

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА  
ТА АРХІТЕКТУРИ»

КАФЕДРА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ,  
ГЕОДЕЗІЇ ТА ЗЕМЛЕУСТРОЮ

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  
до виконання курсової роботи з дисципліни  
«Спецкурс з інженерної геодезії»  
для студентів ступеня бакалавра спеціальності  
**192 «Будівництво та цивільна інженерія» освітньо-професійної**  
**програми «Автомобільні дороги і аеродроми»**  
денної та заочної форм навчання

Дніпро  
2022

Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Спецкурс з інженерної геодезії» для студентів ступеня бакалавра спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» освітньо-професійної програми «Автомобільні дороги і аеродроми» денної та заочної форм навчання / Укладачі: Дем'яненко В. В., Бегічев С. В., Балашова Ю. Б. – Дніпро: ДВНЗ ПДАБА. – 2022. – 24с.

Методичні вказівки призначені для допомоги студентам у виконанні курсової роботи з дисципліни «Спецкурс з інженерної геодезії». Надані рекомендації щодо виконання курсової роботи, наведені основні формули, приклади розрахунків.

Укладачі: Дем'яненко В. В., кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобільних доріг, геодезії та землеустрою ПДАБА;

Бегічев С. В., кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобільних доріг, геодезії та землеустрою ПДАБА;

Балашова Ю. Б., кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобільних доріг, геодезії та землеустрою ПДАБА.

Відповідальний за випуск: Кірічек Ю. О, доктор технічних наук, професор, зав. кафедри автомобільних доріг, геодезії та землеустрою ПДАБА.

Рецензент: Кочан С. С., заступник начальника Служби автомобільних доріг Дніпропетровської області.

Затверджено на засіданні кафедри  
автомобільних доріг, геодезії та  
землеустрою ДВНЗ ПДАБА

Протокол № 5 від 05.01.2022 р.

Зав. кафедри автомобільних доріг,  
геодезії та землеустрою Кірічек Ю. О

Рекомендовано до друку  
на засіданні навчально-методичної  
ради ПДАБА

Протокол № 4 від 17.02.2022 р.

## ЗМІСТ

Вступ.....	3
1. Основні рекомендації до оформлення курсової роботи .....	4
1.1. Зміст курсової роботи .....	4
2. Опис району робіт.....	5
3. Проект знімальної мережі для будівництва шляхопроводу на топографічному плані ділянки місцевості у масштабі 1:500.....	6
3.1. Проектування теодолітного ходу на конкретній ділянці плану.....	6
3.2. Вимірювання горизонтальних кутів і сторін теодолітного ходу.....	7
3.3. Визначення координат точок теодолітного ходу.....	8
3.4. Прив'язка теодолітного ходу та топографічного об'єкту.....	9
4. Розрахунок координат точок теодолітного ходу в програмі «GeoTools project».....	14
5. Програма «CREDO DAT». Камеральна обробка геодезичних вимірів в програмі «CREDO DAT».....	18
Список літератури.....	24

## Вступ

Дисципліна «Спецкурс з інженерної геодезії» входить до навчальних планів блоку дисциплін професійної підготовки бакалаврів для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» освітньо-професійної програми «Автомобільні дороги і аеродроми».

Матеріали методичного забезпечення до виконання курсової роботи з дисципліни «Спецкурс з інженерної геодезії» розроблено відповідно до освітньої програми підготовки бакалаврів. Відповідно до освітньо-кваліфікаційної програми дисципліни студенти вивчають матеріал за програмою в аудиторії та самостійно, використовуючи навчальну літературу, а для більш глибокого і досконалого вивчення окремих питань – науково-технічну літературу.

Програмою курсу «Спецкурс з інженерної геодезії» передбачено виконання студентами курсової роботи на тему: «Проект знімальної мережі для будівництва шляхопроводу на топографічному плані ділянки місцевості у масштабі 1: 500».

**Метою курсової роботи є:** поглиблення та закріплення набутих теоретичних знань під час вивчення дисципліни і практичного їх використання при розв'язуванні конкретних задач будівництва; формування професійних навичок при складанні проекту знімальної мережі на топографічному плані ділянки місцевості у масштабі 1: 500; поглиблене вивчення спеціальної технічної та нормативної літератури, правильне використання основних норм та положень для аргументації прийнятих рішень; набуття навичок

виконання теоретичних розрахунків, письмового викладу технічних рішень, аналізу та узагальнення одержаних результатів.

**Метою методичних вказівок є:** надання студентам допомоги під час самостійного опрацювання основних розділів, текстового та графічного оформлення курсової роботи.

## **1. Основні рекомендації до оформлення курсової роботи**

Курсова робота виконується згідно з індивідуальними завданнями та даними методичними рекомендаціями.

Виконання кожного завдання супроводжується коротким пояснювальним текстом, який містить назву, мету, зміст та вихідні дані. Хід виконання роботи доповнюється необхідними рисунками, формулами й поясненнями до них. Розрахунки наводяться повністю, включаючи формули в загальному вигляді, посилаючись на джерела, з яких їх взято для цих розрахунків, а також числові значення, які підставляються у формули. Наприкінці додається до отриманих результатів аргументований короткий аналіз і висновки. Виконання завдань ґрунтується на вивченні навчального матеріалу з дисципліни «Геодезія», а також комп'ютерних програм «GeoTools project» та «CREDO DAT».

Курсова робота оформляється на аркушах формату А4, залишаючи поля з лівого боку 3 см та інших боків 2 см, виконується від руки або подається в електронному вигляді. Усі рисунки, таблиці й формули підписуються і нумеруються відповідно вимогам стандартів.

### **1.1. Зміст курсової роботи**

#### **ВСТУП**

1. Опис району робіт.

1.1. Комплекс топографо-геодезичних робіт при складанні проекту геодезичної мережі на ділянці місцевості карти у масштабі 1:500.

1.2. Фізико-географічна характеристика карти та району робіт.

2. Проект знімальної мережі на топографічному плані ділянки місцевості у масштабі 1:500.

2.1. Проектування теодолітного ходу. Вимірювання горизонтальних кутів і сторін теодолітного ходу.

2.2. Визначення координат точок теодолітного ходу. Прив'язка теодолітного ходу та топографічного об'єкту.

3. Розрахунок теодолітного ходу в програмі «GeoTools project».

4. Камеральна обробка геодезичних вимірів в програмі «CREDO DAT».

5. Аналіз виконаної роботи.

Список літератури.

## 2. Опис району робіт

Ділянку топографічного плану для складання проекту знімальної мережі вказує викладач. При вивченні ділянки місцевості визначають склад об'єктів місцевості, положення яких необхідно буде визначити під час топографічного знімання. Згідно з інструкцією з топографічного знімання [1] на топографічних планах масштабу 1:500 з необхідною точністю і детальністю відображуються:

- пункти триангуляції, полігонометрії, трилатерації, ґрунтові та стінні репери і пункти знімальної основи, які закріплені на місцевості центрами (наносяться за координатами);
- будинки та будівлі, їхні характеристики згідно з умовними знаками [10]. Архітектурні виступи будинків і споруд відображаються, якщо величина їх на плані не менше 0,5 мм;
- промислові об'єкти – будівлі і споруди заводів, фабрик, електростанцій, лінії електропередач високої та низької напруги, колодязі і мережі підземних комунікацій (наносять на плани за наявності матеріалів виконавчого знімання або якщо є завдання на їх знімання);
- шосейні та ґрунтові дороги, стежки та ін.;
- гідрографія, об'єкти водопостачання та ін.;
- рельєф місцевості, що відображається горизонталями, позначками висот і умовними знаками ярів, ям і т. ін.;
- рослинність деревна, чагарникова, трав'яна, культурна рослинність (ліси, сади, луки та ін.), окремі дерева (якщо діаметр його стовбура 4 см і більше) і кущі;
- ґрунти і форми земної поверхні: піски, галькові, глинисті, щебеневі та інші поверхні, болота і солончаки;
- державний кордон, межі політико-адміністративні, адміністративні, охоронних природних територій, землекористувань, різні огорожі. Державний кордон і межі наносять за координатами поворотних пунктів або з використанням відомчих картографічних матеріалів, що є в наявності;
- власні назви населених пунктів, вулиць залізничних станцій, пристаней, озер, річок, перевалів, долин, ярів та інших географічних об'єктів.

В межах кожної карти встановлюються фізико – географічні характеристики: рельєф, клімат, водойми, ґрунти, рослинність та ін.. Тому кожну карту доцільно характеризувати у певній послідовності, тобто за єдиним типовим порядком. Кожний наступний пункт плану залежить від попередніх. Типовий план використовують під час вивчення не лише усієї карти, а також її окремих районів.

Під час опису району робіт по топографічному плану (карті) рекомендується дотримуватися наступної послідовності:

1. Назва та призначення плану (карти).
2. Зміст плану (карти):

- математична основа;
  - фізико-географічне положення;
  - рельєф;
  - клімат;
  - гідрографія і гідротехнічні споруди;
  - рослинність та ґрунти;
  - населені пункти;
  - шляхи сполучення;
  - межі і політико-адміністративний поділ;
  - промислові, соціально-економічні та культурні об'єкти.
3. Узгодженість плану (карти) з іншими даними.

Опис району робіт по топографічному плану (карті) має відповідати наступним вимогам:

1. Логічність, упорядкованість і послідовність тексту опису.
2. Відбір і систематизація фактів.
3. Введення в опис елементів порівняння, аналогії.
4. Об'єктивна оцінка описуваних явищ або процесів.
5. Чітке формулювання висновків.

### **3. Проект знімальної мережі на топографічному плані ділянки місцевості карти у масштабі 1:500**

#### **3.1. Проектування теодолітного ходу на конкретній ділянці плану**

Проектування теодолітного ходу ведуть з дотриманням наступних умов [1]:

– положення точки теодолітного ходу треба вибрати так, щоб була гарна видимість суміжних точок ходу і якомога більшої кількості об'єктів місцевості в радіусі 100–150 м, особливо твердих контурів, кутів капітальних будинків і т. п.; місце навколо точки повинне бути зручним для встановлення теодоліту та забезпечувати збереження точки; забороняється закріплювати точки теодолітного ходу на проїжджій частині доріг або на доріжках для пішоходів;

– лінії між точками ходу мають проходити по місцевості, найбільш рівній, твердій, незарослій, зручній для лінійних вимірів; довжина лінії ходу не повинна перевищувати 350 м і бути не меншою ніж 20 м;

– положення ліній повинне вибиратися з урахуванням максимального їхнього використання під час знімання предметів місцевості перпендикулярами довжиною до 20 м;

– довжина ходу не повинна перевищувати 2,0 км при використанні світловіддалемірів і електронних тахеометрів та 0,9 км при використанні рулеток;

– кількість точок ходу повинна бути такою, щоб з них забезпечувалося знімання всієї ділянки місцевості;

- форма теодолітного ходу визначається конкретними умовами місцевості;
- хід має бути, по можливості, витягнутим чи поступово змінювати напрямок; зигзагоподібна форма ходу не рекомендується;
- для контролю хід повинен бути зімкнутим (та якщо необхідно згустити точки знімальної основи – всередині полігону прокладають діагональний хід) чи розімкненим, але опиратися кінцями на пункти геодезичної опорної мережі;
- висячий хід допускається довжиною до 100 м на забудованій і до 150 м на незабудованій території при використанні рулеток та відповідно 500 м і 750 м при використанні світловіддалемірів. При цьому кількість сторін у висячих теодолітних ходах на незабудованій території має бути не більше трьох, а на забудованій – не більше чотирьох.

### 3.2. Вимірювання горизонтальних кутів і сторін теодолітного ходу

Для виконання вимірювань горизонтальних кутів і сторін теодолітного ходу необхідно мати карту з відображенням рельєфу горизонталями, а також лінійку, трикутник, вимірювач (циркуль), транспортир.

Зазвичай вимірюють внутрішні кути теодолітного ходу. Якщо хід прокладений за годинниковою стрілкою, то вимірюють праві по ходу кути. Якщо хід прокладений проти годинникової стрілки, то вимірюють ліві по ходу кути.

Вимірюють внутрішні кути і довжини сторін теодолітного ходу, позначеного точками, на карті. Кути вимірюють геодезичним транспортиром, попередньо продовживши олівцем сторону кута для більш точного прикладання транспортира. Вимір ліній на карті проводиться відповідно з роздільною здатністю неозброєного ока, т. е. 0,1 мм. Відліки по транспортиру слід брати з точністю до 5 '.

Сторони визначити, користуючись вимірювачем (циркулем) і масштабною лінійкою, і виразити їх в метрах (точність вимірювання сторін повинна відповідати точності масштабу). Результати вимірювань виписати в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1

Кути та сторони теодолітного ходу

№ точок	Кути, °	Сторони, м
1	75°	33 м
2	164°	
3	90° 30'	

Результати вимірювання кутів і ліній обтяжені похибками. Вирівнювання ходів полягає у визначенні допустимих нев'язок кутових вимірювань. Підрахувати практичну суму виміряних кутів  $\Sigma\beta_{\text{практ}}$  і теоретичну суму кутів:

$$\Sigma\beta_{\text{теор}} = 180^\circ (n - 2), \quad (3.1)$$

де  $n$  - число кутів теодолітного ходу.

Внаслідок неминучих похибок при вимірюванні кутів практична сума кутів буде відрізнятися від теоретичної.

Різниця  $f\beta = \Sigma\beta_{\text{практ}} - \Sigma\beta_{\text{теор}}$  називається нев'язкою, величина якої не повинна перевищувати  $f\beta_{\text{доп}} = 3t \sqrt{n}$ , де  $t$  - середня похибка вимірювання кута транспортиром;  $n$  - кількість виміряних кутів.

При вимірюванні кутів геодезичним транспортиром ( $t = 5'$ ) допустима нев'язка обчислюється за формулою:

$$f\beta_{\text{доп}} = 15' \sqrt{n}. \quad (3.2)$$

### 3.3. Визначення координат точок теодолітного ходу.

Визначити прямокутні і географічні координати точки 1 масштабу 1:500.

*Визначення прямокутних координат.* Для визначення прямокутних координат слід скористатися координатною сіткою, що представляє собою систему ліній, паралельних координатним осям зони. Координати точки 1 визначають за формулами:

$$X_1 = X + \Delta X; \quad Y_1 = Y + \Delta Y, \quad (3.3)$$

де  $X$  і  $Y$  - координати однієї з вершин теодолітного ходу, які визначають по підписам виходів координатної сітки карти;

$\Delta X$  і  $\Delta Y$  - прирости координат, вимірювані на карті як відстань від даної точки до відповідної лінії координатної сітки. Величини  $\Delta X$  і  $\Delta Y$  визначають в масштабі карти за допомогою поперечного масштабу.

*Визначення географічних координат.* Листи карти обмежуються меридіанами і паралелями, географічні координати яких підписані на карті біля вершини рамки трапеції. Для визначення географічних координат точки 1 скористаємося хвилинними і десяти секундними інтервалами, зображеними на зовнішній рамці аркуша карти. Через точку 1 проводять лінії, паралельні меридіанам і паралелям карти. У місцях перетину цих ліній з хвилинними і секундними інтервалами відлічують довготу  $L$  і широту  $B$  точки 1. Визначені координати записують у таблицю 3.2.

Таблиця 3.2

Координати точок теодолітного ходу

№ точки	Прямокутні координати		Географічні координати	
	X,м	Y,м	B	L
1	6064269,0	4313582,0	54°40'08 "	18°06'37 "



### 3.4. Прив'язка теодолітного ходу та топографічного об'єкту.

На отриманому картографічному матеріалі масштабу 1: 500 для прив'язки, запроєктованого теодолітного ходу до координатної сітки, необхідно скористатися методикою обчислення зворотної геодезичної задачі.

Обернена геодезична задача - це обчислення дирекційного кута ( $\alpha$ ) і довжини ( $S$ ) лінії, що з'єднує два пункти з відомими координатами  $X_1, Y_1$  і  $X_2, Y_2$  (рис.3.1).

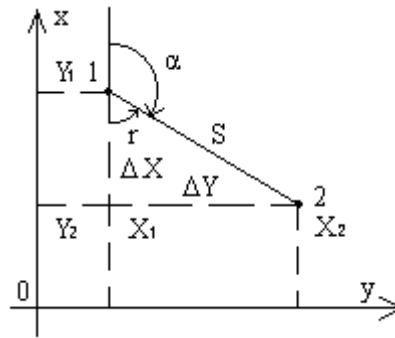


Рис. 3.1. Схема прив'язки точок теодолітного ходу

Побудуємо на відрізку 1-2 прямокутний трикутник з катетами, паралельними осям координат. У цьому трикутнику гіпотенуза дорівнює  $S$ , катети рівні приростам координат точок 1 і 2 ( $\Delta X = X_2 - X_1$ ,  $\Delta Y = Y_2 - Y_1$ ), а один з гострих кутів дорівнює румбу  $r$  лінії 1-2. Якщо  $\Delta X=0$  і  $\Delta Y=0$ , то вирішуємо трикутник по відомим формулам:

$$S = \sqrt{(\Delta X)^2 + (\Delta Y)^2}; \quad (3.4)$$

$$\operatorname{tgr} = \left| \frac{\Delta Y}{\Delta X} \right| \quad \text{у} \quad r = \operatorname{arctg} \left| \frac{\Delta Y}{\Delta X} \right|.$$

Для даного малюнка напрямок лінії 1-2 знаходиться в другій чверті, тому на підставі знаходимо:

$$\alpha = 180^\circ - r. \quad (3.5)$$

Загальний порядок знаходження дирекційного кута лінії 1-2 включає дві операції:

- визначення номера чверті по знакам приросту координат  $\Delta X$  і  $\Delta Y$ ,
- обчислення  $\alpha$  за формулами зв'язку відповідно до номеру чверті.

Контролем правильності обчислень є виконання рівності:

$$\frac{\Delta X}{\operatorname{Cos} \alpha} = \frac{\Delta Y}{\operatorname{Sin} \alpha} = S. \quad (3.6)$$

Якщо  $\Delta X = 0$ , то  $S = \Delta Y$ :

$$\alpha = 90^\circ 00' 00'' \quad \text{при} \quad \Delta Y > 0,$$

$$\alpha = 270^\circ 00' 00'' \quad \text{при} \quad \Delta Y < 0.$$

Якщо  $\Delta Y = 0$ , то  $S = \Delta X$ :

$$\alpha = 0^\circ 00' 00'' \quad \text{при} \quad \Delta X > 0,$$

$$\alpha = 180^{\circ}00'00'' \text{ при } \Delta X < 0.$$

Отримані дані прив'язки точок теодолітного ходу записують в таблицю 3.3.

Таблиця 3.3

Прив'язка точок теодолітного ходу до координатній сітки

Точка	Напрямок	$\Delta x_{1-2}$	$\Delta y_{1-2}$	$\alpha_{1-2}$	$B_{\text{поляр.}}$	$S_{\text{поляр.}}$
А	В 1	+50,00	0,00	0°	54°27'	4,30
		+2,50	+3,50	54°27'		
С	D 2	+50,00	0,00	0°	68°53'	28,04
		+10,50	+26,00	68°53'		

Теодолітну зйомку застосовують на ділянках з рівнинним рельєфом для зйомки забудованих територій. Горизонтальне знімання забудованої території виконується від точок та ліній планово-висотної знімальної основи залежно від умов місцевості, наявності приладів, розміщення характерних точок предметів, контурів і рельєфу місцевості способами перпендикулярів, створів, лінійних засічок, кутових засічок, полярним способом та обміром будівель. При будь-якому способі зйомки проводиться обмір будівель.

*Спосіб перпендикулярів* (рис. 3.2) застосовують при зйомці предметів та контурів місцевості, розміщених на невеликій відстані вздовж ліній планової знімальної основи. Зйомку роблять зі сторін ходу. Створ точок ходу визначають за допомогою теодоліта. З характерних точок, що визначають положення контуру, на бік опускаються перпендикуляри на око при довжині перпендикуляра менше 4 м, екером – до 20 м, а при більшій відстані – теодолітом. Рулеткою вимірюють відстань від початкової точки лінії ходу до початку перпендикуляра і довжину перпендикуляра з точністю до 0,01 м до чітких контурів і до 0,1 м – до нечітких контурів. Результати заносять в абрис та таблицю 3.4.

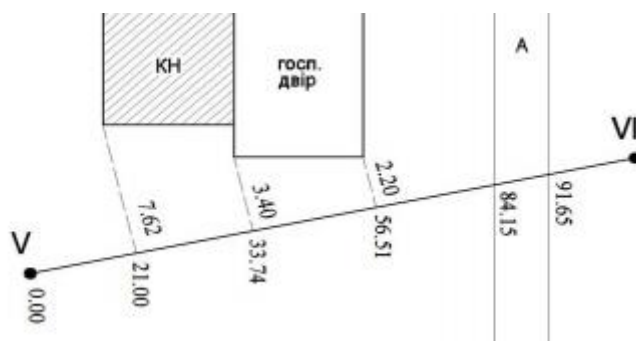


Рис. 3.2. Зйомка способом перпендикулярів

Таблиця 3.4

Розмічувальні елементи для виносу в натуру точки  
способом перпендикулярів

Верши на кута (1)	На- пря- мок (2)	$\Delta X_{1-2}$ м	$\Delta Y_{1-2}$ м	$A_{1-2}$	Кут $\beta$	$S_1$ м	$S^*$ $\cos\beta$ м	$S^*$ $\sin\beta$ м	Схе- ма
2	3 10	+20,00 +12,00	-13,50 -4,00	325°59' 341°34'	15°35'	12,65	12,18	3,40	

Спосіб лінійних засічок (рис. 3.3) застосовується в умовах місцевос-ті, зручній для лінійних вимірювань. Положення точки контуру в цьому випадку визначається як вершина трикутника, в якому відомі довжини сторін. Ці сторони вимірюються стрічкою або рулеткою і записуються в абрис та таблицю 3.5. Довжина засічок не повинна перевищувати довжини мірного приладу, а кут засічки  $\gamma$  при точці повинен мати значення  $30^\circ < \gamma < 150^\circ$ .

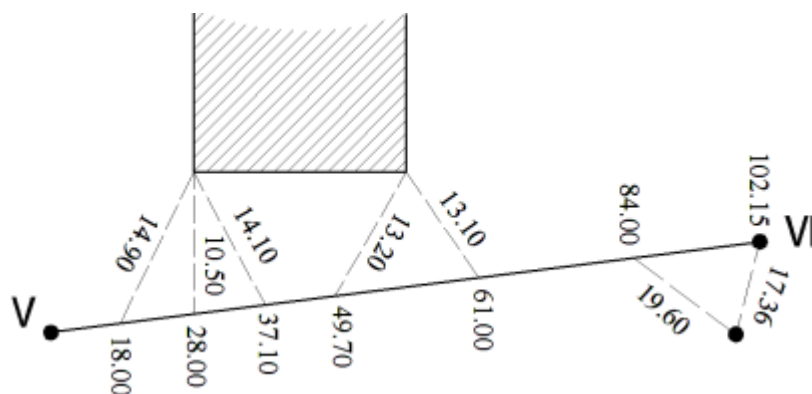


Рис. 3.3. Зйомка способом лінійних засічок

Таблиця 3.5

Розмічувальні елементи для виносу в натуру точки  
способом лінійних засічок

Точка (1)	Напрямок (2)	$\Delta X_{1-2}$ м	$\Delta Y_{1-2}$ м	$S_{1-2}$ м	Схема
13	5	+16,00	-3,00	16,28	
	6	-8,50	+10,00	13,12	
	7	-2,00	+19,50	19,60	

Спосіб створів (рис. 3.4) застосовується при зйомці точок, розташованих у створі теодолітного ходу при наявності видимості між край-

ними точками. Положення знімаються точок визначають промірами відносно точок теодолітного ходу. Створ стіни будинку фіксують на лініях ходу, на стінах сусідніх будинків. Дозволяється також вести зйомку нетвердих контурів зі створеної лінії методом перпендикулярів.

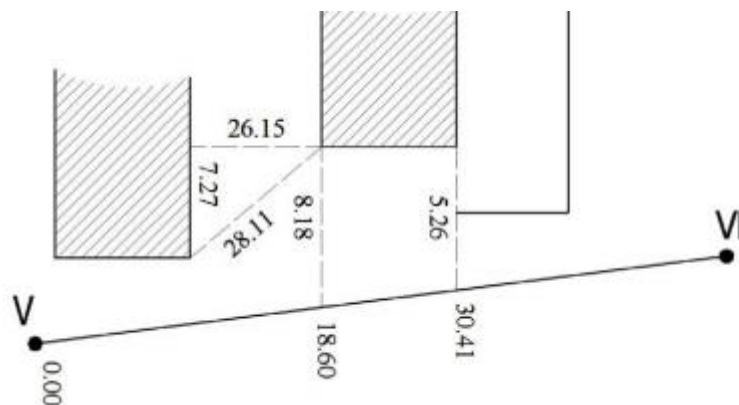


Рис. 3.4. Зйомка способом створів

*Полярний спосіб* (рис. 3.5) застосовується для зйомки контурних точок досить віддалених від точок теодолітного ходу. При цьому методі теодоліт встановлюють над точкою ходу й орієнтують лімб по стороні ходу. Для цього при положенні КЛ сполучають нуль лімба й аліади, потім візують гвинтами лімба на сусідню точку ходу і закріплюють лімб. У такому випадку при наведенні за годинниковою стрілкою на точку місцевості відлік по орієнтованому ГК дорівнює полярному куту. Останнє наведення робиться знову на початковий напрям.

Відлік при цьому не повинен відрізнятися від нуля більш ніж на 2'. Відстані вимірюються за віддалекоміром до нетвердих контурів з точністю до 0,1 м, і рулеткою до твердих контурів з точністю 0,01 м.

Результати виміру кутів і ліній заносять в таблицю 3.6 за номерами точок; в абрис заносять об'єкти місцевості і їхні номери.

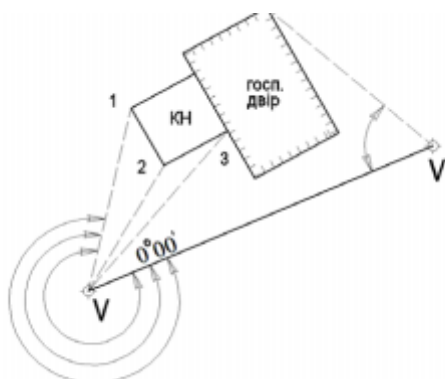


Рис. 3.5. Зйомка полярним способом

Таблиця 3.6

Розмічувальні елементи для виносу в натуру точки полярним способом

Точка (1)	Напрямок (2)	$\Delta x_{1-2}$	$\Delta y_{1-2}$	$\alpha_{1-2}$	$V_{\text{поляр.}}$	$S_{\text{поляр.}}$	Схема
3	2	-20,00	+13,50	145°59'	46°31'	6,08	
	11	-1,00	+6,00	99°28'			

Спосіб кутових засічок (рис. 3.6) застосовують в тому випадку, коли вимірювання відстані до об'єкта місцевості є важким чи недоцільним. Положення контурної точки визначається горизонтальними кутами  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  між стороною ходу та напрямками на визначену точку. Кути вимірюються теодолітом одним напівприйомом. Кут засічки  $\gamma$  повинен бути  $30^\circ < \gamma < 150^\circ$ . Цей спосіб може застосовуватися і зі створних точок, розташованих на сторонах знімального об'єкту. Допустимі значення віддалей до точки 100 м – для чітких контурів і 300 м для нечітких. Результати виміру кутів заносять в таблицю 3.7 за номерами точок; в абрис заносять об'єкти місцевості і їхні номери.

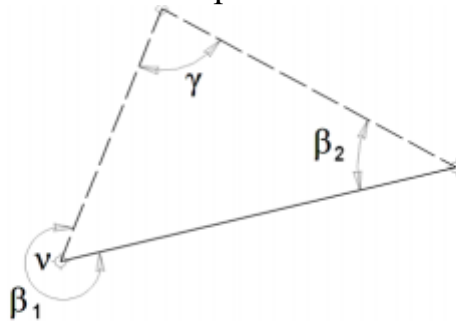


Рис. 3.6. Зйомка способом кутових засічок

Таблиця 3.7

Розмічувальні елементи для виносу в натуру точки способом кутових засічок

Точка (1)	Напрямок (2)	$\Delta x_{1-2}$	$\Delta y_{1-2}$	$\alpha_{1-2}$	$V_{\text{поляр.}}$	Схема
5	6	-24,50	+13,00	152°03'	27°57'	
	12	-9,50	+0,00	180°00'		
6	5	+24,50	-13,00	332°03'	13°57'	
	12	+15,00	-13,00	318°06'		

*Обмір будівель* ведуть за допомогою рулетки з точністю до 0,01 м. При зйомці будівель і споруд показують їх поверхню та призначення, злами фасадної лінії, виступи і уступи, якщо величина їх більше 0,5 мм на плані. При обмірі будівель вимірюють також віддалі між кутами сусідніх будинків, які використовують як контрольні проміри. За результатами обміру складають абрис, на якому початкова точка обміру будинку позначається нулем.

Під час зйомки ведуть абрис, що представляє собою креслення від руки ділянки місцевості в довільному масштабі в межах кожної лінії знімальної основи. Перерисовування абрису забороняється. У абрисі вказують вершини кутів і сторони теодолітних ходів, з яких проводиться зйомка, а також розміщення предметів і контурів з пояснювальними умовними знаками (ліс, луки, болото, характер споруд, поверховість будівель, тип покриття доріг, їхня ширина, порода лісу, середня висота, діаметр стовбура, дерев тощо) та результати вимірювань.

Спільне застосування різних способів і обмірювань будинків дозволяє якісно вести зйомку смуги забудованої території вздовж лінії теодолітного ходу.

#### **4. Розрахунок координат точок теодолітного ходу в програмі «GeoTools project».**

*GeoTools project* - це спеціалізований редактор для ведення бази даних (БД). Багатовіконний інтерфейс дозволяє гнучко налаштовувати програмні засоби редактора на конкретний вид роботи, допомагає прискорити процес введення даних з автоматизованим контролем помилок. GeoTools project містить інструменти сортування, пошуку і вибірки за назвою, просторовим координатам, приналежності до профілю. Реалізований автоматичний розрахунок кондиційних інтервалів з їх графічним представленням, можливістю ручного коригування та експорту результату розрахунку в інші додатки, наприклад, MSExcel. Імпорт даних з випробування проводиться з файлів різної структури (TXT, MSExcel, MSAccess), що істотно полегшує процес формування вихідних БД.

*GeoStart* - стартова програма, з якої можна запускати інші програми.

*GeoTools* - швидкий розрахунок елементарних геодезичних задач.

Інструменти GeoTools охоплюють широкий діапазон функцій: від основних САД операцій до виконання специфічних завдань, пов'язаних з картографією, геодезією або загальним управлінням креслення. В даний час GeoTools використовується в більш ніж 600 організаціях різних областей проектування (ГІС, картографія, архітектурно-будівельне і ландшафтне проектування) в усьому світі.

*GeoGrid* - програма для обчислювальної обробки теодолітного / тахеометричного ходу. Включає в себе базу пунктів полігонометрії.

Програма *GeoGrid* призначена для обчислення положення заданої географічної точки (наприклад, міста) на координатній сітці земної кулі. Вам потрібно ввести широту і довготу, і програма вкаже, де знаходиться вказаний пункт. Виявляється, географічних сіток існує декілька (вони використовуються в різних країнах). Ця програма містить у своїй базі координати 800 міст і вмiє здійснювати пошук по цій базі. Ви також можете додати і свої міста, так само як і редагувати існуючі. Точку можна вибирати не тільки шляхом вибрати номер точних координат, але і простим тикання на карті.

Програма *Geogrid* створена для обробки даних теодолітного ходу. Підтримує праві \ ліві кути, звичайний і діагональний хід. Програма являє собою електронну відомість координат, яку геодезистам так часто доводиться розраховувати вручну.

Системні вимоги: більш-менш працюючий комп'ютер; операційна система Windows95 / 98 / Me / 2000 / XP (для ранніх систем можливо буде потрібно встановити додаткові бібліотеки); розширення екрану не менше 800x600.

Після запуску програми Вашому погляду постане наступне вікно (рис.4.1), картинка може трохи відрізнятись, залежно від версії програми.

№ точ.	Углы		Дирекц. углы	Румбы	Гор. пролож.	Приращения координат (м)				Координаты (м)				
	Измер.	Увязан.				вычисленные		увязанные		X	Y			
	2	2'	3	4	5	6	7	7'	8	8'	9	10	11	12
ТЕОДОЛИТНЫЙ ПОЛИГОН														
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
1														
2														

Рис. 4.1. Вікно програми «Geogrid»

Встановіть перемикач на звичайний або розімкнутий хід, праві чи ліві кути. Задайте число крапок і натисніть кнопку "побудувати!". За замовчуванням програма буде таблицю для 8-ми точок. Після того, як таблиця буде побудована перейдіть до колонку 2 і встановіть курсор в поле, навпа-

ки точки. Заповніть поле значенням кута. Натисніть Enter і курсор переміститься в наступне поле, яке Вам необхідно заповнити.

Для виклику діалогу налаштувань виконайте Відомість - Налаштування або натисніть на значок гайкового ключа на панелі інструментів, з'явиться вікно налаштування (рис. 4.2).

Правила заповнення:

- кут з градусами і хвилинами - 12g 34,5 ';
- кут з градусами хвилинами і секундами - 12g 34 '56,7' '.

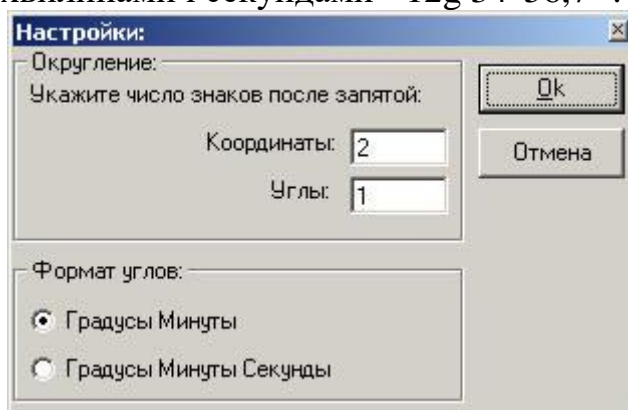


Рис. 4.2. Вікно налаштування

Таким чином введіть всі вихідні дані. Потім натисніть на значок галочки на панелі інструментів, або викличте меню Відомість - Обчислити, або натисніть Ctrl + C (кому як зручно). Вся відомість буде порохована (рис. 4.3).

№ точ.	Угли			Диррекц. углы	Румбы	Гор. пролож.	Приращения координат (м)						Координаты (м)	
	Измер.	2'	Увязан.				вычисленные			увязанные			X	Y
							Dx	Dy	Dx	Dy	Dx	Dy		
1	2		3	4	5	6	7	7'	8	8'	9	10	11	12
<b>ТЕОДОЛИТНЫЙ ПОЛИГОН</b>														
1	125g 42,5'	+0,2'	125° 42,7'	115g 48,8'	ЮВ:64° 11,2'	462,80	-201,52	+0,11	+416,62	+0,08	-201,41	+416,7	+2120,80	-509,25
2	144g 51,5'	+0,2'	144° 51,7'	150° 57,1'	ЮВ:29° 2,9'	386,38	-337,78	+0,09	+187,61	+0,08	-337,69	+187,69	+1919,39	-92,55
3	111g 46,0'	+0,3'	111° 46,3'	219° 10,8'	ЮЗ:39° 10,8'	301,63	-233,81	+0,07	-190,56	+0,06	-233,74	-190,5	+1581,7	+95,14
4	137g 09,0'	+0,3'	137° 9,3'	262° 1,5'	ЮЗ:82° 1,5'	284,26	-39,44	+0,06	-281,51	+0,06	-39,38	-281,45	+1347,96	-95,36
5	193g 06,0'	+0,3'	193° 6,3'	248° 55,2'	ЮЗ:68° 55,2'	276,12	-99,31	+0,06	-257,64	+0,05	-99,25	-257,59	+1308,58	-376,81
6	84g 33,5'	+0,2'	84° 33,7'	344° 21,5'	СЗ:15° 38,5'	391,90	+377,39	+0,09	-105,66	+0,08	+377,48	-105,58	+1209,33	-634,4
7	189g 16,0'	+0,3'	189° 16,3'	335° 5,2'	СЗ:24° 54,8'	360,00	+326,5	+0,08	-151,65	+0,07	+326,58	-151,58	+1586,81	-739,98
8	93g 33,5'	+0,2'	93° 33,7'	61° 31,5'	СВ:61° 31,5'	434,82	+207,31	+0,1	+382,22	+0,09	+207,41	+382,31	+1913,39	-891,56
1	125g 42,5'		125° 42,7'	115° 48,8'									+2120,8	-509,25
2						2897,91								
1079° 58'		1080° 0'		F <sub>s</sub> = sqrt(-0,66 <sup>2</sup> + -0,57 <sup>2</sup> ) = 0,87			+911,2	+986	+911,47	+986,7				
1080° 0'				0,87/2897,91 = 1/3323 < 1/1500			-911,86	-987	-911,47	-986,7				
f(b) = -0° 2'							.....	.....	.....	.....				
f(d) = 0° 2,8'							-0,66	-0,57	0	0				
Невязка допустима														

Рис. 4.3. Відомість координат теодолітного ходу

Аналогічно заповнюється і розімкнутий хід (рис. 4.4).



Teodolit v0.214 by Sergey Barkov

Ведомость Задачи Справка

Теодолитный ход: Обычный Разомкнутый

Углы: Правые Левые

Число точек: 4 Построить!

№ точ.	Углы			Диррекц. углы	Румбы	Гор. пролож.	Приращения координат (м)						Координаты (м)			
	Измер.	2'	Увязан.				вычисленные			увязанные			X	Y		
							Dx	7'	Dy	8'	Dx	Dy			9	10
1	2	2'	3	4	5	6	7	7'	8	8'	9	10	11	12		
РАЗОМКНУТЫЙ ТЕОДОЛИТНЫЙ ХОД																
A																
1	91g 29,5'	-0,7'	91° 28,8'	61g 31,5'	СВ:61g 31,5'											
				150° 2,7'	ЮВ:29° 57,3'	235,00	-203,61	-0,12	+117,34	+0,12	-203,73	+117,46	+2120,80	-509,25		
2	170g 08,0'	-0,7'	170° 7,3'	159° 55,4'	ЮВ:20° 4,6'	415,00	-389,78	-0,21	+142,46	+0,22	-389,99	+142,68	+1917,07	-391,79		
3	200g 34,5'	-0,7'	200° 33,8'	139° 21,6'	ЮВ:40° 38,4'	235,90	-179	-0,12	+153,64	+0,12	-179,12	+153,76	+1527,08	-249,11		
4	280g 11,5'	-0,7'	280° 10,8'	39g 10,8'	СВ:39g 10,8'								+1347,96	-95,35		
B						885,9										
	742° 23,5'		742° 20,7'	$F_s = \sqrt{(0,45^2 + -0,46^2)} = 0,64$ $0,64/885,9 = 1/1377 < 1/1000$			-772,39	+413,44	-772,84	+413,9						
	742° 20,7'						-772,84	+413,9	-772,84	+413,9						
	f(b) = 0° 2,8'		f(d) = 0° 4'				+0,45	-0,46	0	0						
	Невязка допустима															

Рис. 4.4. Відомість координат розімкнутого ходу

Для того, щоб зберегти відомість виконайте Відомість - Зберегти (Ctrl + S).

Для того, щоб завантажити збережену відомість виконайте Відомість - Відкрити (Ctrl + O). Також можна скористатися відповідними кнопками на панелі завдань. Файли з збереженими відомостями мають розширення \*.tdl.

GeoP - програма для розрахунку площі полігону за координатами. Після запуску програми Вашому погляду постане наступне вікно (рис. 4.5), картинка може трохи відрізнятись, залежно від версії програми.

GeoP v0.51 by Sergey Barkov [новая таблица]

Файл Справка

№ точки	координаты (м)		x(i-1) - x(i+1) (м)	y(i+1) - y(i-1) (м)	y(i)[x(i-1) - x(i+1)] м^2	x(i)[y(i-1) - y(i+1)] м^2
	X	Y				
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						

Число точек: 8 Построить

Рис. 4.5. Вікно програми «GeoP»

Задайте число точок і натисніть кнопку "файл" - "завантажити з відомості", завантажуюємо відомість яку ми обрахували раніше. Після запуску програми GeoP, якої в якості параметрів передаються координати точок поточного полігону, обчислюється площа полігону (рис. 4.6).

The screenshot shows a window titled "GeoP v0.51 by Sergey Barkov [новая таблица]". It contains a table with 7 columns: "№ точки", "координаты (м)" (X, Y), "x(i-1) - x(i+1) (м)", "y(i+1) - y(i-1) (м)", "y(i)[x(i-1) - x(i+1)] м^2", and "x(i)[y(i-1) - y(i+1)] м^2". The table lists 9 points. Below the table, there is a field for "Число точек:" with the value "9" and a "Построить" button. At the bottom, it displays "P = 5531,25 м^2 = 0,55 га".

№ точки	координаты (м)		x(i-1) - x(i+1) (м)	y(i+1) - y(i-1) (м)	y(i)[x(i-1) - x(i+1)] м^2	x(i)[y(i-1) - y(i+1)] м^2
	X	Y				
1	79902,5	66053,5	-17,12	-30,7	-1130836	-2453007
2	79910,443	66027,017	-28,33	-41,35	-1870545	-3304297
3	79930,834	66012,154	-44,99	21,17	-2969887	1692136
4	79955,435	66048,188	-49	92,57	-3236361	7401475
5	79979,833	66104,719	0,99	68,85	65444	5506612
6	79954,442	66117,034	42,9	21,58	2836421	1725417
7	79936,938	66126,299	32,24	4,89	2131912	390892
8	79922,203	66121,926	43,61	-68,58	2883577	-5481065
9	79893,326	66057,719	19,7	-68,43	1301337	-5467100
			+140	+210	+9218691	+16716532
			-139	-209	-9207629	-16705469

Число точек: 9      Построить

P = 5531,25 м^2 = 0,55 га

Рис. 4.6. Відомість розрахунку площі полігону за координатами

GeoHelp - довідкова система проекту. Звертайтеся до неї за докладним описом програми.

## 5. Програма «CREDO DAT». Камеральна обробка геодезичних вимірів в програмі «CREDO DAT»

*Призначення:* камеральна обробка наземних і супутникових геодезичних вимірів в мережах і зйомки в обраній СК, з урахуванням моделі геоїда, комплексу редуційних поправок; обробка вимірів різних класів та різноманітних методів геодезичних побудов.

*Області застосування:* лінійні і майданні інженерні вишукування об'єктів промислового, цивільного і транспортного будівництва, геодезичне забезпечення будівництва, підготовка інформації для кадастрових систем, створення і реконструкція міських, межових, державних опорних мереж.

*Результати:*

- каталоги і відомості вимірювань, координат і позначок пунктів;
- схеми планово-висотного обґрунтування;
- креслення і планшети за рамковим оформленням в М 1:500 - 1:5000;
- файли форматів DXF, MIF/MID (MapInfo);
- файли формату CREDO (CDX), CREDO (TOP/ABR);
- текстові файли в форматах, що настраюються користувачем.

*Основні функції:*

- імпорт файлів електронних тахеометрів, представлених в найбільш поширених форматах;
- можливість ручного введення і редагування даних вимірювань, координат і висот точок, кодових рядків;
- індивідуальні настройки проекту - вибір та редагування необхідних характеристик інструменту, точності вимірювань і відображень ліній і кутів, вибір та облік основних поправок до виміряних величинам, вибір необхідної формули для розрахунку допустимого значення висотної нев'язки;
- можливість вибору типу зрівнювання - планове, висотне, планово-висотне;
- основні розрахункові операції - попередня обробка даних (предобработка) і спільне зрівнювання різних планово-висотних геодезичних побудов параметричним способом за методом найменших квадратів;
- перегляд основних розрахункових відомостей - характеристик ходів планового і висотного обґрунтування, відомості ліній і перевищень. Автоматичне розпізнавання неприпустимих розбіжностей виміряних ліній, перевищень, характеристик ходів що перевищили допустиме значення;
- відображення в графічному вікні даних вимірювань - пунктів, зв'язків ПВО, крапок і зв'язків тахеометрії, еліпсів планових і висотних СКО положення пунктів, можливість інтерактивної навігації;
- спрощене відображення лінійних і майданних ТО в графічному вікні;
- створення і редагування лінійних і майданних об'єктів. Зміна геометрії майданного об'єкта під задалегідь задане значення площі, наступними способами - паралельним зміщенням боку, зміщенням вершини вздовж кордону об'єкта. Розділення регіону з його внутрішньої точки по нормалі до його кордонів;
- різні інженерні завдання - ОГЗ за двома пунктами, проекція точки на пряму, перетин прямих, обміри, побудова 4 точки паралелограма.

Вихідними даними для роботи в програмі можуть бути: файли електронних реєстраторів (тахеометрів) і GPS / ГЛОНАСС систем; рукописні журнали вимірювання кутів, ліній і перевищень; координати і висоти вихідних точок; робочі схеми мереж і розрахунків; растрові файли картографічних матеріалів.

### **Робота в програмі «Credo Dat».**

#### *1. Початок роботи.*

Після запуску програми необхідно створити новий проект (Файл-Створити-Проект) і виконати необхідні настройки: клацнувши правою кнопкою миші на поле справа знаходимо пункт Властивості проекту. Налаштування у вкладках Картка проекту і Система координат повинні бути такими, як показано на рис.5.1.

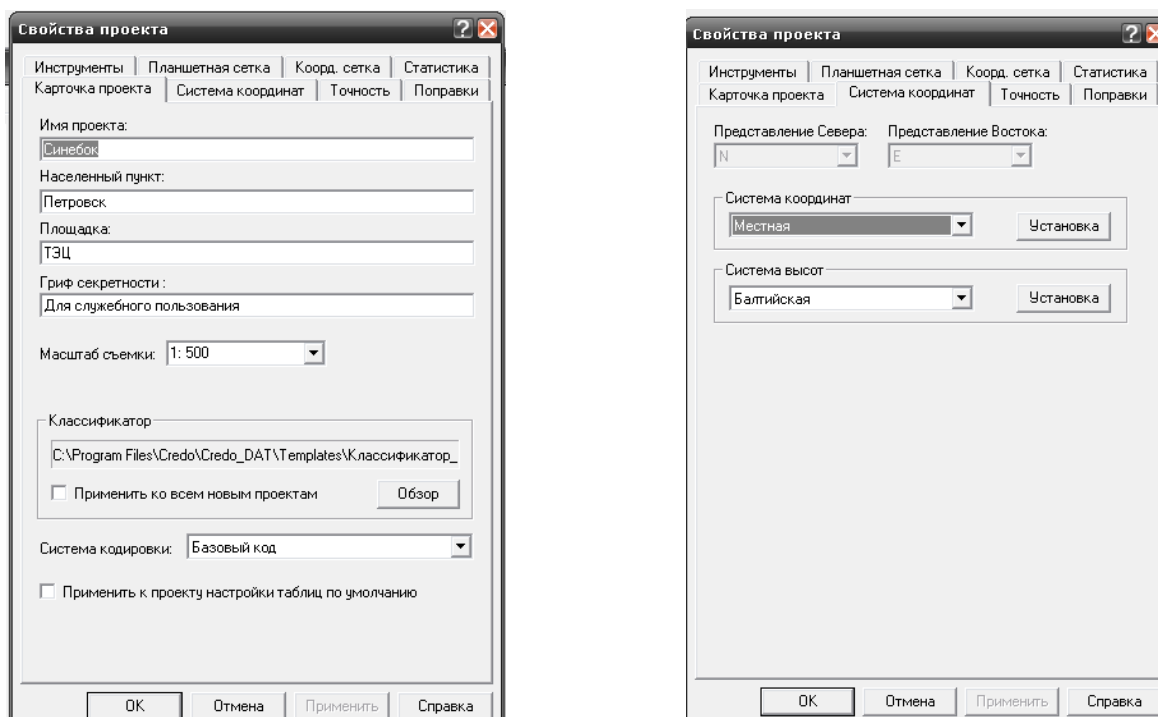


Рис. 5.1. Властивості проекту в програмі «Credo Dat»

## 2. Пункти ПВО.

У вкладці проекту «Пункти ПВО» вводимо по порядку координати вершин та висоти точок теодолітного ходу (рис. 5.2).

	Имя	X	Y	Тип XY	Статус XY
<input type="checkbox"/>	1	79762,750	66051,500	Рабочий	Полярный
<input type="checkbox"/>	2	79782,500	66036,000	Рабочий	Полярный
<input type="checkbox"/>	3	79832,250	66020,000	Рабочий	Полярный
<input type="checkbox"/>	4	79836,500	66046,500	Рабочий	Полярный
<input type="checkbox"/>	5	79853,500	66062,750	Рабочий	Полярный
<input type="checkbox"/>	6	79837,000	66092,000	Рабочий	Полярный
<input type="checkbox"/>	7	79824,750	66063,500	Рабочий	Полярный
<input type="checkbox"/>	8	79813,000	66076,500	Рабочий	Полярный
<input type="checkbox"/>	9	79806,000	66086,500	Рабочий	Полярный
<input type="checkbox"/>	10	79783,500	66075,250	Рабочий	Полярный

Рис. 5.2. Пункти ПВО

Після натискаємо правою кнопкою миші на поле, вибираємо «Показати все» - на схемі відобразиться теодолітний хід (рис. 5.3).

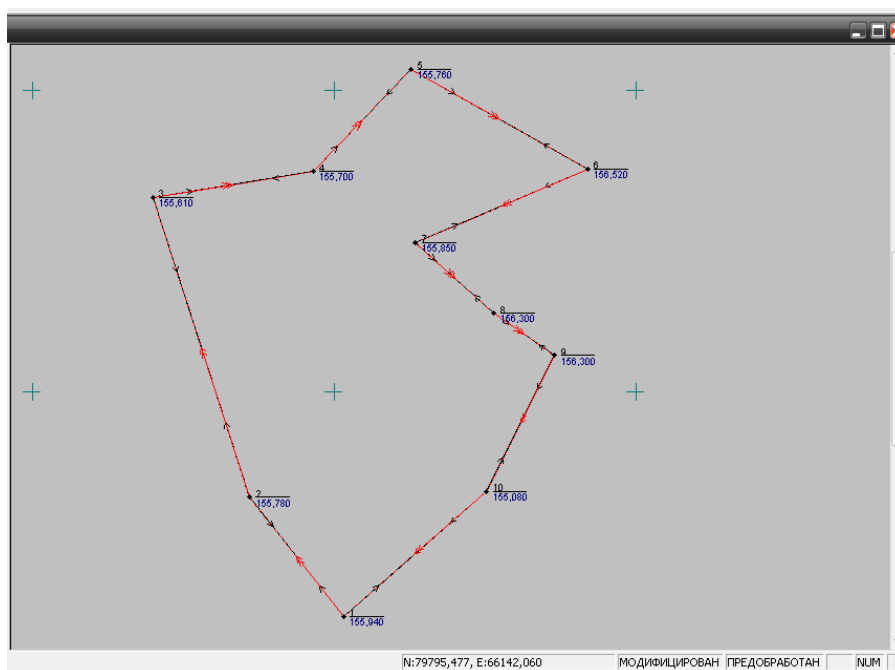


Рис. 5.3. Схема теодолітного ходу


### 3. Теодолітний хід.

У вкладці проекту «Теодолітний хід» заповнюємо нижню таблицю - кути і відстані. Кути починаємо вводити напроти пункту два з першого і по останній (вводити через пропуск «градуси хвилини секунди»), відстані з третього пункту, починаючи з другої відстані. В верхній таблиці міняємо клас на теодолітний хід. і т.д. По завершенню введення необхідно натиснути праву кнопку миші на поле з ходом і вибрати пункт «Попередня обробка» (рис. 5.4).

Пункт	Гор. угол	Верт. угол	Превышение	Расстояние
1				
2	179°00'00,00"			55,400
3	73°00'00,00"			32,150
4	222°00'00,00"			21,000
5	100°30'00,00"			33,500
6	53°00'00,00"			32,100
7	286°00'00,00"			19,500
8	197°00'00,00"			13,000
9	90°30'00,00"			26,500
10	164°00'00,00"			33,000
1	75°00'00,00"			
2				

Рис. 5.4. Теодолітний хід

#### 4. Дирекційні кути.

Вкладка «Дирекційні кути» (рис. 5.5) заповнюється за допомогою інструменту ОГЗ для двох пунктів . За допомогою цього інструменту ставимо курсором крапку в пункті, з якого будемо починати вимір, наводимо на наступний, і отримуємо в віконці дані, які і вбиваємо через пропуск в поле «Дир.кут», заздалегідь заповнивши стовпчики «Пункт» (точка, з якої починаємо відлік) і «Мета» (в якій закінчуємо).

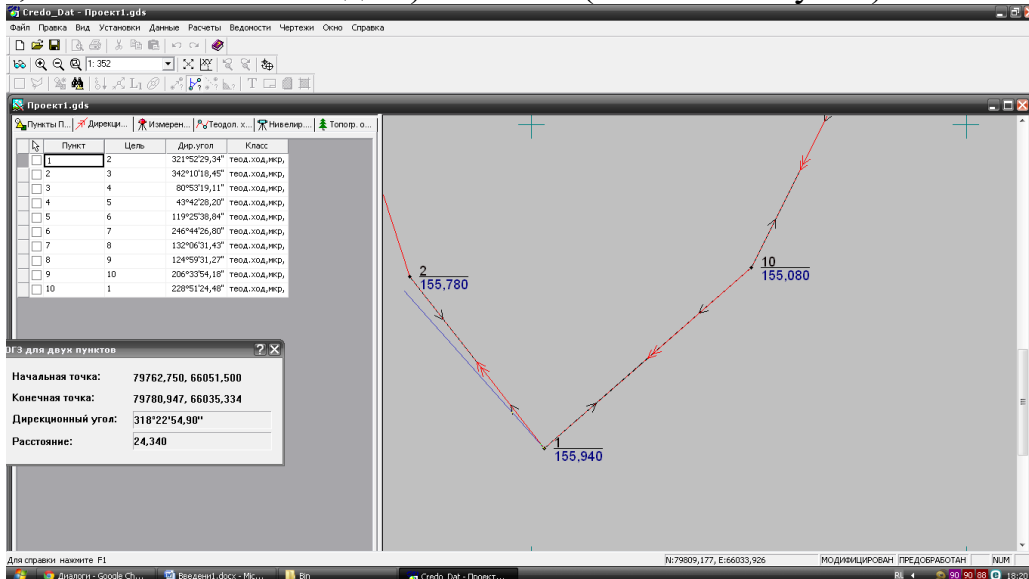




Рис. 5.5. Дирекційні кути

#### 5. Вимірювання.

Вкладку «Вимірювання» (рис. 5.6) слід заповнювати таким чином:

- в верхній таблиці пишемо номер станції, з якого здійснюватиметься вимір;
- у нижній таблиці пишемо дві мети, які видно з цієї станції, по ліву і праву сторону;
- першому напрямку задаємо значення «0°00'00"» по горизонтальному лімбу;
- друге значення вимірюємо за допомогою інструменту розрахунок кута . Для цього наводять спершу на станцію, потім на ціль, закріплена значенням «0°00'00"» і на наступну ціль в цій станції. Отримане значення переписуємо в стовпець «Горизонтальний лімб»;
- відстані вимірюються інструментом ОГЗ для двох пунктів  за аналогією з дирекційними кутами;
- по завершенню кожної станції необхідно виконати «Зрівнювання» (права кнопка миші на поле з ходом - вибрати відповідний пункт).

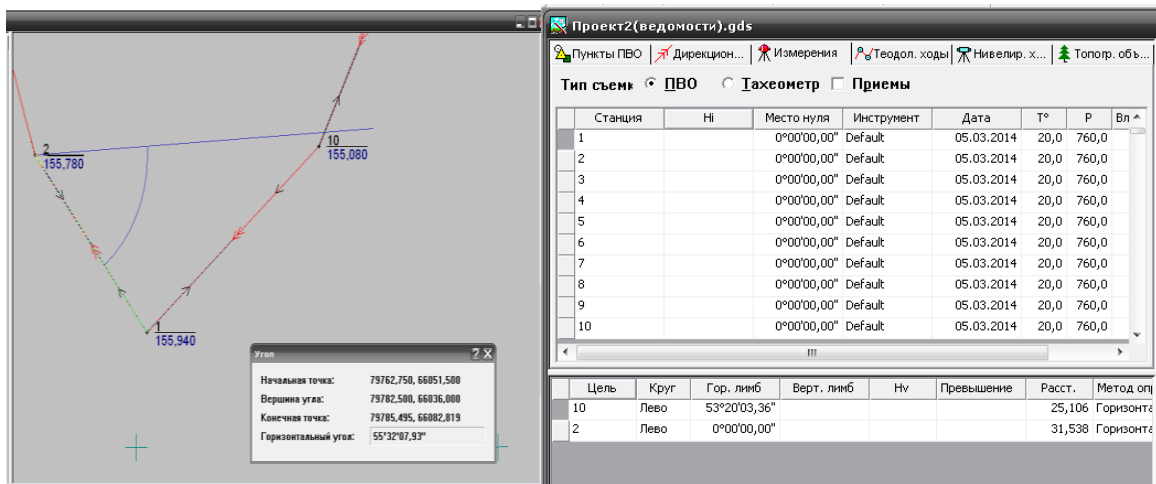


Рис. 5.6. Вимірювання

### 6. Завершення.

Повертаємося у вкладку «Пункту ПВО» і міняємо «Статус (ХУ)» перших двох пунктів на «Вихідний». Робимо пункти «Попередня обробка» і «Зрівнювання» (рис. 5.7).

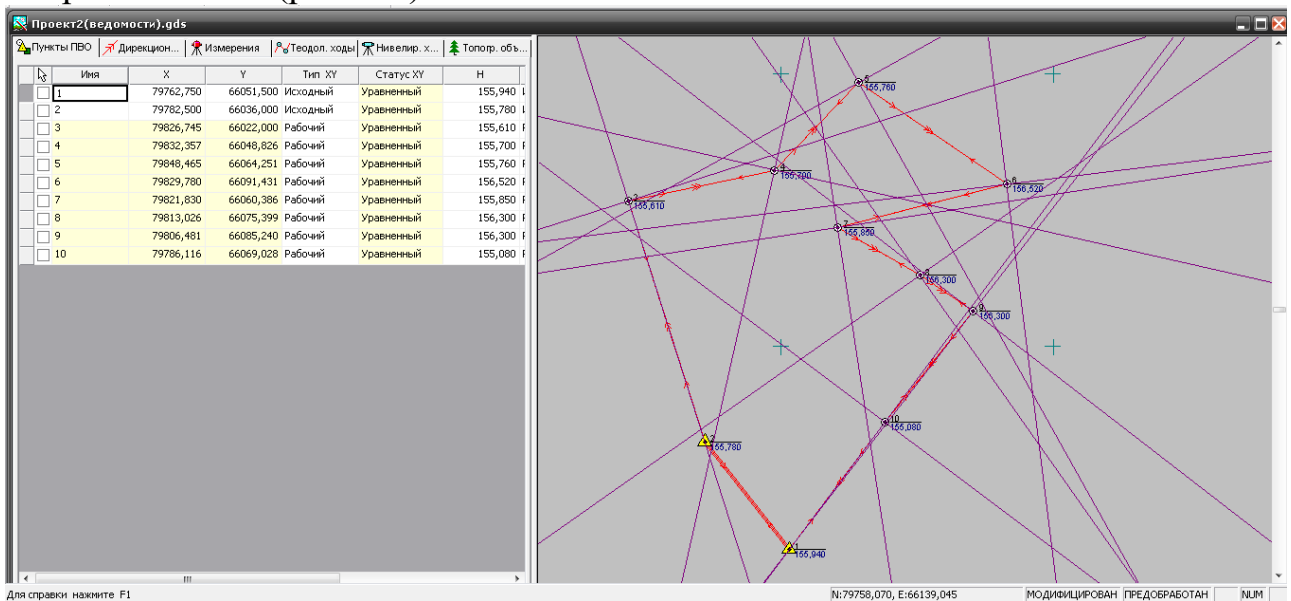


Рис. 5.7. «Попередня обробка» і «Зрівнювання»

### 7. Відомості.

В результаті обчислень отримуємо ряд відомостей, які знаходяться в меню «Відомості» (рис. 5.8) та роздруковуємо.

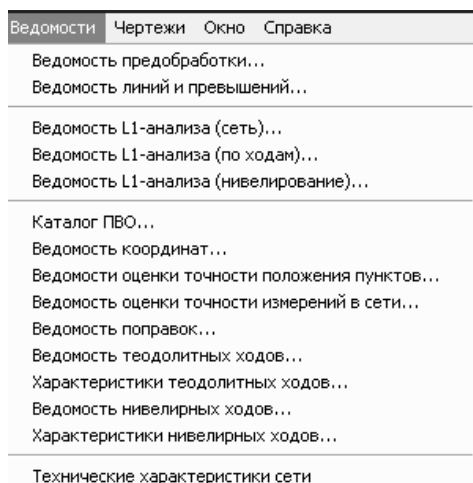


Рис. 5.8. Відомості

### Список літератури

1. Могильний С.Т. Войтенко С.Б. Геодезія. Підручник для вузів – Чернігів, КП "Видавництво „Чернігівські обереги”. 2002 р. – 408с.
2. Норкин С.П., Кузнецов О.Ф. Инженерная геодезия: Учебное пособие. - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2003 –111 с.
3. Новак Б.І., Порицький Г.О., Рафальська Л.П./ Геодезія: Підручник. – 2-ге вид. переробл. та доповн. – К.: "Арістей", 2008. – 284 с.
4. Островський А.Л., Мороз О.І., Тарнавський В.Л. / Геодезія, частина II: Підручник для вузів. Львів. НУ «Львівська політехніка», 2007– 508 с.
5. Геодезія. Частина I. Друге видання виправлене та доповнене / За аг. ред. д. т. н., проф.. С.Г. Могильного і д. т. н., проф., С.П. Войтенка. – Донецьк, 2003. – 458 с.
6. Умовні знаки для топографічних карт масштабів 1:5000 - 1:500.
7. Ратушняк Г.С. Топографія з основами картографії: Навчальний посібник. – Київ: Центр навчальної літератури, 2003. – 208 с.