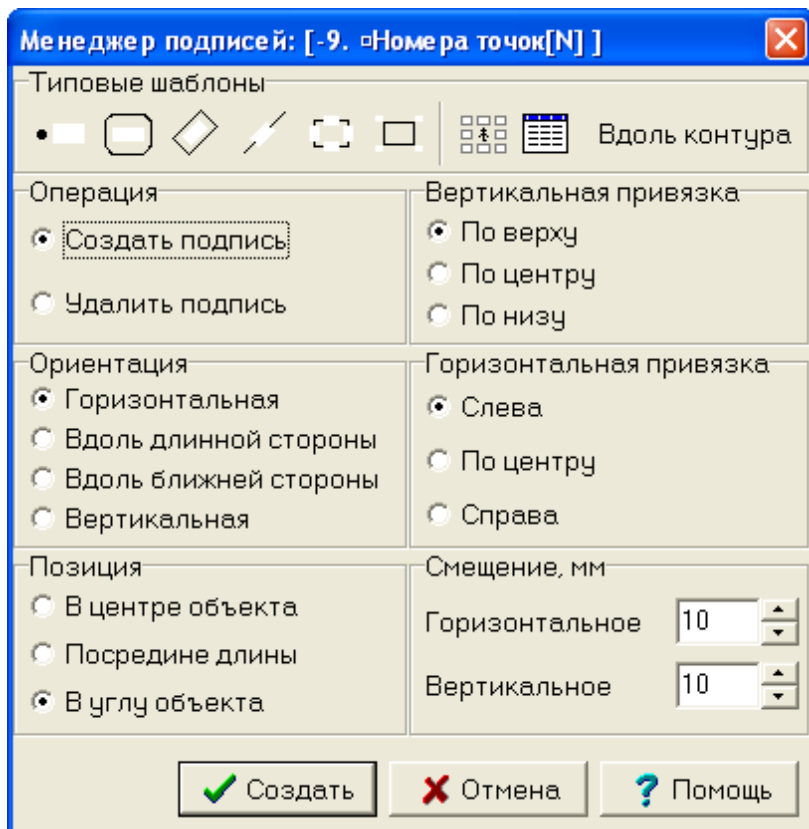


Рисунок 7.3 – Зразок формату розташування написів на плані

Для редагування шрифту та розмірів знаків написів вибирають пункт головного меню «Параметры» і у вікні «Менеджер параметров» задають відповідні атрибутивні значення, назву та розмір шрифту, при цьому задають статус параметра – «Видимый».

Для контуру земельної ділянки аналогічно визначають і виносять на план такі параметри: довжини ліній, периметр ділянки, площу ділянки та точність визначення площі: середньоквадратичну ( $\text{Area Deviation} * 0.1 \text{ MS}$ ) та відносну ( $P(0)/P$ ) похибки обчислення площі земельної ділянки. При цьому в меню «Список» активують шар «Ділянка».

Приклад побудованих у програмі «Digitals» контурів теодолітного ходу та земельної ділянки, а також параметрів ходу, наведений на рис. 7.4.

### Контрольні питання

1. Призначення програми «Digitals».
2. Як занести вихідні дані теодолітного ходу в модуль «Geodesy»?
3. Порядок оброблення геодезичних вимірювань у модулі «Geodesy».

4. Які звіти можна сформувати у модулі «Geodesy»?
5. Як передати дані з модуля «Geodesy» у програму «Digitals»?
6. Як виконати збір об'єктів у програмі «Digitals»?
7. Як у програмі «Digitals» визначають параметри об'єкта?
8. Порядок складання топографічного плану в програмі «Digitals».

**Література:** [4; 7, с. 33–42; 10].

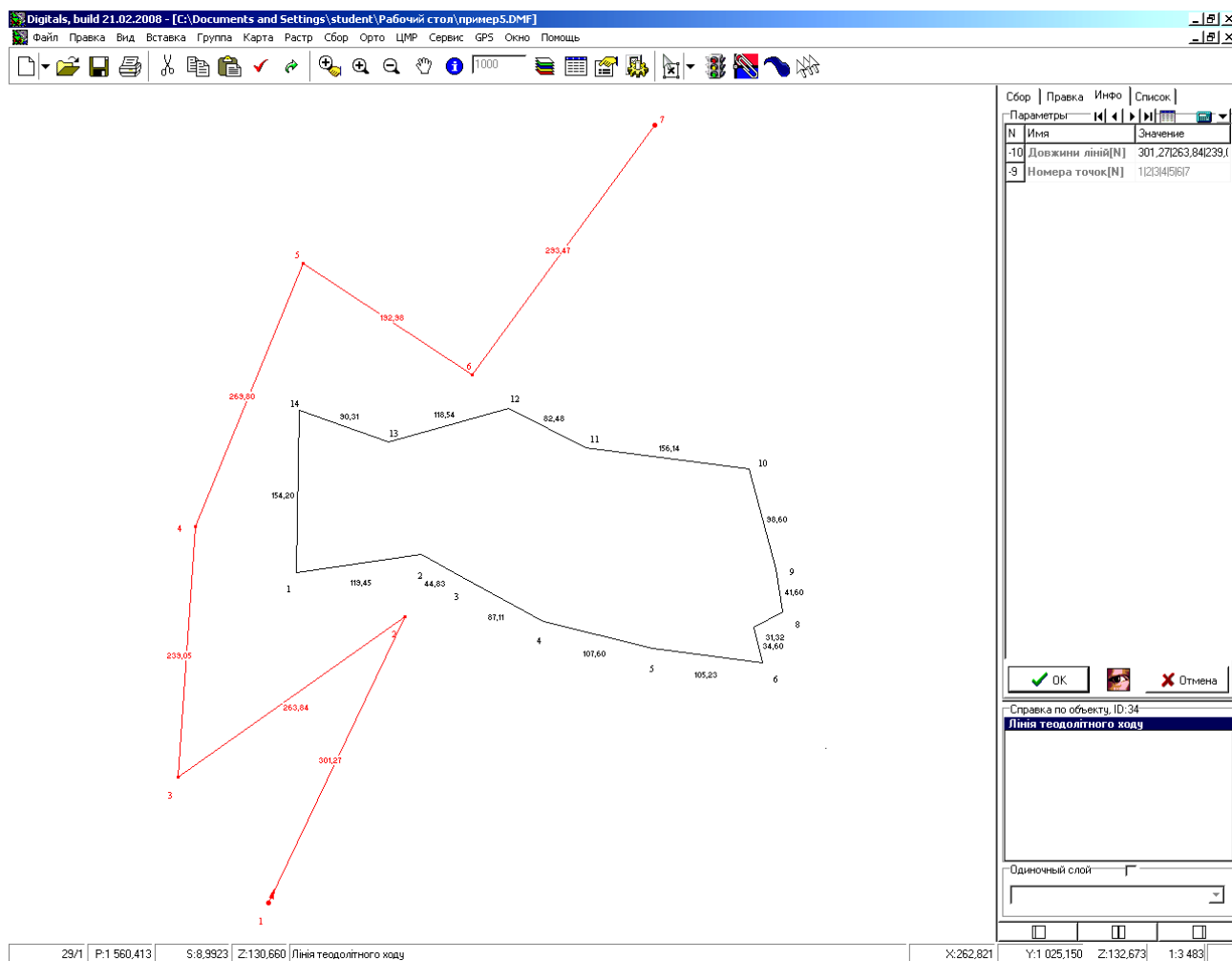


Рисунок 7.4 – Схема побудованих у програмі «Digitals» теодолітного ходу та земельної ділянки

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Вервейко А. П. Землеустройство с основами геодезии / А. П. Вервейко. – М. : Недра, 1988. – 260 с.
2. Волоसेцький Б. І. Геодезія у природокористуванні / Б. І. Волосецький. – Львів : Видавництво Нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2012. – 290 с.
3. Волосецький Б. І. Інженерна геодезія. Геодезичні роботи для проектування і будівництва водогосподарських та гідротехнічних споруд / Б. І. Волосецький. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2015 – 208 с.
4. Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000-1:500: ГКНТА–2-04-02-98. – Київ : ГУГКіК, 1999. – 155 с.
5. Курс инженерной геодезии / Под. ред. В. Е. Новака. – М. : Недра, 1989. – 430 с.
6. Маслов А. В. Геодезические работы при землеустройстве / А. В. Маслов, А. Г. Юнусов, Г. И. Горохов. – М. : Недра, 1990. – 215 с.
7. Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Геодезичне забезпечення землевпорядних робіт» для студентів денної та заочної форм навчання за напрямом 6.080101 – «Геодезія, картографія та землеустрій» / [укл. Г. Т. Домашенко, П. Б. Міхно]. – Кременчук, 2014. – 54 с.
8. Неумывакин Ю. К. Земельно-кадастровые геодезические работы / Ю. К. Неумывакин, М. К. Перский . – М. : КолосС, 2005. – 184 с.
9. Ранський М. П. Геодезичні роботи в землевпорядкуванні / М. П. Ранський. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2011. – 92 с.
10. Геодезичний енциклопедичний словник / за ред. В. Літинського. – Львів : Євросвіт, 2001. – 668 с.

Таблиця А.1 – Критерії оцінювання знань студентів

Номер роботи	Тема	Критерії оцінювання	Оцінки у балах	Максимальний бал
1	Обробка результатів геодезичних вимірювань у програмі «Геодезический калькулятор»	Відвідування заняття Виконання роботи Захист звіту	0,5 1 0,5	2
2	Розрахунок точності прямолінійного та зігнутого теодолітних ходів	Відвідування заняття Виконання роботи Захист звіту	0,5 1 0,5	2
3	Зрівнювання теодолітного ходу в програмі «ГИС Геопроєкт»	Відвідування заняття Виконання роботи Захист звіту	0,5 1 0,5	2
4	Проектування земельних ділянок заданої площі різними способами	Відвідування заняття Виконання роботи Захист звіту	0,5 1 0,5	2
5	Підготовка розмічувальних геодезичних даних і складання розмічувального креслення для перенесення в натуру меж земельної ділянки	Відвідування заняття Виконання роботи Захист звіту	0,5 1 0,5	2
6	Розрахунок очікуваних помилок розмічування на місцевості точок проектного контуру земельної ділянки	Відвідування заняття Виконання роботи Захист звіту	1 1 1	3
7	Розв'язання геодезичних і землепорядних задач у програмному комплексі «Delta/Digitals»	Відвідування заняття Виконання роботи Захист звіту	1 1 1	3

Методичні вказівки щодо виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Геодезичне забезпечення землевпорядних робіт» для студентів денної та заочної форм навчання зі спеціальності 193 – «Геодезія та землеустрій» освітнього ступеня «Бакалавр»

Укладачі: д. т. н., проф. В. В. Артамонов;  
старш. викл. М. Г. Василенко;  
к. т. н., старш. викл. П. Б. Міхно

Відповідальний за випуск доцент кафедри геодезії, землевпорядкування та кадастру В. І. Козарь

Підп. до др. \_\_\_\_\_. Формат 60x84 1/16. Папір тип. Друк ризографія.

Ум. друк. арк. \_\_\_\_\_. Наклад \_\_\_\_\_ прим. Зам. № \_\_\_\_\_. Безкоштовно.

Видавничий відділ  
Кременчуцького національного університету  
імені Михайла Остроградського  
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600