

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

О.Є. Янкін
А.В. Зуска

ЕЛЕКТРОННІ
ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНІ ПРИЛАДИ
Методичні рекомендації
до виконання лабораторних робіт з дисципліни
студентами спеціальності 193 Геодезія та землеустрій

Дніпро
НТУ «ДП»
2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»



**ФАКУЛЬТЕТ АРХІТЕКТУРИ, БУДІВНИЦТВА
ТА ЗЕМЛЕУСТРОЮ**
Кафедра геодезії

О.Є. Янкін
А.В. Зуска

**ЕЛЕКТРОННІ
ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНІ ПРИЛАДИ**
Методичні рекомендації
до виконання лабораторних робіт з дисципліни
студентами спеціальності 193 Геодезія та землеустрій

Дніпро
НТУ «ДП»
2022

Янкін О.Є.

Електронні інженерно-геодезичні прилади. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з дисципліни студентами спеціальності 193 Геодезія та землеустрій [Електронний ресурс] / О.Є. Янкін, А.В. Зуска ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Електрон. текст. дані. – Дніпро : НТУ «ДП», 2022. – 50 с. – 1 електрон. опт. диск (CD-R). – систем. вимоги : Pentium – П/300; 64 Mb ram ; Microsoft Windows XP ; 60 Mb вільного дискового простору; NET Framework 2.0 – Назва з етикетки диска.

Автори:

О.Є. Янкін, канд. техн. наук, доц.

А.В. Зуска, канд. техн. наук, доц.

Затверджено до видання висновком експертизи навчально-методичних матеріалів (протокол № 6 від 23.06.2022) за поданням науково-методичної комісії зі спеціальності 193 Геодезія та землеустрій (протокол № 3 від 17.02.2022).

Розглянуто комплектацію, будову електронного тахеометра серії Trimble 3300 DR (Trimble 3305 DR), його основні технічні характеристики та функціональні клавіші, послідовність виконання геодезичних вимірювань за його допомогою, способи імпорту та експорту програмним засобом Trimble Data Transfer. Описано опрацювання результатів вимірювань за допомогою програмного засобу CREDO_Dat. Наведено питання для самостійного оцінювання. Орієнтовано на активізацію виконавчого етапу навчальної діяльності студентів.

Призначено для самостійної роботи студентів спеціальності 193 Геодезія та землеустрій під час виконання лабораторних робіт з дисципліни «Електронні інженерно-геодезичні прилади».

Відповідальний за випуск зав. кафедри геодезії В.В. Рябчій, канд. техн. наук, доц.

Зміст

	С.
Вступ	4
1. Призначення, комплектація та будова електронного тахеометра Trimble 3305 DR.....	5
2. Структура меню програмного забезпечення електронного тахеометра Trimble 3305 DR і користування ним	8
3. Виконання геодезичних вимірювань електронним тахеометром	15
4. Імпорт та експорт даних електронного тахеометра	19
5. Опрацювання результатів геодезичних вимірювань	30
Контрольні питання.....	49
Список літератури	50

Вступ

Збільшення обсягу виконуваних геодезичних робіт для вирішення наукових і практичних завдань у різних сферах людської діяльності неодмінно вимагає модернізацію методів вимірювань та інтенсивність їх виконання [1].

У даний час на ринку геодезичного обладнання існує нове покоління приладів, що дозволяють виконувати всі вимірювання в автоматизованому режимі. Такі вимірювальні прилади оснащені вбудованими обчислювальними засобами і пристроями, які створюють можливість реєстрації і зберігання результатів вимірювань, подальшого їх використання на обчислювальних машинах для опрацювання [2].

Сучасні геодезичні прилади сьогодні – це продукт високих технологій, який об'єднує в собі останні досягнення електроніки, точної механіки, оптики та інших наук. Тому необхідно знати будову, розуміти принцип дії цих приладів, уміти проводити перевірки таких приладів і звичайно ж знати, яким чином використовувати програмне забезпечення для опрацювання отриманих даних [2].

Дисципліна «Електронні інженерно-геодезичні прилади» входить до навчальних планів підготовки бакалаврів за спеціалізацією 193 Геодезія та землеустрій і викладається на третьому курсі навчання.

Матеріали методичного забезпечення лабораторних робіт з дисципліни «Електронні інженерно-геодезичні прилади» розроблено відповідно до освітньо-кваліфікаційної характеристики підготовки студентів на здобуття ступеня бакалаврів згаданої спеціальності.

Метою запропонованих методичних рекомендацій є надання допомоги студентам при вивченні дисципліни, заохочення їх до самостійної і творчої роботи.

При засвоєнні наведеного матеріалу, студентами будуть досягнуті результати навчання:

ВК1.11 – Знати і розуміти основні теорії, методи, принципи, технології і методики в сфері інженерної геодезії та будівництва;

ВК1.12 – Обирати методи, засоби та обладнання для виконання інженерно-геодезичних та топографо-геодезичних робіт;

ВК1.13 – Використовувати сучасне геодезичне програмне забезпечення та обладнання для вирішення задач геодезії.

ПРИЗНАЧЕННЯ, КОМПЛЕКТАЦІЯ ТА БУДОВА ЕЛЕКТРОННОГО ТАХЕОМЕТРА TRIMBLE 3305 DR

Навчальні цілі: вивчити призначення, комплектацію та будову електронного тахеометра серії Trimble 3300 DR (Trimble 3305 DR) та його основні технічні характеристики.

1.1. Загальна інформація

Електронний тахеометр Trimble 3305 DR Total Station (рис. 1.1) – універсальний геодезичний цифровий прилад, *призначений* для вимірювань у польових умовах горизонтальних і вертикальних кутів, перевищень, горизонтальних проєкцій і приростів прямокутних координат. За допомогою програмного забезпечення тахеометра виконуються обчислення, результати яких зберігаються в накопичувачі приладу [3].

У комплектацію електронного тахеометра входять (рис. 1.1):

- прилад;
- пластиковий футляр;
- акумулятор;
- зарядний пристрій акумулятора зі шнуром живлення;
- інформаційний шнур під СОМ-порт;
- ключі для ремонту;
- сертифікат.



Рис. 1.1. Зовнішній вигляд електронного тахеометра Trimble 3305 DR та аксесуарів, які входять в його комплектацію

Електронний тахеометр складається із частин, які наведено на рис. 1.2 [3]:

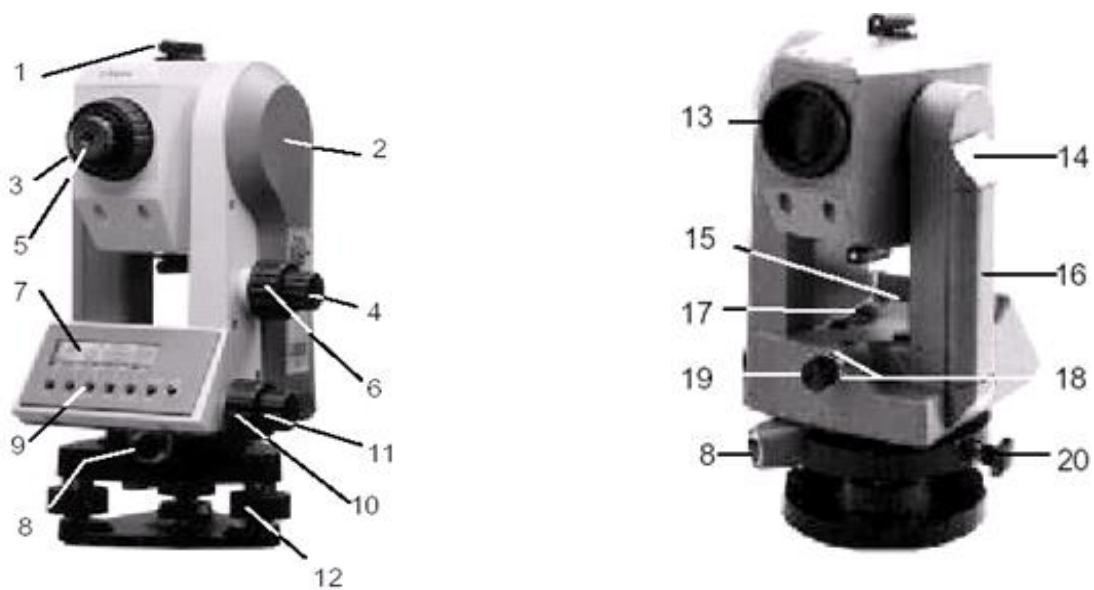


Рис. 1.2. Будова електронного тахеометра Trimble 3305 DR:

1 – коліматорний візир; 2 – позначка для визначення висоти інструменту; 3 – кільце фокусування зорової труби; 4 – закріпний гвинт зорової труби; 5 – окуляр; 6 – навідний гвинт зорової труби; 7 – дисплей; 8 – інтерфейсний порт; 9 – клавіатура; 10 – навідний гвинт алідади горизонтального круга; 11 – закріпний гвинт алідади горизонтального круга; 12 – підйомний гвинт підставки; 13 – об'єktiv з блендою; 14 – замок акумулятора; 15 – циліндричний рівень на алідаді горизонтального круга; 16 – акумулятор; 17 – круглий рівень на алідаді горизонтального круга; 18 – юстирувальні гвинти оптичного центрира; 19 – оптичний центрир; 20 – закріпний гвинт підставки.

1.2. Основні технічні характеристики

1. Точність кутових вимірів – 5 ''.
2. Автоматичний двовісний компенсатор $\pm 3'$, (± 50 mgon).
3. Точність вимірювання відстаней:
 - на призму $\pm (3 \text{ mm} + 2 \text{ ppm})$;
 - стеження $\pm (10 \text{ mm} + 5 \text{ ppm})$.
4. Мінімальна вимірювана відстань – 1,6 м.
5. Дальність вимірювання:
 - на призми: 1 призма – 1000 м, 3 призми – 5000 м; на відбивну плівку 20 мм – 200 м; на відбивну плівку 60 мм – 300 м;
 - у режимі DR (безвідбивний режим): при застосуванні Kodak Grey Card (18% відбиття) – 85 м; – Kodak Grey Card (90% відбиття) – 210 м.

6. Час вимірювання:
 - на призму стандартно – 1,3 с, стеження – 0,5 с;
 - у безвідбивному режимі (DR): стандартно – 1,6 с, стеження – 0,8 с.
7. Джерело оптичного випромінювання: діод оптичного імпульсного квантового генератора – 870 nm; клас лазера –1; атмосферна поправка.
8. Горизонтування приладу: циліндричний рівень 30"/ 2 мм, круглий рівень 10"/ 2 мм.
9. Система наведення – співвісні затискні та навідні гвинти з фіксатором.
10. Система центрування: Trimble 3-pin оптичний центрир вертикальний; збільшення / мінімальна відстань фокусування 3 × / від 0,5 м.
11. Характеристики зорової труби: збільшення 26 × апертура 40 мм, найменша відстань візування – 1,6 м, кут поля зору – 2,6 м / 100 м.
12. Дисплей графічний LCD (128x64) зі світлодіодним підсвічуванням.
13. Клавіатура буквено-цифрова, кількість клавіш – 25.
14. Запис у вбудовану пам'ять на 10000 рядків даних.
15. Імпорт та експорт даних: тип RS232; швидкість передачі інформації до 38 400 біт / с; формат даних – M5 і Nikon.
16. Робоча температура від -20°C до + 50°C.
17. Вологозахист – тип IP56.
18. Джерела живлення – акумулятор, що перезаряджається Ni-MH 6.0 V, 1.3 Ah, час роботи – близько 6 годин.
19. Маса приладу без батареї – 4,7 кг.
20. Маса футляра – 2,5 кг.
21. Розміри приладу 173 × 168 × 347 мм.

1.3. Особливості електронного тахеометра Trimble 3305 DR

1. Наявність програмного забезпечення для вирішення завдань інженерної геодезії.
2. Можливість вимірювань на призму та в безвідбивному режимі (DR), що дозволяє проводити вимірювання об'єктів, які недоступні.
3. Наявність лазерного покажчика, яким зручно виконувати вимірювання в темряві або при малій освітленості.
4. Невелика клавіатура та зручний інтерфейс.
5. Ефективні функції збору даних, які дозволяють вимірювати й автоматично записувати результати вимірів із збереженням їх номера і коду.
6. Мала вага та невелике енергоспоживання.
7. Можливість створення окремих проектів відсутня.

2. СТРУКТУРА МЕНЮ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕЛЕКТРОННОГО ТАХЕОМЕТРА TRIMBLE 3305 DR І КОРИСТУВАННЯ НИМ

Навчальні цілі: вивчити меню програмного забезпечення електронного тахеометра Trimble 3305 DR, основні функціональні клавіші та вбудовані спеціальні функції. Набути практичних навичок встановлення параметрів приладу.

Функціональні клавіші Trimble 3305 DR та вмикання основних команд

Основні функції приладу вмикають клавішами або їх поєднанням (рис. 2.1). У програмному забезпеченні електронного тахеометра використовується мова виробника даного приладу (англійська та російська).

Увімкнення приладу здійснюється клавішею **ON** (рис. 2.1), після чого на короткий час на дисплеї з'являється заставка з логотипом *Trimble*, рік його випуску і початкові налаштування (чисельні значення коефіцієнта відбивача та масштабування вимірювання довжини, температури повітря та атмосферного тиску).

Будь-яке вимірювання виконують натисненням клавіші **MEAS** (рис. 2.1), при цьому в разі включеного звукового сигналу здійснюється його подача. Якщо налаштування або стан приладу не дозволяють виконати вимірювання, то подається звуковий сигнал і на дисплеї зазначається причина відмови вимірювання [3].

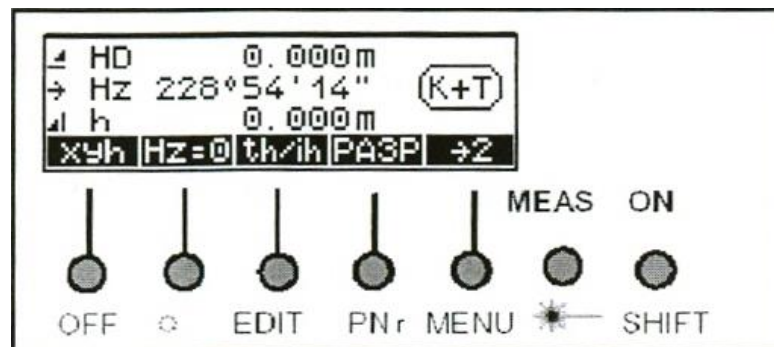


Рис 2.1. Панель керування приладом

Перегляд нумерації точок вимірювань здійснюють командою $\boxed{\rightarrow 2}$ (див. рис. 2.1). При цьому на екрані буде зображено номер наступної знімальної точки (рис. 2.2). Перемикання одиниць вимірювання відстаней виконують командами **m** (метри) або **ft** (фути). Зміну позначок відлічування на горизонтальному крузі здійснюють командою $\boxed{\leftarrow Hz}$ при крузі ліво (КЛ) або $\boxed{Hz \rightarrow}$ при крузі право. Для перевірки роботи компенсатора натискають клавішу **КОНТ** (рис. 2.2), у результаті на дисплеї з'явиться схематичне зображення приладу та позначки регулювання компенсатора **+IN** та **-IN** (рис. 2.3).



Рис. 2.2. Вікно зміни нумерації знімальної точки



Рис. 2.3. Вікно регулювання компенсатора

Командою **РАЗР** (рис. 2.1) викликають меню виконання спеціальних завдань (рис. 2.4). Командою **Кут-напрям** (Угол-направление) (рис. 2.4) визначають кути на вертикальних площинах (рис. 2.5).

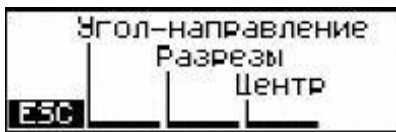


Рис. 2.4. Вікно виконання спеціальних завдань

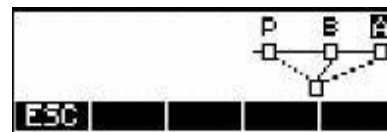


Рис. 2.5. Вікно при визначенні кутів на вертикальних площинах

Визначення перетину двох вертикальних поверхонь, які розташовані під прямим кутом, здійснюють командою **Розрізи** (Разрезы) (див. рис. 2.4), у результаті на дисплеї висвічується вікно – рис. 2.6.

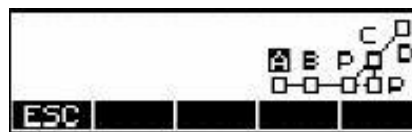


Рис. 2.6. Вікно при визначенні перетину двох вертикальних поверхонь, які розташовані під прямим кутом

Командою **Центр** (Центр) (див. рис. 2.4) розраховують центр кола та його радіус за двома вимірними точками (рис. 2.7). Введення значень висоти приладу і висоти інструменту здійснюють командою **th/ih** (див. рис. 2.1). Для обнулення вихідного напрямку натискають **Hz = 0** (рис. 2.1), при цьому з'являється вікно, у якому виводиться значення горизонтального кута та два показники: **1) зображення зорової труби** та **2) показник вимірювання** (рис. 2.8).

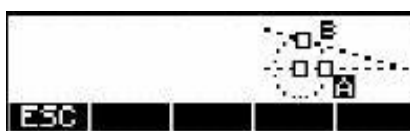


Рис. 2.7. Вікно при визначенні центру кола та його радіуса за двома вимірними точками

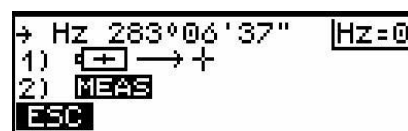


Рис. 2.8. Вікно при обнуленні параметрів

Вибір і встановлення статусу дисплея здійснюють перемикачем режимів вимірювань **ХУН** (див. рис. 2.1), при цьому індикація характеризує конкретний режим вимірювання, який визначається величинами:

- горизонтальним прокладанням *HD*, горизонтальним кутом *Hz* і перевищенням *h*; функція вмикається клавішею *HD* (рис. 2.9);
- координатами *xуh*. Функція вмикається клавішею *xуh* (рис. 2.10);
- похилою відстанню *SD*, горизонтальним кутом *Hz*, місцем zenіту *V*; функція вмикається клавішею *SD* (рис. 2.11);
- горизонтальним кутом *Hz*, місцем zenіту *V*; функція вмикається клавішею *HzV* (рис. 2.12).

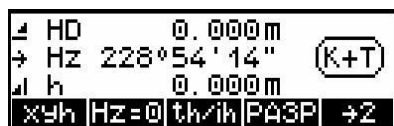


Рис. 2.9. Режим вимірювання *HD*



Рис. 2.10. Режим вимірювання *XYZ*



Рис. 2.11. Режим вимірювання *SD*

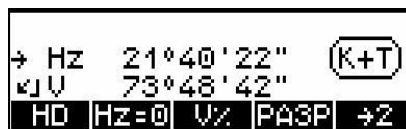




Рис. 2.12. Режим вимірювання *HzV*

Перемикання відбивного та безвідбивного режимів виконують командою **SHIFT-DR** (див. рис. 2.1). *Відбивний режим* (PR)  використовується при вимірах з призми та іншими відбивачами (наприклад, відбивною плівкою). Константа призми та висота відбивача змінюються в меню введення.

Безвідбивний режим (DR)  застосовується при вимірах без призми, при цьому висота наведення за умовчанням дорівнює нулю.

Виклик меню редагування даних виконують клавішами **SHIFT-EDIT**. У цій функції містяться такі команди: перегляд кодів і номерів точок з можливістю їх коригування – **Відл.** (Отс.); скасування зареєстрованих даних – **Відняти** (Выч.); введення налаштувань – **Inp.**; скасування даного завдання – **ESC**. У функції можна переглядати кількість вільних рядків пам'яті тахеометра – індикація **Пам'ять вільна** (Память свобо.), останню адресу записаної інформації – індикація **Остання адреса** (Послед. адрес), показник активації компенсатора і ступінь зарядження акумулятора (рис. 2.13).



Показник активації компенсатора

Ступінь зарядження акумулятора

Рис. 2.13. Вікно показників заповнення пам'яті приладу, стану компенсатора та акумулятора

Назву точок на дисплеї виставляють за допомогою кодів та нумерації. Індикація кодів відображається у верхній частині дисплея та позначається буквою К, а нумерація точок – у нижній його частині та позначається Т. Варіанти індикації кодувань і нумерації знімальних точок показано на рис. 2.14. Для зміни назви точки використовують команду **SHIFT-PNr** на панелі керування (див. рис. 2.1), після чого частина дисплея стає активною (рис. 2.15).

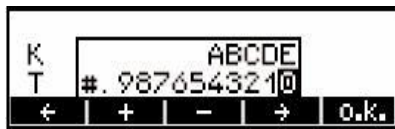


Рис. 2.14. Вікно встановлення кодування (K) і нумерації точок (T)

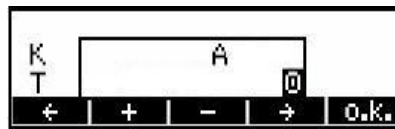


Рис. 2.15. Вікно зміни кодувань і назв знімальних точок

Основне меню вирішення різних завдань (рис. 2.16) викликається натисненням клавіш **SHIFT-MENU** на панелі керування (див. рис. 2.1).



Рис. 2.16. Вікно основного меню вирішення завдань

Увімкнення лазерного показника проводиться натисненням клавіш **SHIFT-*** на панелі керування.

Командою **SHIFT-OFF** (див. рис. 2.1) здійснюється вимкнення приладу.

Для переходу до функцій змін команд завдань натискають клавіші **SHIFT-MENU** (див. рис. 2.1). Після цих дій висвітлиться вікно з переліком команд (рис. 2.17). Для переміщення курсору у вбудованому переліку команд застосовують клавіші **↑** або **↓**. Після пошуку необхідної команди підтверджують її вибір натисненням команди **ТАК** (ДА), у разі скасування команди використовують команду **ESC** (рис. 2.17).

При виконанні команди **1 Введення** (1 Ввод) (рис. 2.17) можливо змінювати значення показників, які висвічуються в меню: **1 Відбивач** (1 Отраж) (Значення постійної відбивача); **2 Коефіцієнт** (2 Коэфф) (Масштабний коефіцієнт); **3 Температура** (3 Темп.) (Значення температури); **4 Тиск** (4 Давл.) (Значення тиску) (рис. 2.18).



Рис. 2.17. Основні функції зміни (команд) виконуваних завдань



Рис. 2.18. Вікно введення чисельного значення відбивача

Командою **2 Вид робіт** (2 Вид работ) (рис. 2.17) звертаються до меню прикладних програм приладу та з переліку функцій вибирають необхідну: **1 Визнач. розмірів** (1 Опред. размеров) (Визначення недоступної відстані); **Визнач. висоти** (2 Опред. высоты) (Визначення висоти недоступного об'єкта); **3 Прямокут. коорд.** (3 Прямоуг. коорд.) (Вимірювання відносно базису); **4 Пол. корд., висоти** (4 Пол. коорд., высоты) (Вимірювання у вертикальній площині); **5 Обчисл. площ.** (5 Выч. площ.) (Обчислення площі).

На рис. 2.19 наведено приклад вибору команди **1 Визн. розмірів** (1 Опред. размеров).

Для визначення координат станції різними способами застосовують команду **3 Визн. коорд.** (3 Опр. коорд.) (див. рис. 2.17). В меню вибирають функції: **1 Зворотна засічка** (1 Обратная засечка); **2 Відома станція** (2 Известная станция) (Прив'язка інструмента на вихідному пункті); **3 Стан. за висотою** (3 Стан. по высоте) (Прив'язка інструмента за висотою); **4 Полярний спосіб** (4 Полярный способ) (Полярний спосіб визначення координат); **5 Розбиття** (5 Разбивка) (Розмічувальні роботи).

Приклад визначення координат станції за допомогою зворотної засічки наведено на рис. 2.20.

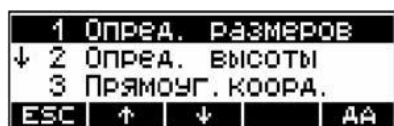


Рис. 2.19. Вікно вибору виду робіт



Рис. 2.20. Вікно визначення координат станції зворотною засічкою

Командою **4 Налашт. інстр.** (4 Уст. INSTR.) змінюють показники налаштування приладу наведених у меню: **1 Кути** (1 Углы) – встановлюється дискретність кутів; **2 Довжини** (2 Длины) – встановлюється дискретність вимірювання довжин; **3 Верт. кут** (3 Верт. уг) – використовується система відліку вертикальних кутів; **4 Сист. коорд.** (4 Сист. коорд) – вибирається розташування осей координат; **5 Коорд. диспл.** (5 Коорд. диспл.) – вибирається порядок виведення на дисплей координат; **6 Температура** (6 Температура) – змінюють тип одиниць вимірювання температури; **7 Тиск** (7 Давление) – змінюють тип одиниць вимірювання тиску; **8 Час вимкн.** (8 Время откл.) – виставляється час автоматичного вимкнення приладу; **9 Звук** (9 Звук) – (Увімкнення / вимикання звукового сигналу); **10 Кути** (10 Углы) – встановлюються одиниці виміру кутів; **11 Довжини** (11 Длины) – встановлюються одиниць виміру відстаней; **12 Підсвічування** (12 Подсветка) – виконується підсвічування дисплея; **13 Контр/Сітка** (13 Контр/Сетка) – регулюється контрастність дисплея (рис. 2.21).



а)



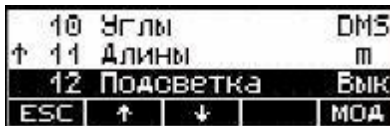
б)



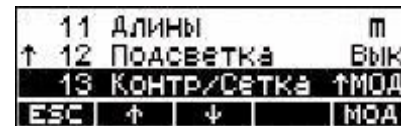
в)



г)



д)



е)

Рис. 2.21. Приклады выбора параметров (а – кратность кутів, б – система координат, в – температура, г – довжина, д – підсвічування дисплея, е – контрастність дисплея)

Командою **5 Уст. інтерф.** (5 Уст. интерф.) встановлюють параметри передавання даних, наведених у меню: **1 Запис** (1 Запись) (Тип запису); **2 Введення параметр.** (2 Ввод параметр) (Введення параметрів); **3 Формат** (3 Формат) (Формат запису даних); **4 Парність** (4 Четность) (Парність); **5 Швидк. перед.** (5 Ск. перед.) (Швидкість передавання даних); **6 Протокол** (6 Протокол) (Протокол); **7 Позиція К** (7 Позиция К) (Кількість позначок місць у рядку для коду точки); **8 Позиція Т** (8 Позиция Т) (Кількість позначок місць у рядку для номера точки); **9 Позиція 1** (9 Позиция 1) (Кількість позначок місць у рядку для додаткової інформації); **10 Реєстр. Т-О.** (10 Реестр. Т-О.) (Вмикання / вимикання паузи при передаванні даних); **11 РС - Демо** (11 РС - Демо) (Вмикання / вимикання режиму демонстрації) (рис. 2.22).

Командою **6 Передавання даних** (6 Передача данных) перемикають показники передавання даних при виконанні імпорту **1 МЕМ – Периферія** (1 МЕМ – Периферия) та при виконанні експорту **2 Периферія - МЕМ** (2 Периферия – МЕМ) (рис. 2.23).



Рис. 2.22. Приклад встановлення інтерфейсу (парності)



Рис. 2.23. Приклад зміни типу передавання даних (імпорт з приладу на комп'ютер)

Командою **Упдейт / Сервіс** (Упдейт / Сервис) оновлюють програмне забезпечення приладу. Змінюють також показники: **Упдейт Сервіс** (Оновлення); **F0 – EDM** (рис. 2.24).



Рис. 2.24. Вікно оновлення програмного забезпечення

Командою **Вимір. відстан.** (Изм. расст.) виставляються параметри при вимірюванні відстаней, а саме: **1 DR – меню** (меню вимірювання відстаней), **2 Надалек.** (Сверхдальн) (режим підвищеної потужності), **3 Лаз показ вимк** (3 Лаз ук вык) (лазерний показчик), **4 EDM T-Out** (пауза в далекомірних вимірах) (рис. 2.25).



Рис. 2.25. Приклад встановлення режимів вимірювання відстані

3. ВИКОНАННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ ЕЛЕКТРОННИМ ТАХЕОМЕТРОМ

Навчальні цілі: запланувати порядок виконання робіт. Виконати перевірку роботи всіх складових частин електронного тахеометра. Залежно від умов роботи встановити налаштування приладу. Виконати роботу на станції.

Порядок виконання роботи

3.1. Установлення приладу в робоче положення

Ніжки штатива 1 розмістити над точкою стояння на зручній для спостережень висоті та зафіксувати їх, використовуючи гвинти штатива 2. Установити прилад на майданчику штатива 3. Дивлячись через оптичний центрир 5, зафіксувати його центр над точкою стояння, використовуючи підйомні гвинти підставки тахеометра (рис. 3.1). Переміщенням окуляра оптичного центрира у втулці відфокусувати зображення центру пункту (рис. 3.2). Регулюючи ніжки штатива 1, привести пляшечку круглого рівня 6 у нуль-пункт. Повернути рухому частину приладу на 90° і, переставляючи ніжки штатива 1, знову привести пляшечку круглого рівня 6 у нуль-пункт. Повертаючи прилад навколо вертикальної осі, перевірити його горизонтальність. У разі необхідності повторити всі описані вище дії.

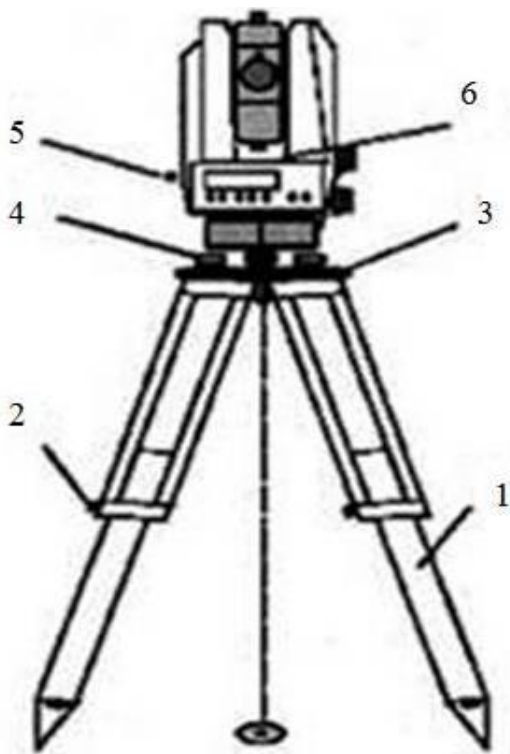


Рис. 3.1. Установлення приладу в робоче положення

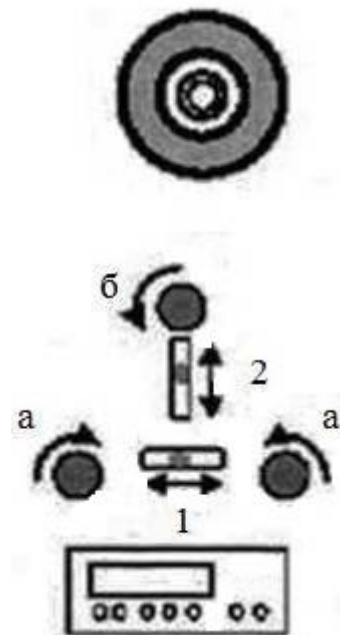



Рис 3.2. Горизонтування та центрування приладу

3.2. Послідовність дій на станції при виконанні зйомки

1. Для включення приладу натискають кнопку **ON** на панелі керування (рис. 2.1).

2. При необхідності очищення пам'яті натискають комбінацію клавіш **SHIFT-EDIT**. На екрані з'явиться меню режиму контролю пам'яті та роботи з нею (рис. 3.3). Вибирають команду **Вирахув.** (Выч.) і підтверджують **Так** (Да).

3. При застосуванні програмної клавіші **Inp** з'явиться вікно режиму введення координат (рис. 3.4). Вибирають режим введення координат клавішею **XYZ**, роблять необхідні налаштування і підтверджують вибір клавішею **ENTER**. Після цих дій клацають по клавіші перехід 

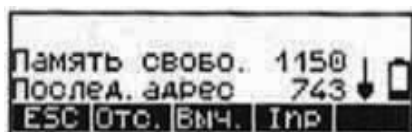


Рис 3.3. Меню режиму контролю та роботи з пам'яттю

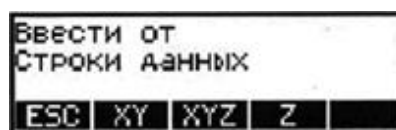


Рис 3.4. Вікно режиму введення координат

При необхідності виходу з даної функції застосовують клавішу **ESC**.

4. Для введення номера і коду точки стояння на панелі керування натискають комбінацію клавіш **SHIFT-PNr** (Рис. 2.1). У вікні введення номера і коду точки (рис. 3.5), використовуючи програмні клавіші (+ або -), установлюють назву точки стояння. Підтверджують вибір клавішею **o.k.** Клацають двічі по клавіші **ESC** для виходу до первісного вікна панелі керування.

5. Для введення номера і коду точки наведення натискають комбінацію клавіш **SHIFT-PNr**. З'явиться вікно введення номера та коду точки (рис. 3.6). Використовуючи програмні клавіші (+ або -), установлюють назву точки наведення. Підтверджують запис клавішею **o.k.**

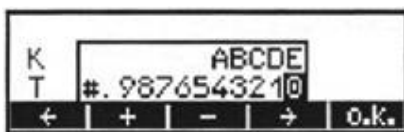


Рис 3.5. Вікно режиму введення номера і коду точки

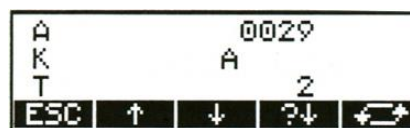


Рис 3.6. Приклад введення точки стояння A2

6. Вводять чисельні значення висоти наведення, висоти приладу і висоти станції. Для цього на панелі керування натискають програмну клавішу **th/ih**, у результаті чого з'явиться вікно встановлення значення висоти наведення, висоти приладу і висоти станції (рис. 3.7).

На дисплеї (рис. 3.7) вибирають команду значення висоти наведення **th**, у результаті чого з'явиться вікно встановлення висоти наведення (рис. 3.8). Клацнувши по клавіші введення, активують частину дисплея.



Рис 3.7. Вікно встановлення значень висоти наведення, висоти приладу і висоти станції

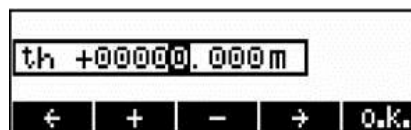


Рис 3.8. Вікно встановлення висоти наведення

Програмною клавішею (+ або -) встановлюють на дисплеї чисельне значення висоти наведення. У прикладі (рис. 3.11) висота наведення $th = 2,100$ м. Підтверджують правильність введеної величини клавішею **o.k.**

На дисплеї натискають клавішу встановлення значення висоти приладу **ih** (рис. 3.12).

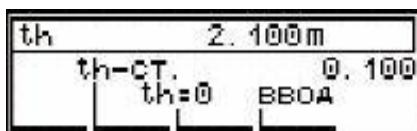


Рис 3.9. Вікно встановлення значення висоти наведення



Рис 3.10. Вікно введення даних

За допомогою рулетки вимірюють висоту приладу. Клацнувши по клавіші введення, вводять чисельне значення висоти приладу **ih** (рис. 3.11). Підтверджують правильність введення клавішею **Так** (Да) (рис. 3.12).

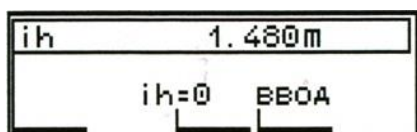


Рис 3.11. Вікно введення висоти приладу

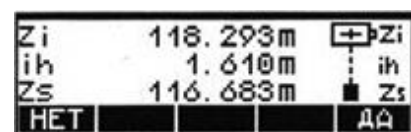


Рис. 3.12. Вікно введення висотної позначки

Вводять назву та код точки наведення (наприклад, A1), натиснувши комбінацію клавіш **SHIFT-PNr** (рис. 3.13).

Змінюють режим зйомки, переключившись у режим вимірювань – похила відстань **SD** / горизонтальне прокладання **H_z** / zenітна відстань **V** (рис. 3.14).

Натискають клавішу **H_z = 0** на панелі керування (рис. 2.11) для підготовки до обнулення результатів вимірювань (рис. 3.15).



Рис. 3.13. Приклад введення назви точки наведення



Рис. 3.14. Меню вимірювань

Наводять перехрестя ниток зорової труби на опорну точку. Фіксують зорову трубу закріпними гвинтами. Натискають клавішу **MEAS** для обнулення параметрів начального напрямку (рис. 3.16).

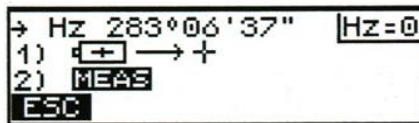


Рис. 3.15. Меню підготовки обнуління результатів вимірювань



Рис. 3.16. Меню вимірювань (обнуління параметрів)

Для виконання відлічування необхідно клацнути по клавіші **MEAS** ще раз.

Для введення номера знімальної точки застосовують комбінацію клавіш **SHIFT-PNr**, при цьому з'явиться вікно введення номера знімальної точки. Вводять назву знімальної точки (рис. 3.17).

Натискають клавішу **MEAS**, переконавшись, що чисельні значення вимірюваних величин відлічені (рис. 3.18).



Рис. 3.17. Вікно введення номера знімальної точки

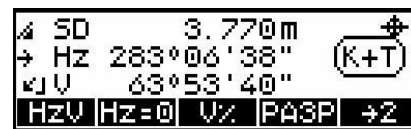


Рис. 3.18. Вікно при відлічуванні на знімальну точку

Відповідно до рис. 3.18 значення похилої відстані $SD = 3,770$ м, горизонтального кута $H_z = 283^{\circ}06'38''$, зенітної відстані – $63^{\circ}53'40''$.

4. ІМПОРТ ТА ЕКСПОРТ ДАНИХ ЕЛЕКТРОННОГО ТАХЕОМЕТРА

Навчальні цілі: вивчити прикладну програму Trimble Data Transfer та порядок дій при імпорті та експорті даних електронного тахеометра.

4.1. Загальна інформація

У програмному забезпеченні програми Trimble Data Transfer використовується мова виробника даного приладу (англійська та російська).

Для виконання роботи потрібен електронний тахеометр Trimble 3305 DR зі сформованим файлом вимірювань у його накопичувачі, інформаційний шнур, персональний комп'ютер (ПК) із встановленим на нього програмним забезпеченням Trimble Data Transfer.

При передаванні даних з тахеометра на комп'ютер необхідно спочатку активувати програмне забезпечення Trimble Data Transfer, а потім – процес передачі даних на електронному тахеометрі.

4.2. Послідовність дій на комп'ютері при імпорті даних

Електронний тахеометр з'єднують з ПК за допомогою кабелю (інформаційного шнура), що додається в комплекті (рис. 4.1).



Рис. 4.1. Електронний тахеометр, кабель та ПК

На комп'ютері запускається програма Trimble Data Transfer, після чого на екрані висвічується вікно **Передавання даних** (Передача данных) (рис. 4.2).



Рис. 4.2. Вікно програми Trimble Data Transfer при імпорті та експорті даних

У разі отримання даних з накопичувача приладу натискають клавішу **Отримати** (Получить), а при необхідності відправлення даних на накопичувач приладу – **Надіслати** (Послать) (рис. 4.2).

Спочатку необхідно вибрати в переліку програми бажаний тип пристрою. Для цього натискають команду **Пристрої** (Устройства), вибирають тип пристрою та підтверджують правильність вибору клавішею **ОК**. На екрані з'явиться вікно переліку характеристик пристроїв: «Ім'я», «Розташування» та «Клас пристрою» («Имя», «Расположение» та «Класс устройства») у табличному вигляді (рис. 4.3).

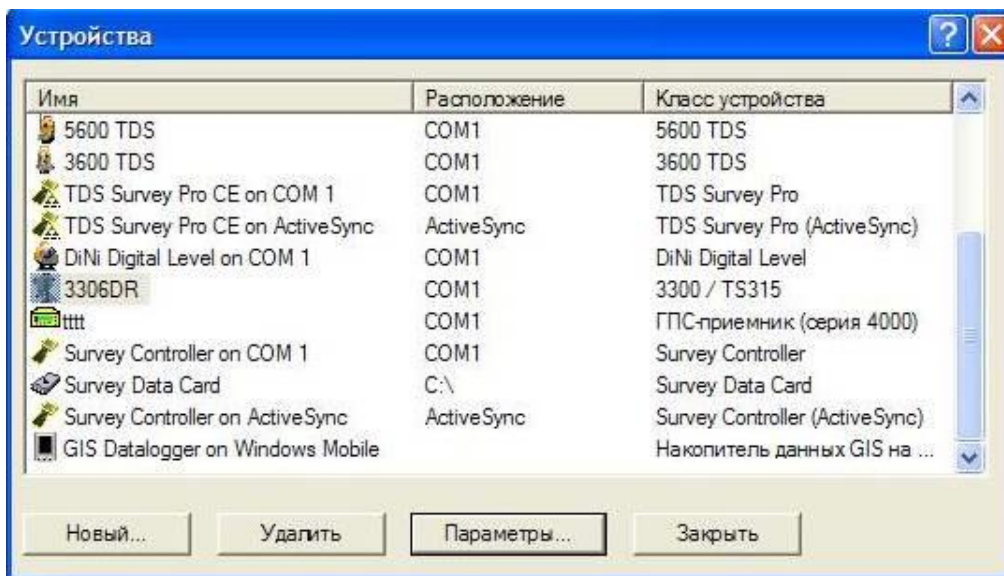


Рис. 4.3. Вікно списку пристроїв для підключення

Якщо в переліку відсутній ярлик необхідного пристрою, то він створюється натисканням клавіші **Новий** (Новый) (рис. 4.4). Йому надається бажана назва (наприклад, 3306DR) (рис. 4.5).

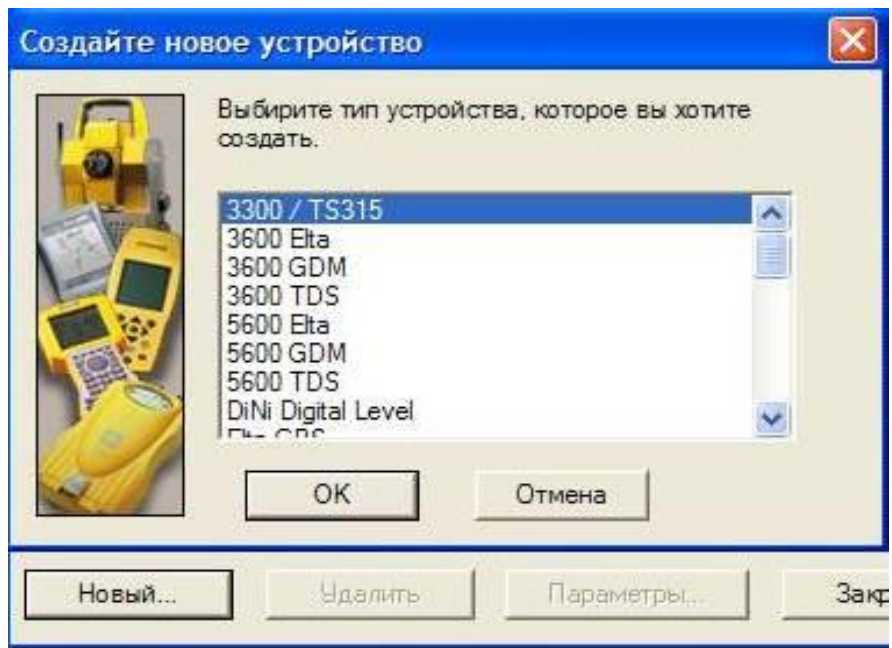


Рис. 4.4. Вікно створення ярлика нового пристрою

Вибирається тип необхідного пристрою (наприклад, 3306DR) (рис. 4.5).

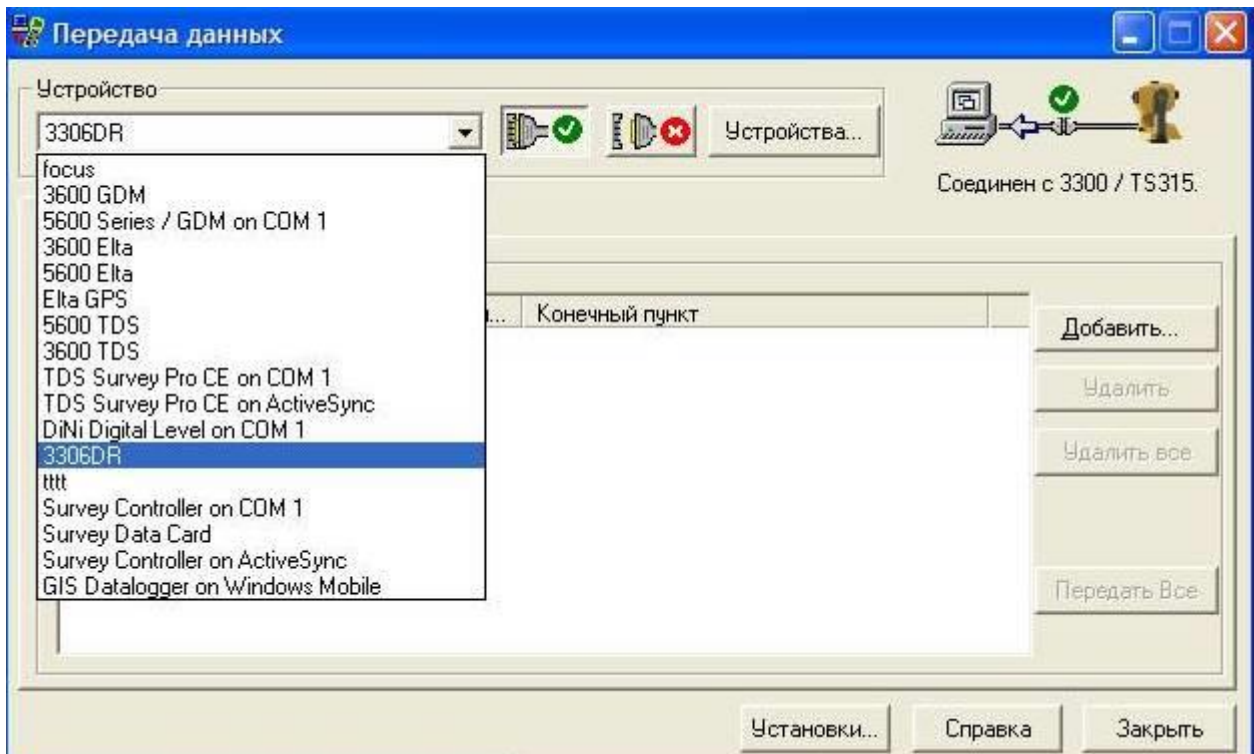



Рис. 4.5. Вікно вибору пристроїв перед з'єднанням

Для з'єднання з пристроєм клацають клавішу **З'єднати** (Соединить) . У разі успішного з'єднання у верхній правій частині вікна відобразиться символ з пояснювальним написом **З'єднаний...** (Соединен ...) (рис. 4.6).


У разі зміни типу пристрою або відсутності з'єднання потрібно натиснути на клавішу **Роз'єднати** (Рассоединить) . При цьому у верхній правій частині відобразиться символ з пояснювальним написом **Не з'єднано** (Не соединено) (рис. 4.6).



Рис. 4.6. З'єднання та роз'єднання з пристроєм 3306DR

Необхідні налаштування виставляють клавішею **Установки** (Установки). Після цього у вікні налаштувань вибирають необхідні показники **Запит файлу на перезапис**, **Зробити резервну копію файлів даних**, **Видалити файли з пристрою після передачі** (Запрос файла на перезапись, Сделать резервную копию файлов данных, Удалить файлы из устройства после передачи) та фіксують їх встановленням прапорців (рис. 4.7).

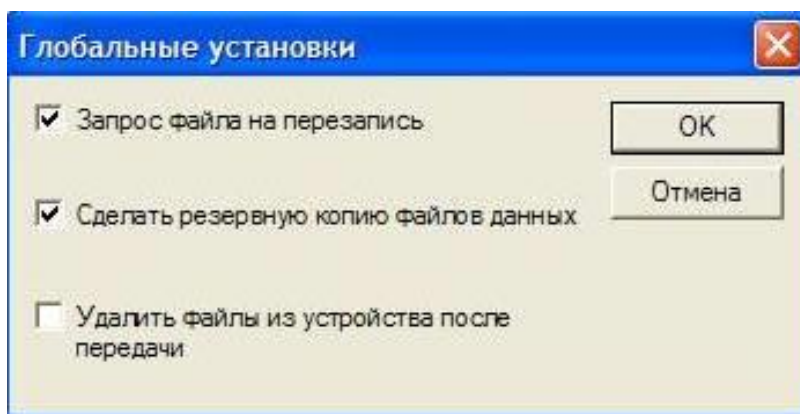


Рис. 4.7. Вікно «Глобальні установки» (Глобальные установки)

На комп'ютері створюється папка, у яку будуть передаватися дані з накопичувача тахеометра. На панелі натискається клавіша **Додати** (Добавить) (див. рис. 4.5), після чого з'явиться вікно, у командних рядках якого наведено встановлений тип файлу, шлях до файлу і тип пристрою (рис. 4.8).

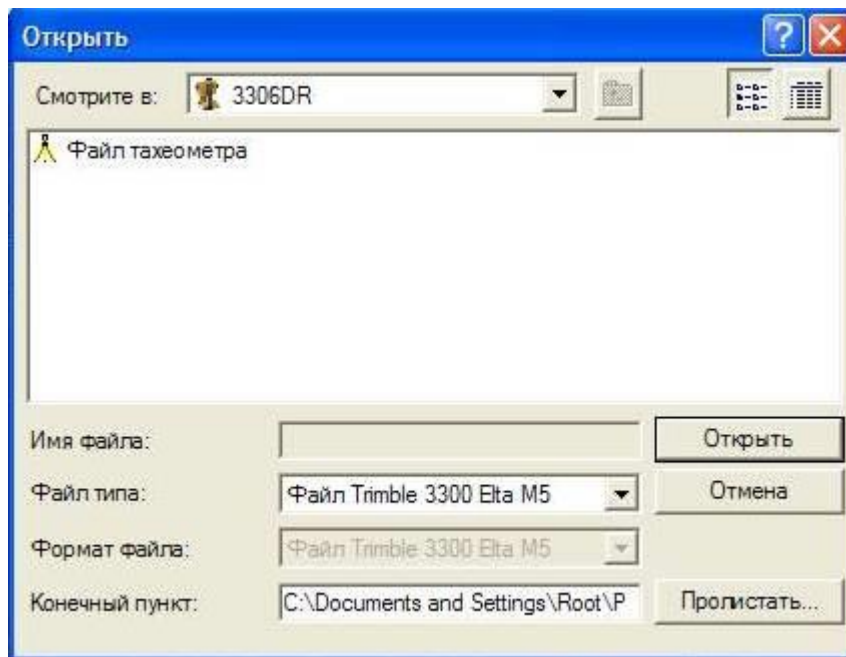


Рис. 4.8. Вікно відкриття файлу тахеометра (Етап 1)

Щоб вказати шлях до папки, у яку імпортуються дані, на панелі відкриття файлу тахеометра натискають клавішу **Погорнути** (Пролистать), відкривши вікно **Огляд папок** (Обзор папок) (рис. 4.9).

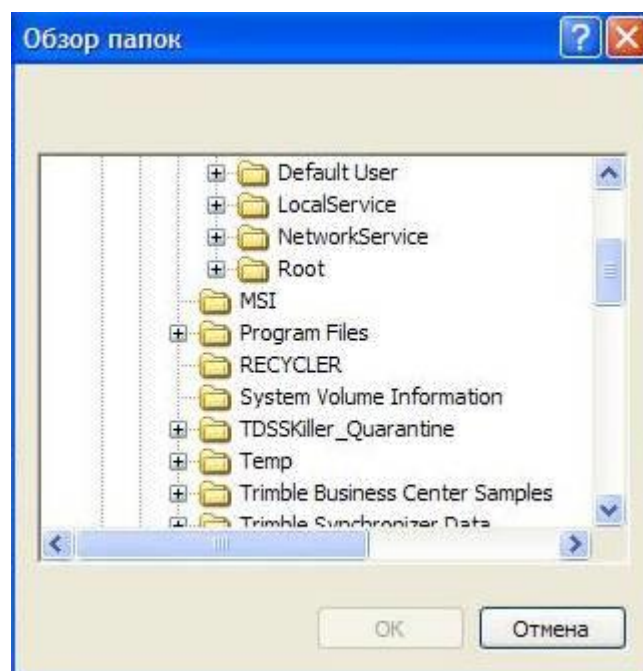


Рис. 4.9. Вікно огляду папок

При огляді папок на комп'ютері вибирається необхідна папка (наприклад, MSI). Вибір підтверджується клавішею **ОК** (рис. 4.10).

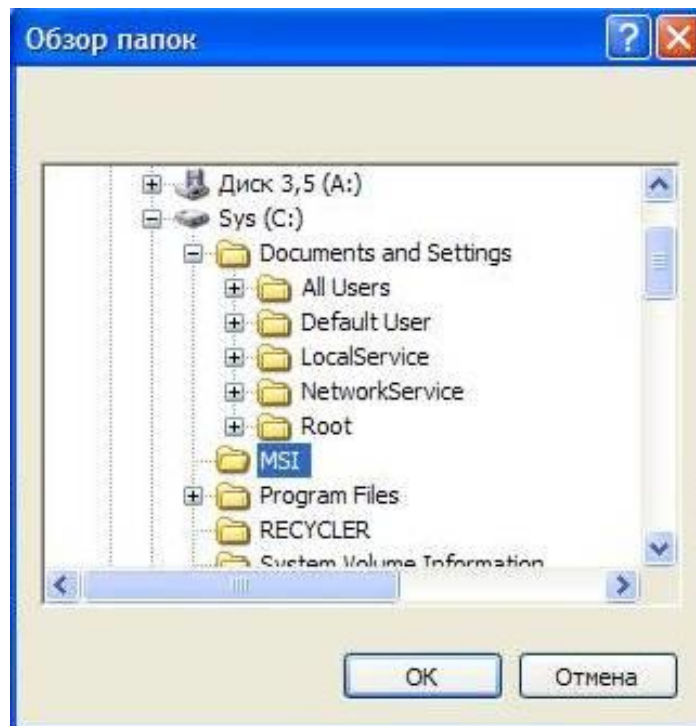


Рис. 4.10. Вікно вибору робочої папки MSI

Курсором виділяють ярлик **Файл тахеометра** та натискають клавішу **Відкрити** (Открыть) (рис. 4.11).

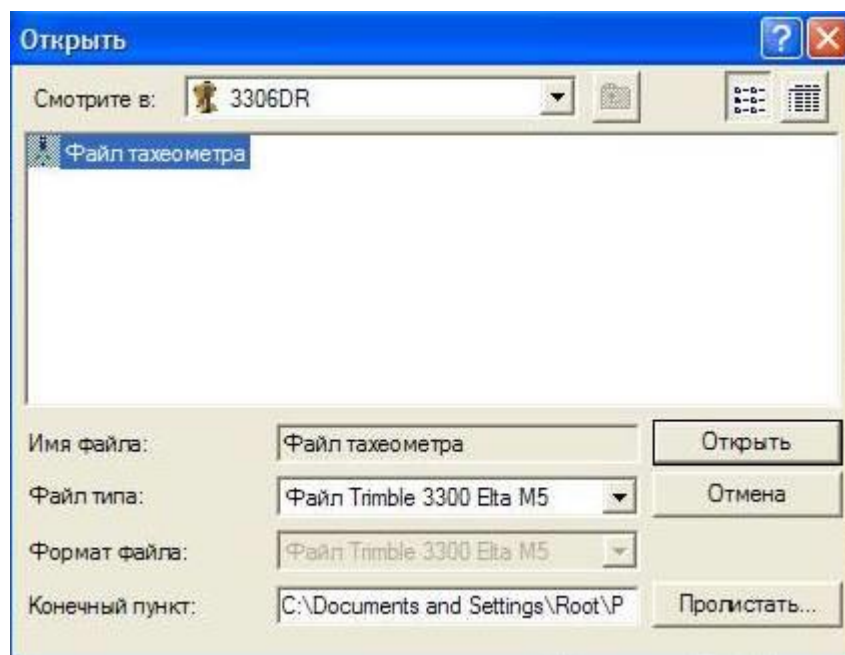


Рис. 4.11. Вікно відкриття файлу тахеометра (Етап 2)

З'явиться вікно **Передавання даних** (Передача даних), у якому зазначаються дані розташування й обсягу файлу. Натискається клавіша **Передати усе** (Передать все) (рис. 4.12).

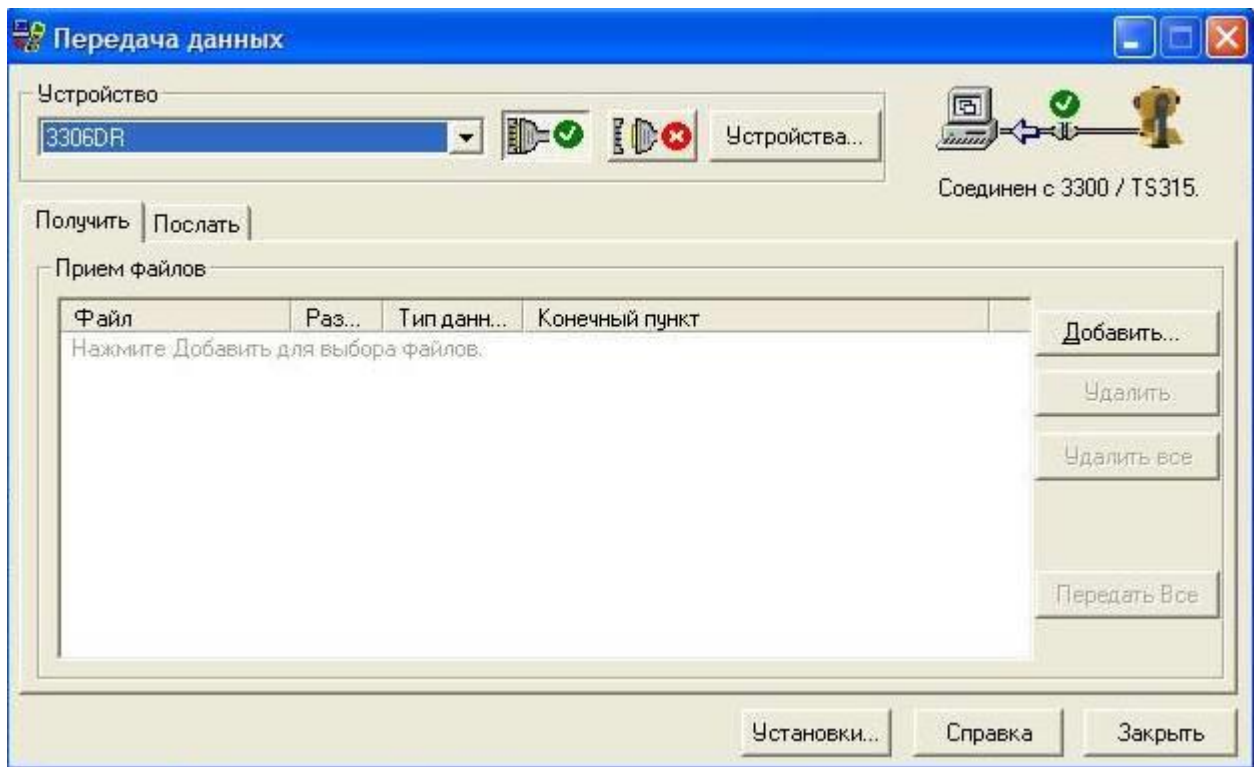


Рис. 4.12. Вікно «**Передавання даних**» (Передача данных)

При правильно виконаних діях на екрані з'явиться вікно **Приймання...** (Приём...), у якому висвічується рядок **Початок передавання файлу на віддалений пристрій** (Начало перевода файла на удаленное устройство) (рис. 4.13) і виконується передавання даних, яке супроводжується візуалізацією в діалоговому вікні (рис. 4.14).

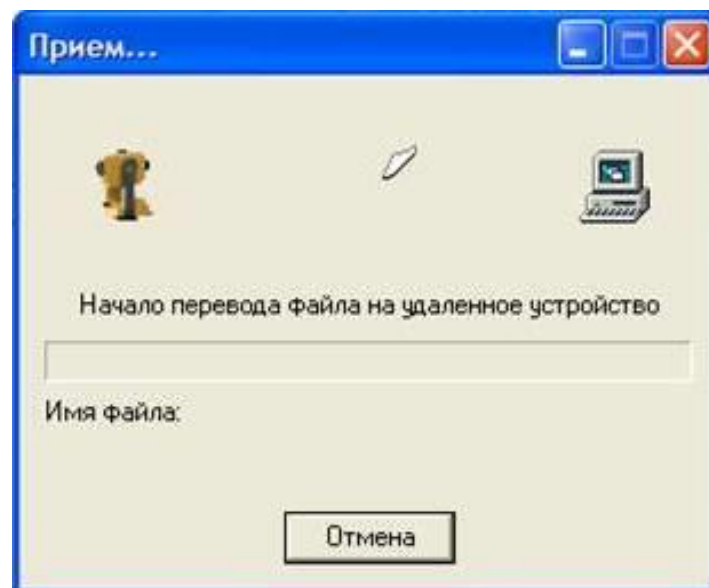


Рис. 4.13. Вікно «**Приймання...**» (Приём...)



Рис. 4.14. Вікно «Приймання...» (Приём ...) з візуалізацією передавання даних

4.3. Послідовність дій на приладі при імпорті даних

Установлюються необхідні для списування параметри. Для цього звертаються до головного меню приладу та вибирають опцію **Встан. інтерф.** (Уст. інтерф.) (рис. 4.15).



Рис. 4.15. Вибір опції «Встановлення інтерфейса» (Установка интерфейса)

При встановленні формату файла (наприклад, M5) звертаються до команди **Формат** і вибирають параметри швидкості передачі даних (наприклад, 4800) – натискається опція **Швидк. перед.** (Ск. перед), потім – **Протокл ХОН / ХOFF**, **Парність** (Четность) – **even** (рис. 4.16).

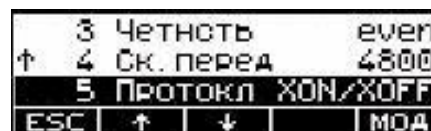


Рис. 4.16. Встановлення формату та швидкості передачі даних

На панелі електронного тахеометра одночасно натискаються дві клавіші **SHIFT-MENU**. У меню обирається опція **Перетвор. даних** (Преобразов. данных) (рис. 4.17), а також виконується команда **МЕМ-Периферія** (МЕМ-Периферия) (рис. 4.18).

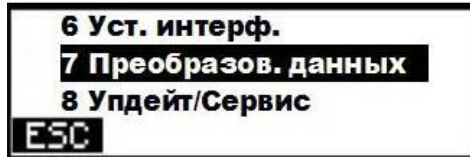


Рис. 4.17. Вид дисплея при обиранні опції

Для передавання всіх даних проводиться натискання клавіш – **Так** (Да) і **Усі** (Все) (рис. 4.18).



Рис. 4.18. Вид дисплея при передаванні даних

При передаванні даних на дисплеї відображаються значення їх параметрів (рис. 4.19), які обов'язково необхідно перевірити.

У рядках **Прийняти** (Принять) та **Прийнято** (Принято) має бути однаковий показник (рис. 4.20).

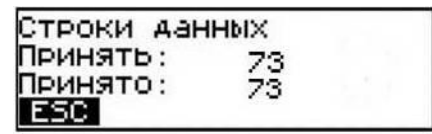


Рис. 4.19. Вид дисплея в процесі передавання даних

Рис. 4.20. Вид дисплея при прийнятих даних

Якщо передавання даних здійснено коректно, то у вікні висвічується показник переведених байт (наприклад, 357). У разі необхідності можна відмінити цей процес клавішею **Відміна** (Отмена) (рис. 4.21).

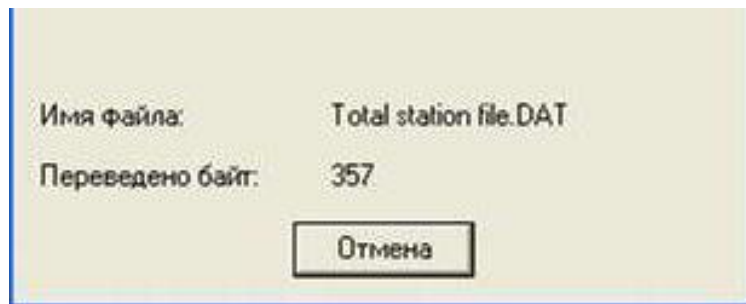


Рис. 4.21. Вікно процесу передавання даних

У вікні **Передавання закінчено** (Передача закончена) наводиться інформація про успішне передавання даних файла та відображається шлях до

нього. Для уточнення більш детальної інформації клацають по клавiшi **Детальніше...** (Подробнее...), а для завершення роботи необхідно натиснути на клавiшу **Закрити** (Закреть) (рис. 4.22).

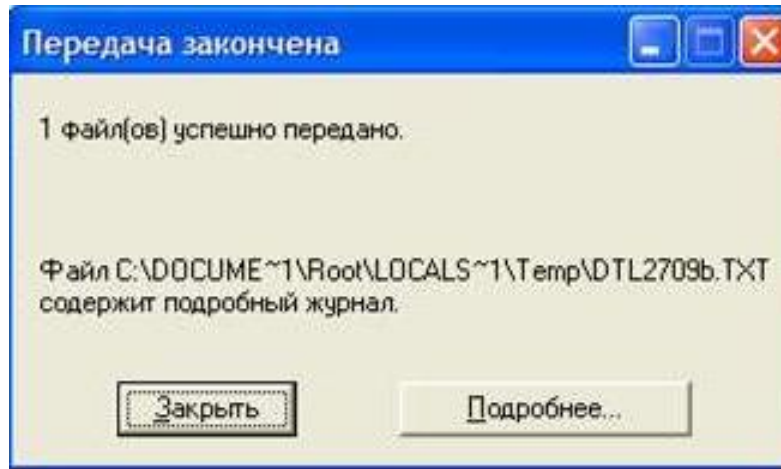


Рис. 4.22. Вікно завершення передавання даних

Після виконання імпорту даних на комп'ютері сформується файл одного з типів (M5 або R5) залежно від використаного електронного тахеометра.

Кожен формат має особливості щодо розташування даних.

Формат даних M5 – це стандартний формат для геодезичних систем Trimble 3000 і для великих геодезичних систем Zeiss Elta. В ньому містяться 5 блоків у рядку, а саме: 1 адресний блок, 1 інформаційний блок і 3 блоки з цифровими даними. Усі 5 блоків даних забезпечені ідентифікатором типу. 3 блоки з цифровими даними містять 14 цифр. У доповненні до десяткової крапки і знаку вони містять цифрові значення із заданим числом десяткових цифр після коми. Інформаційний блок містить 5 цифр і може бути від 1 до 99999.

Рядок даних формату M5 складається із 121 символу (байта). Множення цього числа на номер адреси (рядка) визначає обсяг файлу проекту в байтах. Порожні місця в файлі формату M5 є важливими параметрами і не повинні бути видалені.

На прикладі зазначено рядок даних формату M5 з адресою 176 і координатами (XYZ), записаними в метрах. Ідентифікатор точки 1 – DDKS S402 4201 (рис. 4.23).

Файл	Правка	Формат	Вид	Справка	
For M5 Adr 00001 PI1	t1 X	0.000 m	Y	0.000 m Z	0.000 m
For M5 Adr 00002 TI INPUT	th	1.470 m	ih	1.520 m	
For M5 Adr 00003 PI1	gp2 SD	4.778 m	Hz	359.5959 DMS V1	85.3944 DMS
For M5 Adr 00004 PI1	gp1 SD	61.718 m	Hz	160.0536 DMS V1	91.0131 DMS
For M5 Adr 00005 PI1	1 SD	66.864 m	Hz	163.2823 DMS V1	91.2403 DMS
For M5 Adr 00006 PI1	2 SD	73.460 m	Hz	162.5450 DMS V1	91.2009 DMS
For M5 Adr 00007 PI1	3 SD	79.436 m	Hz	161.4105 DMS V1	91.1144 DMS

Рис. 4.23. Структура запису в форматі M5

У результаті виконання наведених вище дій прилад формує перший рядок опису станції, де зазначені її номер, код, назва точки, команда дії, координати і висота. Зразок рядка в форматі R5 наводиться на рис. 4.24.

For R5 | Adr 0001 | KR 3 120 | X 1000.000 m | Y 1000.000 m | Z 100.000 m |

Рис. 4.24. Структура запису в форматі R5

4.4. Завершення роботи

Виходять у початкове меню приладу. Відключають живлення приладу натисканням сполучення клавіш **SHIFT-Off**. Від'єднують інформаційний шнур. Тахеометр та інші складові приладу складають у футляр і закривають.

5. ОПРАЦЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ГЕОДЕЗИЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ

Навчальні цілі: вивчити основні функції прикладної програми CREDO_Dat та виконати опрацювання результатів вимірювань.

5.1. Загальні відомості

Програма CREDO_Dat призначена для автоматизації камеральної обробки польових інженерно-геодезичних даних і вимірювань, виконаних з використанням традиційних засобів координатних визначень (тахеометри, далекоміри, теодоліти і т. ін.), а також глобальних навігаційних супутникових систем і цифрових нівелірів.

Основні сфери застосування:

- проектування і створення опорних планово-висотних міських, межових, інженерних, спеціальних мереж;
- геодезичне забезпечення будівництва;
- підготовка просторової інформації для кадастрових систем (наземні методи збору).

5.2. Послідовність виконання роботи

На комп'ютері створюють папку та дають їй назву.

Активують програму CREDO_Dat натисканням ярлика на робочому столі комп'ютера. На екрані з'являється робоче поле проекту (рис. 5.1).

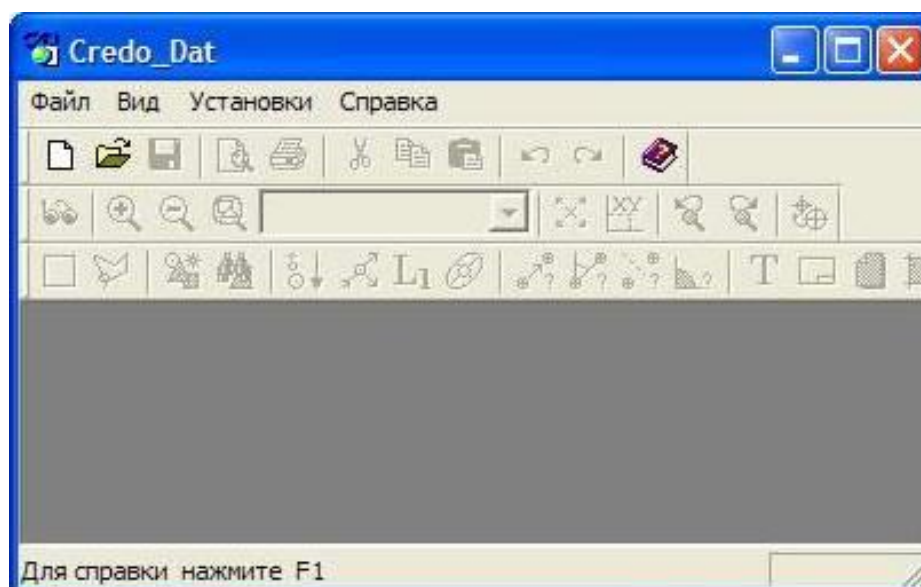


Рис. 5.1. Робоче вікно проекту

Для ознайомлення зі складовими частинами вікна проекту послідовно виконують команди **Файл – Створити – Проект** (Файл – Создать – Проект) (рис. 5.2).

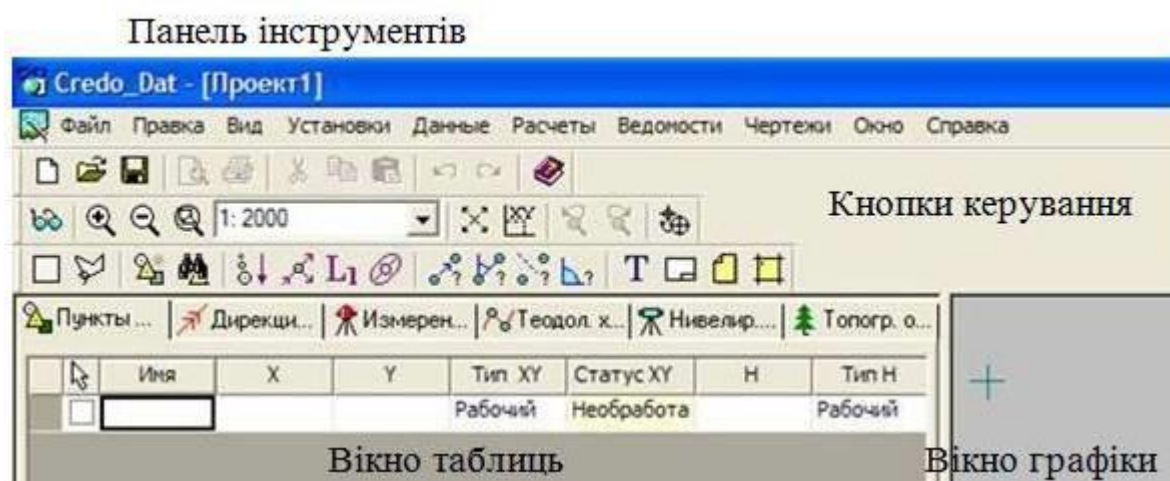


Рис. 5.2. Робоче вікно проекту з вікнами даних

5.3. Налаштування початкових параметрів проекту

Початкові параметри встановлюються в меню **Вигляд** (Вид) (кількість, склад панелей інструментів і вид відображення рядка стану) і **Встановлення** (Установки) (зазначаються системи координат і висот, шаблони вихідних документів, вид таблиць, загальні налаштування програми) (рис. 5.3).

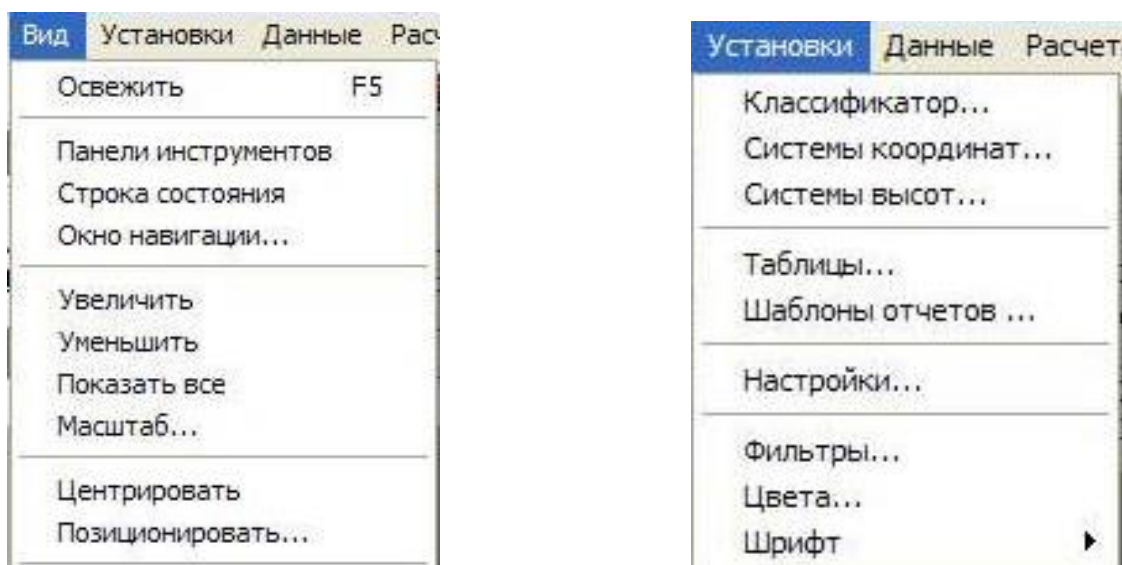


Рис. 5.3. Налаштування початкових параметрів проекту

У рядках меню **Інструменти** (Инструменты) наводяться параметри використовуваного комплексу польових приладів і допоміжного обладнання (рис. 5.4).

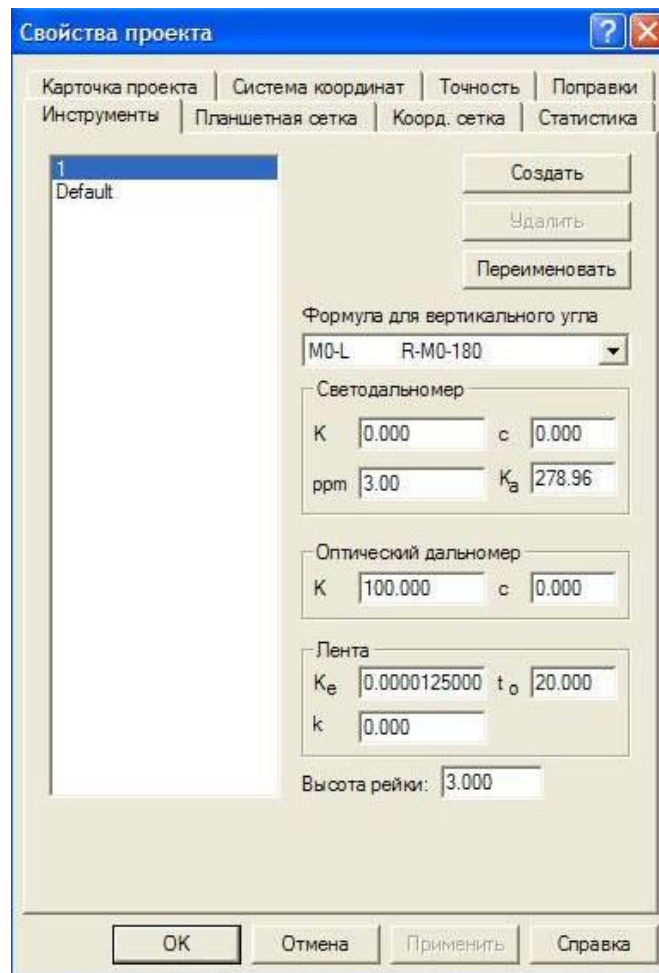


Рис. 5.4. Функция «Инструменты» (Инструменты)

В меню **Світлодалекомір** (Светодальномер) вводяться такі значення:

– формула для вертикального кута – вибирається системою або встановлюється користувачем зі списку; за кожним інструментом може бути закріплена тільки одна формула для розрахунку вертикальних кутів, на відміну від самих приладів, де можна налаштувати, у якому режимі виконуватимуться вимірювання: вертикальні кути, зенітні відстані, перевищення і т. ін.;

K – це поправка приладу (+/- мм на 1 км); при відсутності значення дорівнює 0; індивідуальний коефіцієнт притаманний кожному приладу;

ppm – індивідуальна поправка для кожного типу світлодалекоміра, яка бере участь в обчисленні ваг ліній під час зрівнювання або проектування мереж (мм на 1 км); наводиться в паспорті приладу і є змінною частиною середньоквадратичної похибки (СКП) виміряної лінії;

c – коефіцієнт є характеристикою комплекту «інструмент + відбивач», який складається з постійних приладу і відбивача, мм;

K_a – складова частина поправки відповідно до метеорологічних умов, залежить від довжини хвилі випромінювача і є характеристикою кожного типу інструменту, наводиться в паспорті приладу.

Можливо також опрацьовувати результати вимірювань, які отримані оптичним далекоміром або стрічкою.

У рядку **Оптичний далекомір** (Оптический дальномер) вводяться:

K – коефіцієнт далекоміра, за його відсутності – 100;

c – постійна далекоміра і рейки.

У рядку **Стрічка** (Лента) вводяться:

K_e – коефіцієнт розширення матеріалу стрічки (рулетки), за його відсутності – 0,0000125;

k – коефіцієнт компарування, поправка в метрах на 1 метр лінії, за його відсутності – 0;

t_0 – температура на момент компарування;

T – температура на момент зйомки.

Меню **Картка проекту** (Карточка проекта) включає в текстові поля: **Ім'я проекту**, **Населений пункт**, **Майданчик**, **Гриф секретності**, **Масштаб зйомки**, **Класифікатор**, **Система кодування** (Имя проекта, Населенный пункт, Площадка, Гриф секретности, Масштаб съёмки, Классификатор, Система кодировки), які потім будуть використовуватися для зарамкового оформлення креслень і відомостей (рис. 5.5).

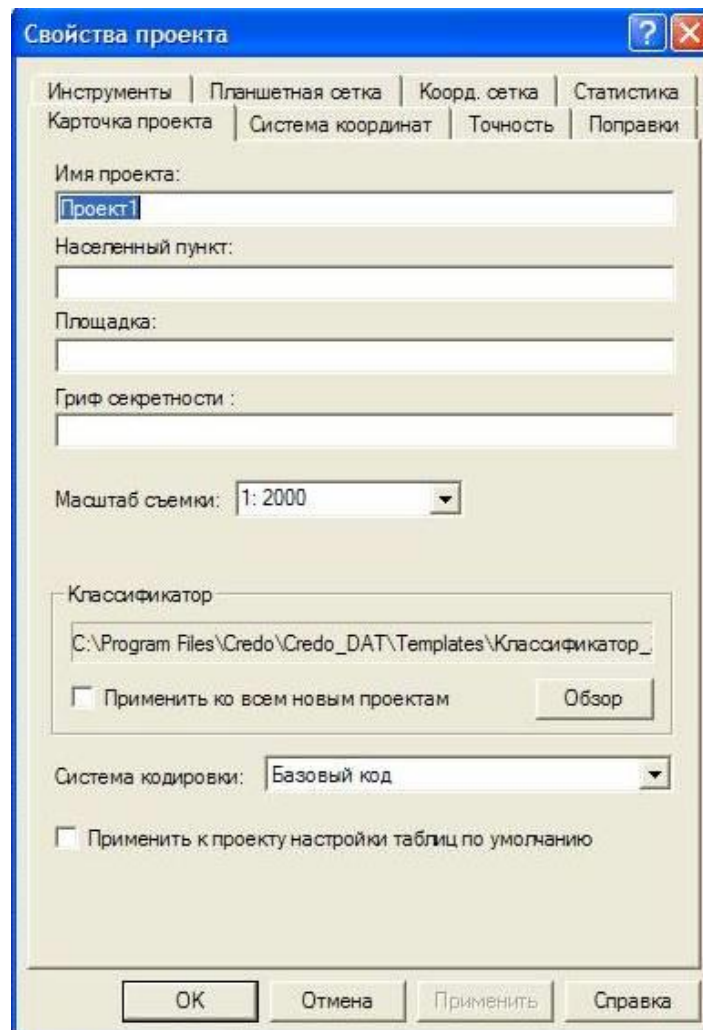


Рис. 5.5. Картка проекту

Масштаб зйомки визначає ступінь деталізації відображення елементів проекту в вікнах **План** (План) та **Креслення** (Чертеж) (стиль і розмір елементів креслення, характер розбиття на планшети, параметри координатної сітки).

У меню **Планшетна сітка** (Планшетная сетка) наводяться ступені відображення (**Відобразити/Отобразить**) та їх активність (**Активна/Активная**) (рис. 5.6).

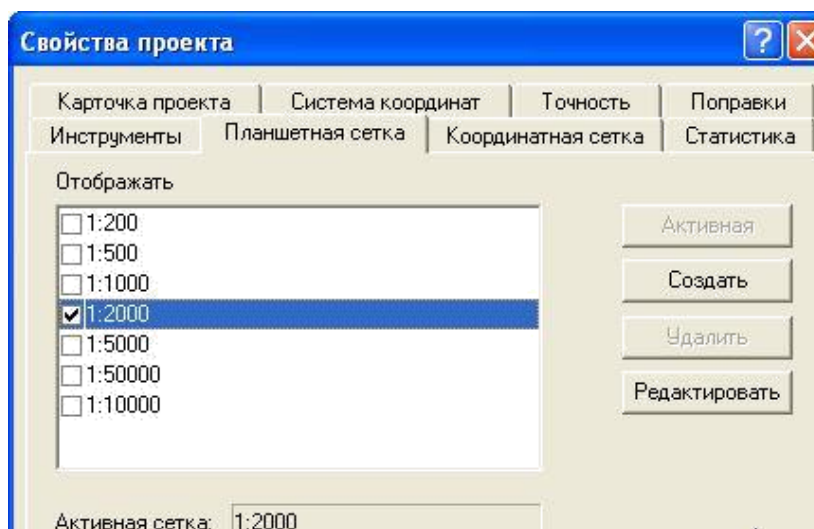


Рис. 5.6. Розграфлення планшетної сітки

У меню **Координатна сітка** (Координатная сетка) встановлюються параметри відображення координатної сітки: **Крок** (Шаг) – 200 м, у рядку **Вид відображення** (Вид отображения) – **Хрести у вузлах** (Кресты в узлах).

Граничний масштаб відображення (Предельный масштаб отображения) зйомки наводиться у рядку **Масштаб зйомки** (Масштаб съёмки) (рис. 5.7).

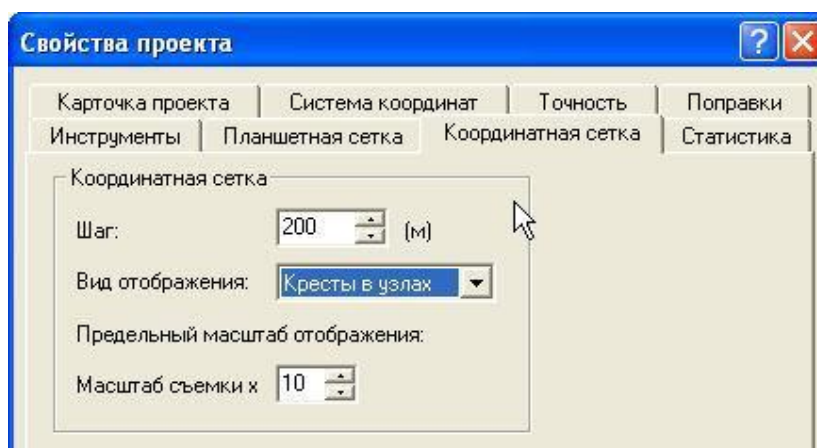


Рис. 5.7. Налаштування координатної сітки

Дії зі створення або видалення системи координат і висот виконуються в меню **Система координат** (рис. 5.8). Для проекту система координат повинна бути **Місцева** (Местная), а система висот **Балтійська** (Балтийская).

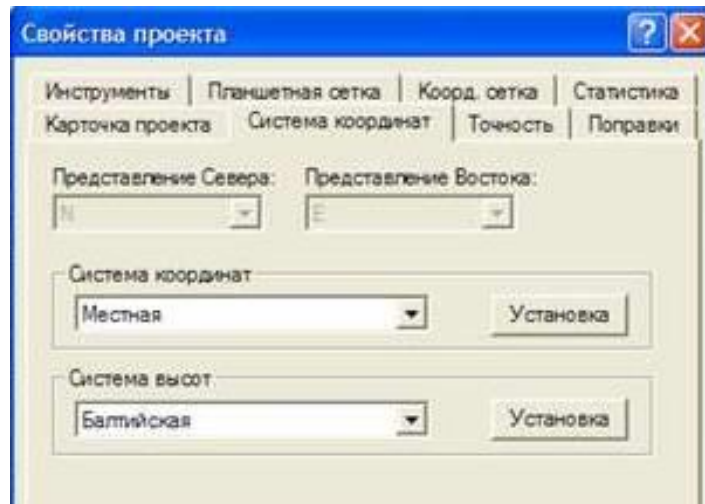


Рис. 5.8. Вибір систем координат і висот

У меню **Точність** (Точность) для планових і висотних мереж зі списку вибирається потрібний клас, необхідний при виконанні розрахунків (рис. 5.9). Користувач у таблицях вибирає тільки сам клас точності, для цього наведені апріорні значення показників, вибрані з діючих нормативних документів.

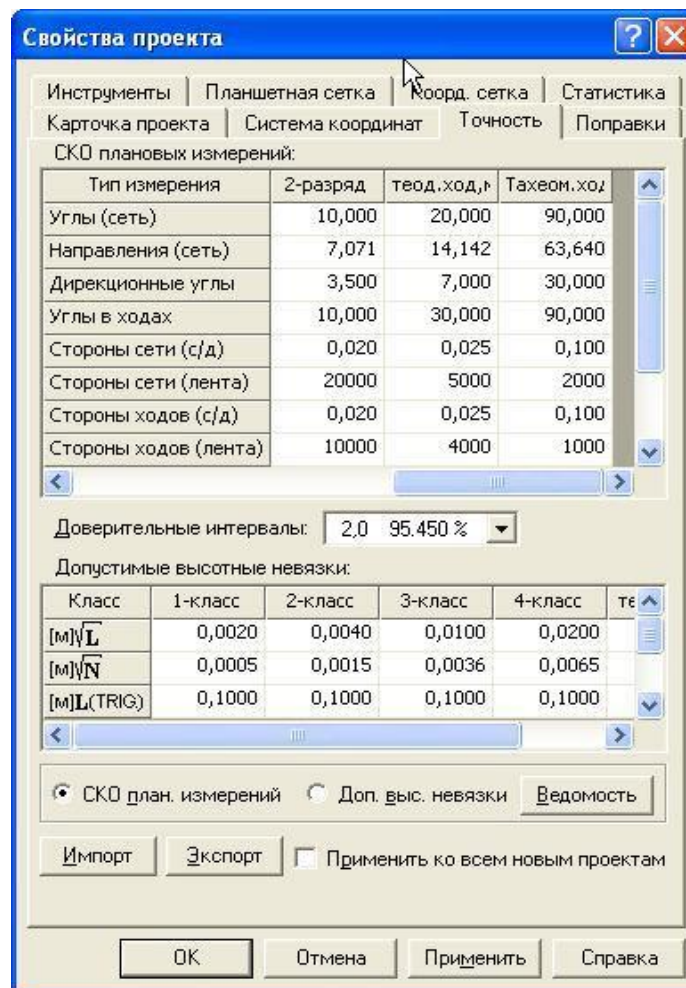


Рис. 5.9. Налаштування показників точності мереж

Перед початком виконання обробки вимірювань необхідно встановити потрібні поправки (рис. 5.10).

Атмосферну поправку (атмосферная поправка) встановлюють, якщо при виконанні польових вимірювань вона не була врахована в приладі.

Поправку **Компарування мірних приладів** (Компарирование мерных приборов) встановлюють у випадках, якщо необхідно врахувати коефіцієнти, введені для інструментів у групі **Світлодалекомір** (Светодальномер).

Спільна поправка за кривизну землі та рефракцію бере участь у розрахунку перевищень за виміряними вертикальними кутами. Дану поправку бажано враховувати завжди, якщо вона не була врахована в приладі.

Поправка **Редукування лінії на рівень моря** (Редуцирование линии на уровень моря) розраховується від середньої позначки вимірної лінії на підставі попередньо розрахованих висот точок початку і кінця лінії. Вона застосовується до ліній, наведених на горизонт, і бере участь при розрахунку редукування ліній.

Редукування лінії на поверхню відносності (Редуцирование линии на поверхность относности) застосовується, якщо відлікова висотна поверхня проекту не збігається з поверхнею геоїда. Коли позначки пунктів невідомі та приведення «на рівень моря» не виконується, лінії вважаються вимірюваними на позначці 0.00 і наводяться на задану висоту поверхні відносності.

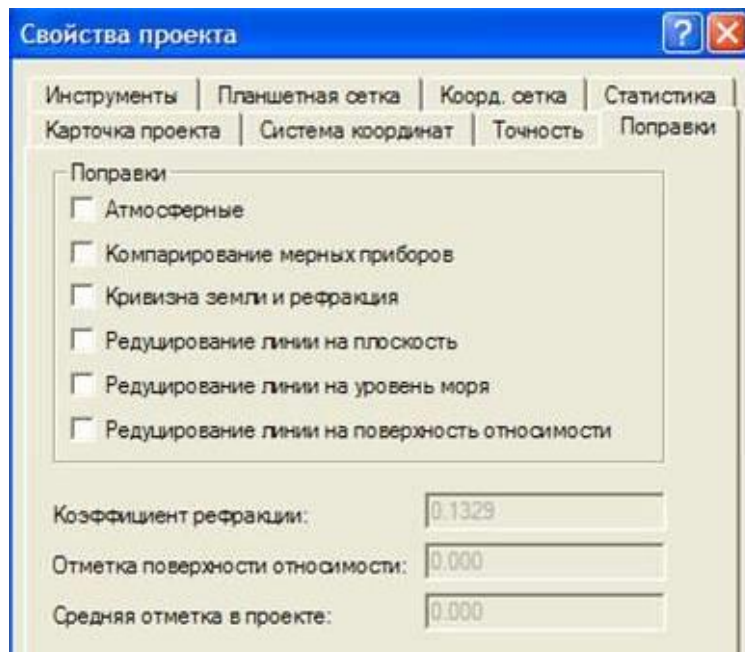


Рис. 5.10. Вікно встановлення поправок

У меню **Статистика** виводиться інформація щодо загальної кількості вихідних пунктів, вимірювань (дирекційних кутів, теодолітних та нівелірних ходів, вузлів, станцій) та топографічних об'єктів (рис. 5.11).



Рис. 5.11. Вікно меню «Статистика»

5.4. Створення робочого проекту

Для створення проекту послідовно виконуються команди: **Файл – Створити – Проект** (Файл – Создать – Проект) (рис. 5.12).

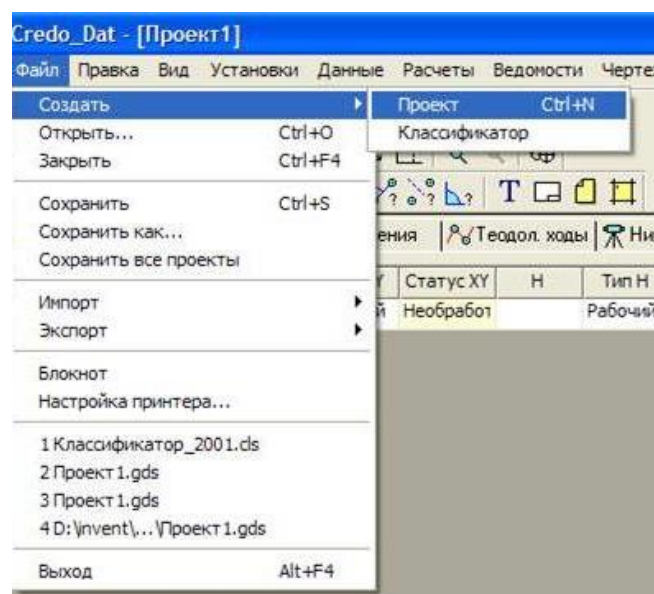


Рис. 5.12. Створення робочого проекту

У результаті цих дій у програмі створюється робочий проект [Проект 1]. На екрані виводиться робоче поле програми (рис. 5.13).

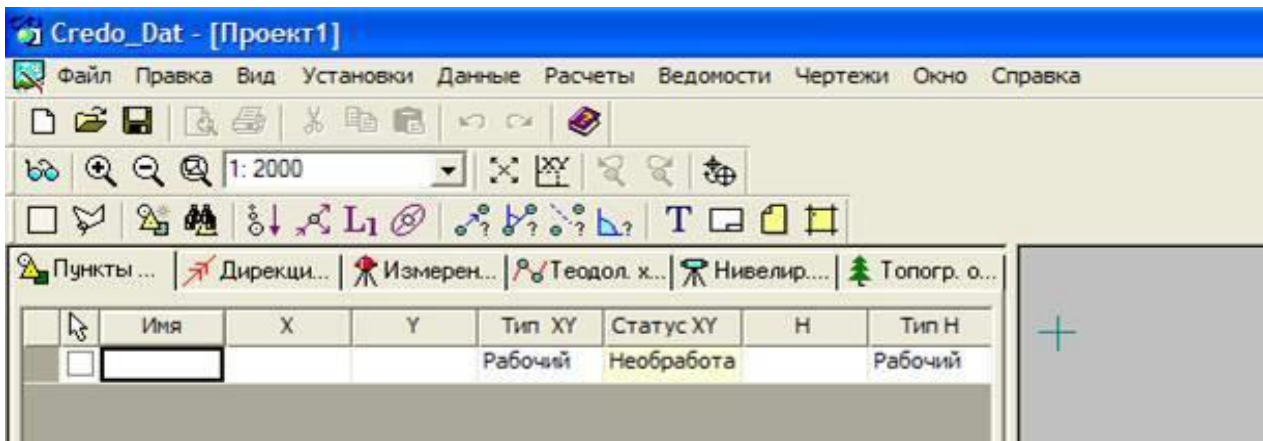


Рис. 5.13. Вид робочого поля програми

Файл, списаний з накопичувача даних приладу імпортується в робочий проект, послідовно виконуючи команди **Файл – Імпорт – Із файла** (Файл – Імпорт – Із файла) (рис. 5.14).

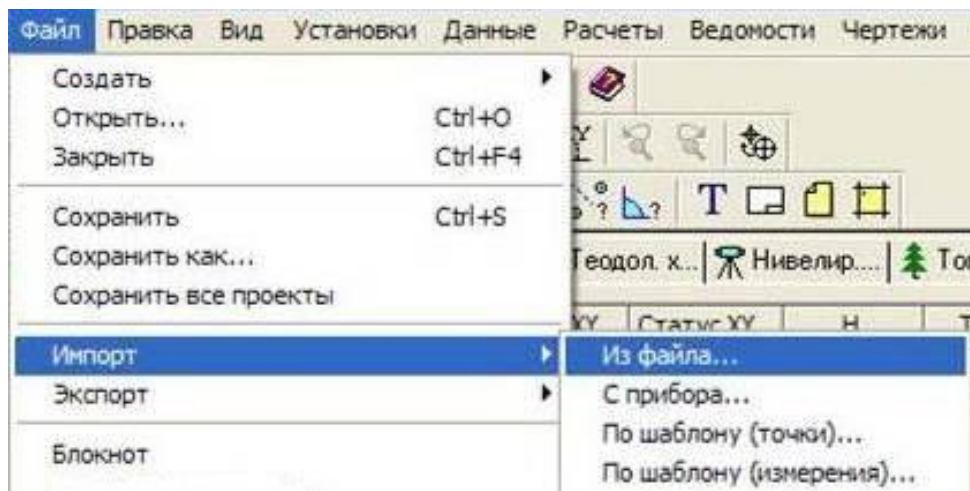


Рис. 5.14. Початок імпорту файлу приладу в робочий проект

Указується шлях до файлу робочого проекту **D – Invent – student**, відкривається папка робочого проекту. У робочому рядку вибирається необхідний формат файлу ELTA REC E (* .dat :) (рис. 5.15).

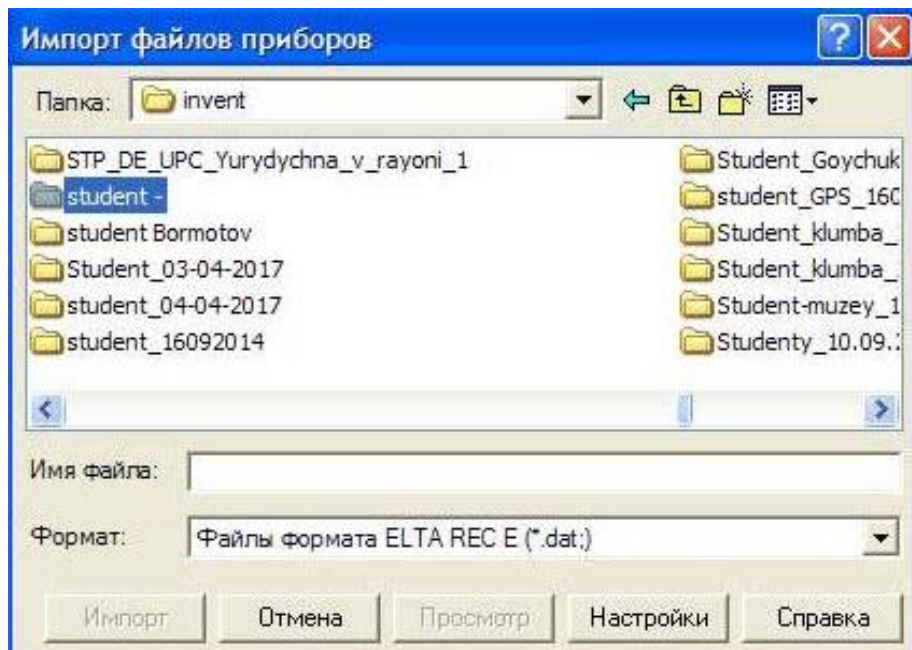


Рис. 5.15. Вибір папки робочого проекту

У налаштуваннях встановлюються показники **Направити вимірювання до журналу ПВО** (Направить измерения в журнал ПВО) та **Автоматичне визначення формули VA** (Автоматическое определение формулы VA). Зміни підтверджуються натисканням клавіші **ОК** (рис. 5.16).

Направити вимірювання до журналу ПВО (Направить измерения в журнал ПВО). При виборі команди **Так** (Да) всі виміри належать до планово-висотного обґрунтування і завантажуються в таблиці **Виміри ПВО** (Измерения ПВО) та **Пункти ПВО** (Пункты ПВО). Якщо ж вибирається команда **Ні** (Нет), то при імпорті виконується розпізнавання типів вимірювань, у результаті якого багаторазові вимірювання для пунктів з однаковими іменами, пунктів – станції й т. п. будуть віднесені до планово-висотного обґрунтування, а решта – до тахеометрії, після чого все завантажуються у відповідні таблиці.

Автоматичне визначення формули VA (Автоматическое определение формулы VA). При підтвердженні командою **Так** (Да) програмою визначається положення вертикального круга і треба вибрати відповідну формулу при наявності вимірювань при двох кругах. Автоматичне визначення положення вертикального круга проводиться при значеннях вертикальних кутів до $\pm 45^\circ$. Для напрямків з більшою величиною вертикального кута значення його положення слід перевіряти і при необхідності редагувати.

Видалення незначних нулів у іменах пунктів (Удаление незначащих нулей в именах пунктов). Якщо вибрати **Так** (Да), незначущі нулі в іменах пунктів будуть проігноровані в процесі імпорту.

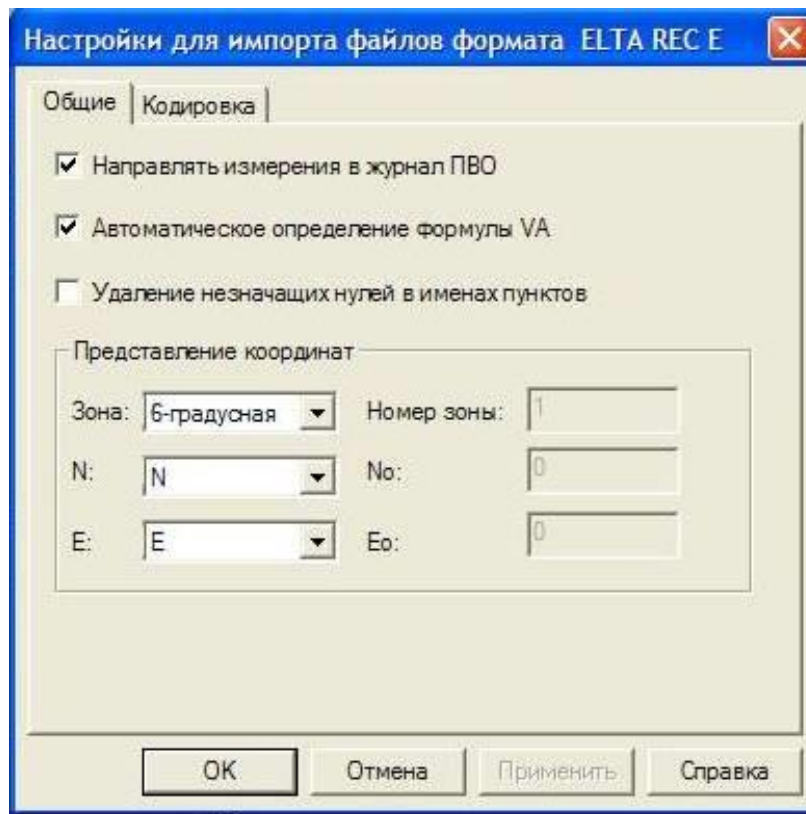


Рис. 5.16. Встановлення налаштувань для імпорту файла

Далі треба звернутися до файлу приладу, у рядку **Ім'я файла** (Имя файла) відобразиться назва файлу. Після цих дій натискається клавіша **Імпорт** (Импорт) (рис. 5.17).

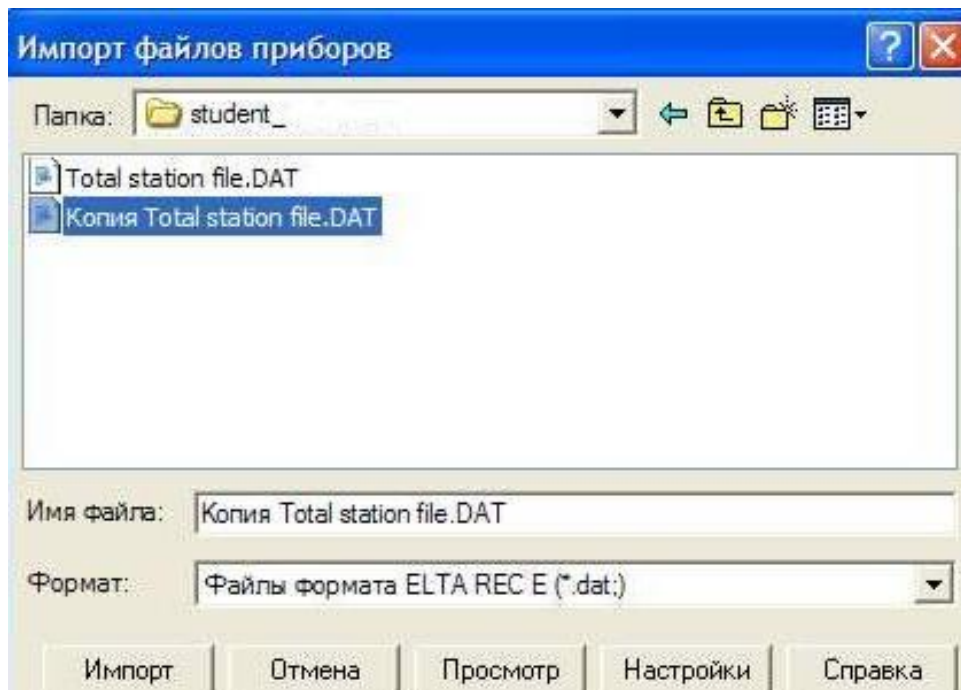


Рис. 5.17. Виконання імпорту файлу приладу в робочий проєкт

У разі коректного імпорту на екрані з'явиться вікно **Імпорт успішно завершено** (Импорт успешно завершён), після чого натискається клавіша **ОК** (рис. 5.18).

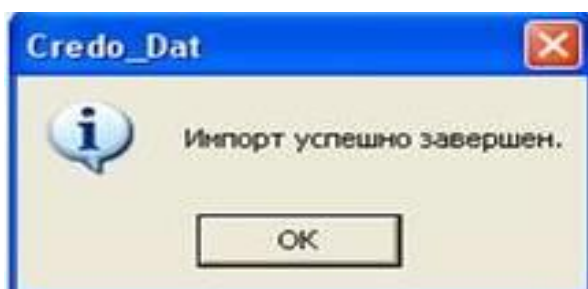


Рис. 5.18. Вікно успішного виконання імпорту

Після імпорту даних у табличній частині робочого поля відображаються назви всіх точок зйомки, тип і статус, а в графічній – буде показана нульова точка (рис. 5.19).

Усі пункти, які збережені та оброблені в CREDO_Dat, розділені на два типи: планово-висотного обґрунтування (ПВО) і тахеометрії.

Параметри пунктів ПВО доступні для редагування в таблиці **Пункти ПВО** (Пункты ПВО). Вони включають ім'я, координати X, Y, H, також можна змінювати їх тип.

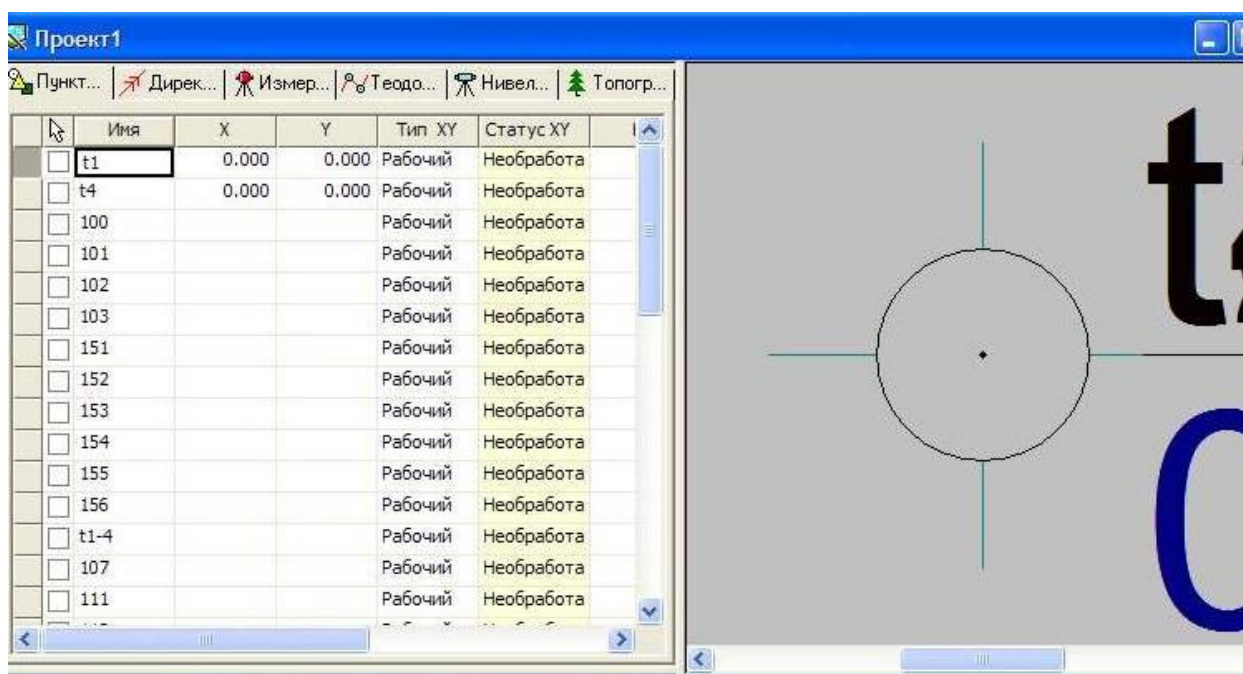


Рис. 5.19. Вікно робочого проекту після імпорту даних

5.5. Види пунктів

Вихідний (Исходный). При опрацюванні координати таких пунктів не змінюються і є основою для наступних результатів.

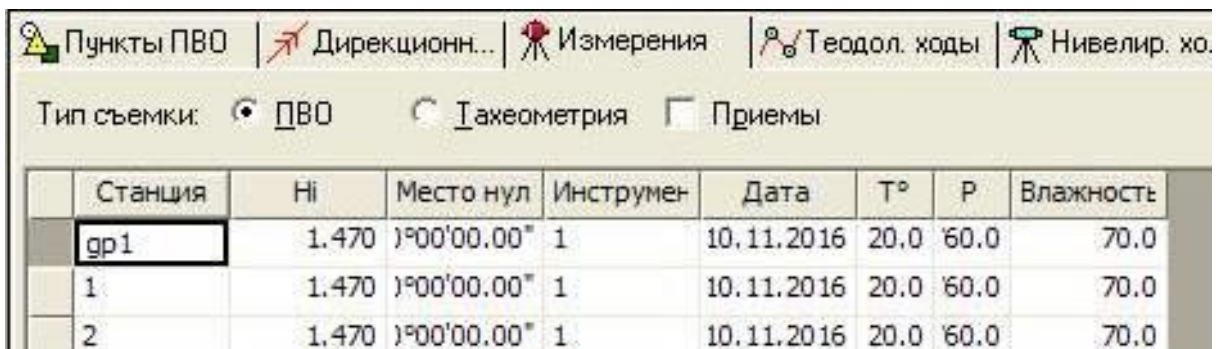
Попередній (Предварительный). Координати попередніх пунктів при передобробці не змінюються і перераховуються тільки в процесі зрівнювання. Це дає можливість зрівнювати пункти, для яких не можливий розрахунок попередніх координат. Попередні координати використовуються при проектуванні геодезичних побудов.

Робочий (Рабочий). Координати робочих пунктів перераховуються кожен раз у процесі попередньої обробки та зрівнювання.

Для пунктів також існують статуси. Для планових координат статус може набувати одне з чотирьох значень:

- **зрівняний** (уровненный), якщо координати пункту зрівняні;
- **обчислений** (вычисленный), якщо в процесі попереднього опрацювання координати розраховані та підлягають зрівнюванню, яке ще не виконано;
- **полярний** (полярный), якщо в процесі попереднього опрацювання координати розраховані та встановлено, що вони не підлягають зрівненню;
- **необроблений** (необработанный), якщо попередня обробка не виконувалася або в процесі попередньої обробки планові координати не розраховані.

Натиснувши клавішу **Виміри** (Измерения), перевіряють правильність імпорту даних у графах. При необхідності у відповідні колонки вводяться ім'я точки, висоти наведення – H_i , температури – T , тиску – P та вологості (рис. 5.20).



Станція	H _i	Место нул	Инструмен	Дата	T°	P	Влажность
gp1	1.470	1°00'00.00"	1	10.11.2016	20.0	60.0	70.0
1	1.470	1°00'00.00"	1	10.11.2016	20.0	60.0	70.0
2	1.470	1°00'00.00"	1	10.11.2016	20.0	60.0	70.0

Рис. 5.20. Перевірка даних імпорту

Далі натискають клавішу **пункти ПВО** (пункты ПВО). У табличній частині робочого поля в графі, які відповідають вихідним пунктам, вводяться координати X, Y, H і надається статус **Вихідний** (Исходный) (рис. 5.21).

	X	Y	Тип XY	Статус XY	H	Тип H	Статус
<input type="checkbox"/>	0,000	0,000	Рабочий	Необработани	0,000	Рабочий	Необрабо
<input type="checkbox"/>	23561,423	23652,634	Исходный	Уравненный	130,123	Исходный	Уравнени
<input type="checkbox"/>	23600,000	23600,000	Исходный	Уравненный	130,130	Исходный	Уравнени
<input type="checkbox"/>			Рабочий	Необработани		Рабочий	Необрабо
<input type="checkbox"/>			Рабочий	Необработани		Рабочий	Необрабо

Рис. 5.21. Введення координат вихідних пунктів і надання їм статусу

5.6. Опрацювання результатів вимірювань

Опрацювання результатів вимірювань складається з декількох послідовних етапів, при яких використовуються чотири основних клавіші (рис. 5.22).

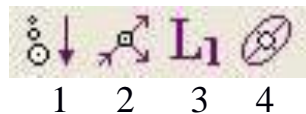


Рис. 5.22. Клавіші для опрацювання даних


1. Здійснення попередньої обробки, яка полягає в обчисленні середніх значень з прийомів, приведенні ліній до горизонту, розрахунку попередніх координат пунктів і т. д.

Основною функцією попередньої обробки є перевірка відповідності допускам, встановленим у таблицях класів точності, та формування середніх (середньовагових) значень вимірів.

2. Метод трасування, який заснований на інтерактивному створенні ланцюжка зв'язків вимірювань за ходами або між суміжними пунктами і на автоматичному аналізі зробленої побудови. Якщо ланцюжок містить єдину грубу помилку, метод з великою точністю визначає пункт або сторону ланцюжка, у якому є помилкові вимірювання.

3. Попередній L1-аналіз, який показує не помилку і не розбіжності, а величину поправки при зрівнюванні. Визначає слабке місце ходу при опрацюванні одиночного ходу.

4. Зрівнювання. Після попередньої обробки і при необхідності усунення грубих помилок виконується зрівнювання мережі. У програмі реалізований відомий алгоритм зрівнювання за методом найменших квадратів.

Спочатку клацають по клавiшi , після чого розраховують попередні координати всіх пунктів. У разі відсутності координат – треба перевірити правильність назви пунктів.


Після виконання попередніх дій натискають клавiшу . У процесі виконання розрахунку на екран виводиться панель монітора зрівнювання, на якій відображається номер поточної ітерації і величина збіжності ітерацій, що дорівнює середньому квадратичному значенню поправок у координати пунктів на попередній ітерації (рис. 5.23).



Рис. 5.23. Вікно *Монитор L1-анализу* (Монитор L1-анализа)

Після виконання аналізу на екран буде виведено повідомлення про наявність помилок у планових вимірах. Натискається клавiша **ОК** у двох наступних вікнах (рис. 5.24). Якщо все в межах допуску, тобто немає грубих помилок, можна продовжувати опрацювання.

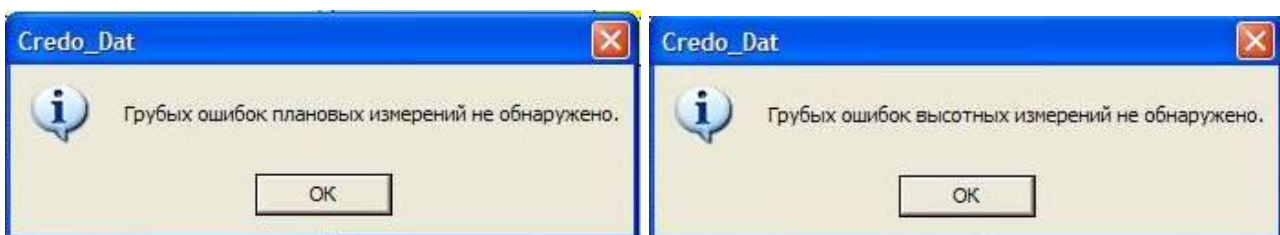


Рис. 5.24. Вікно відсутності грубих помилок планових і висотних вимірювань

У разі виявлення грубих помилок (рис. 5.25) необхідно відшукати невідповідності шляхом аналізу сформованих відомостей.

Натискається клавiша **ОК** у вікні налаштувань. Виконується команда **Відомість L1-анализу** в меню **Відомості** (Ведомости) (рис. 5.26). Вимірювання з помилками можна визначити, проаналізувавши дані вікна генератора звітів.

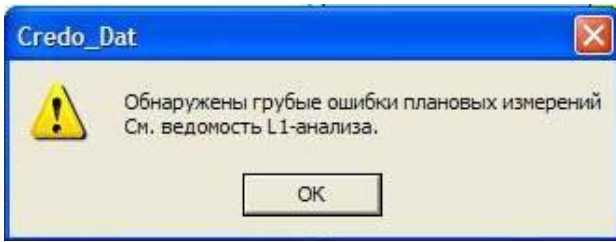


Рис. 5.25. Інформація про виявлення грубих помилок

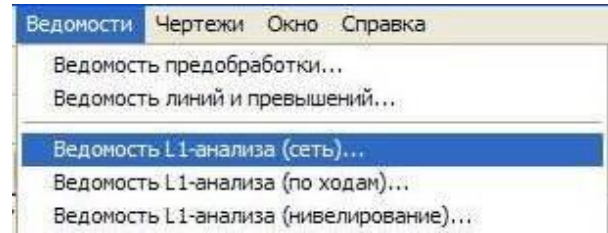



Рис. 5.26. Вмикання команди **Відомість L1-анализа (мережа)** (*Ведомость L1-анализа (сеть)*)

У вікні характеристик помилок акцентується увага на значеннях поправок і показників відносної помилки (рис. 5.27).

Перевіряються вихідні дані, правильність назви точок (наприклад, відсутності повторення імені пункту і т. д).

Станция	Цель	Измеренное значение	Поправка	Относительная ошибка
1	2	3	4	5
Направление				
t1	gp2	0°00'00.00"	5°04'03.33"	•
	gp1	153°11'26.00"	4°40'21.94"	•
	19	163°34'07.00"	4°58'41.82"	•
	20	145°15'36.00"	7°17'36.61"	•••
t2	gp1	0°00'00.00"	23°16'51.02"	••••••••••••••••
	19	323°42'03.00"	26°47'10.76"	••••••••••••••••
	20	295°46'53.00"	28°42'30.50"	••••••••••••••••
Расстояние				
t1	gp2	19.378	-2.342	••••••••
	gp1	8.104	-2.796	••••••••
	20	14.497	1.547	•••
t2	gp1	7.198	4.528	••••••••••••••••
	19	6.440	1.053	•

Рис. 5.27. Вікно характеристик помилок

Щоб у графічному вікні відобразилися точки вимірювань, натискується клавіша , розташована лівіше від рядка, де позначено масштаб (1:500) (рис. 5.28).

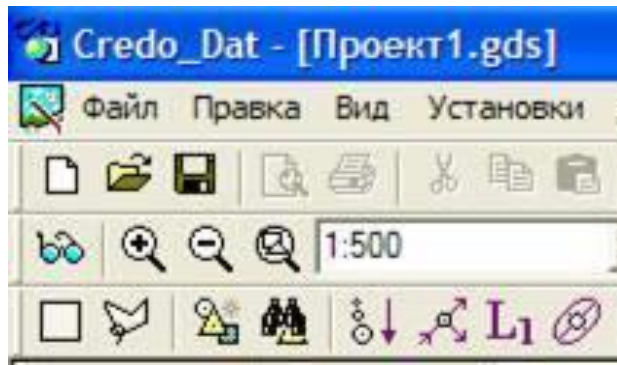


Рис. 5.28. Фрагмент панелі керування

Виправивши помилки, виконується повторне опрацювання результатів вимірювань (рис. 5.29).

Станция	Ні	Место нуля	Инструмент	Дата	Т°	Р	Влаж
t0	1,503	90°00'00,00"	1	20.10.2017	20,0	760,0	
t1	1,504	90°00'00,00"	1	20.10.2017	20,0	760,0	
t2	1,505	90°00'00,00"	1	20.10.2017	20,0	760,0	
59	1,506	90°00'00,00"	1	20.10.2017	20,0	760,0	

Цель	Круг	Гор. лимб	Верт. лимб	Нв	Превышение	Расст.	Метод
1	Лево	0°00'00,00"	86°21'51,00"	2,000		6,053	Накло
2	Лево	00°22'57,00"	87°05'54,00"	2,000		15,882	Накло
3	Лево	97°53'38,00"	89°00'18,00"	1,470		17,512	Накло
4	Лево	146°44'19,00"	86°30'16,00"	1,470		9,885	Накло
5	Лево	38°52'15,00"	00°39'46,00"	1,470		7,622	Накло
6	Лево	72°57'23,00"	97°33'40,00"	1,470		9,905	Накло
7	Лево	95°15'36,00"	92°22'15,00"	1,470		5,987	Накло
8	Лево	95°23'09,00"	91°32'54,00"	1,470		6,218	Накло
9	Лево	85°15'11,00"	80°21'03,00"	1,470		5,155	Накло
10	Лево	51°59'48,00"		1,470		2,220	Накло
11	Лево	23°47'21,00"	84°17'55,00"	1,470		6,299	Накло

Рис. 5.29. Повторне опрацювання результатів вимірювань

Натискається клавіша зрівнювання , при цьому в графічному вікні навколо точок з'являються зображення еліпсів (Графічне відображення помилок у плані) та окружності – пунктиром (графічне відображення помилок по висоті). Еліпси та окружності біля точок наочно відображають результати зрівнювання та характеризують якість польових вимірювань (рис. 5.30).

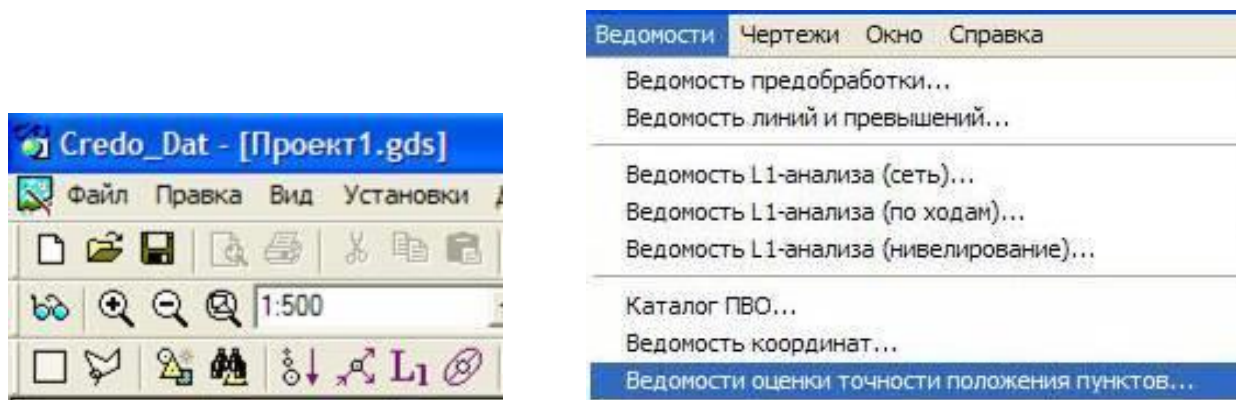


Рис. 5.30. Вибір команди «Відомості оцінки точності положення пунктів» (Ведомости оценки точности положения пунктов)

Для уточнення аналізу якості зрівнювання виводиться відомість поправок і натискається клавіша **Відомості** (Ведомости), у переліку вибирається **Відомість поправок** (Ведомость поправок) (рис. 5.31), яка виводиться на екран (рис. 5.32).

Станция	Цель	Измеренное значение	Поправка	Уравненное значение
1	2	3	4	5
Направление				
t1	qr2	0°00'00.00"	0°00'00.01"	0°00'00.01"
	qr1	153°11'26.00"	0°00'00.00"	153°11'26.00"
	19	163°34'07.00"	-0°00'00.01"	163°34'06.99"
	20	145°15'36.00"	0°00'00.01"	145°15'36.01"
t2	qr1	0°00'00.00"	-0°00'00.05"	359°59'59.95"
	19	323°42'03.00"	-0°00'00.04"	323°42'02.96"
	20	295°46'53.00"	-0°00'00.04"	295°46'52.96"
Расстояние				
t1	qr2	19.378	-0.015	19.364
	qr1	8.104	-0.025	8.079
	19	11.995	0.003	11.998
	20	14.497	0.006	14.503
t2	qr1	7.198	-0.011	7.187
	19	6.440	0.007	6.446
	20	1.855	-0.003	1.851
Превышение				
t1	qr2	0.480	-0.006	0.475
	qr1	0.190	0.001	0.191
	19	0.195	0.000	0.195
	20	0.272	0.000	0.272

Рис. 5.31. Виведення відомості поправок

У таблиці подані значення похибок у плані та по висоті, а також складові еліпсів спотворень (рис. 5.32).

M min	Пункт	M max	Пункт	M средняя
0,003	19	0,014	59	0,009

Пункт	M	Mx	My	a	b	α	Mh
1	2	3	4	5	6	7	8
14	0,006	0,006	0,003	0,006	0,001	149°03'22,51"	0,030
15	0,013	0,011	0,006	0,011	0,005	165°53'55,82"	0,032
17	0,011	0,010	0,005	0,010	0,004	170°25'42,91"	0,031
18	0,005	0,004	0,004	0,005	0,003	34°43'09,31"	0,065
19	0,003	0,002	0,003	0,003	0,000	123°56'22,21"	0,041
59	0,014	0,013	0,006	0,013	0,006	174°49'28,76"	0,035
t0	0,006	0,006	0,000	0,006	0,000	176°10'20,19"	0,019
t1	0,009	0,003	0,009	0,009	0,001	69°55'17,54"	0,062

Рис. 5.32. Результати зрівнювання в табличному вигляді

Для збереження розрахункових даних у форматі TXT треба послідовно виконати команди **Файл – Експорт – За шаблоном (точки)** (Файл – Экспорт – По шаблону (точки)) (рис. 5.33).

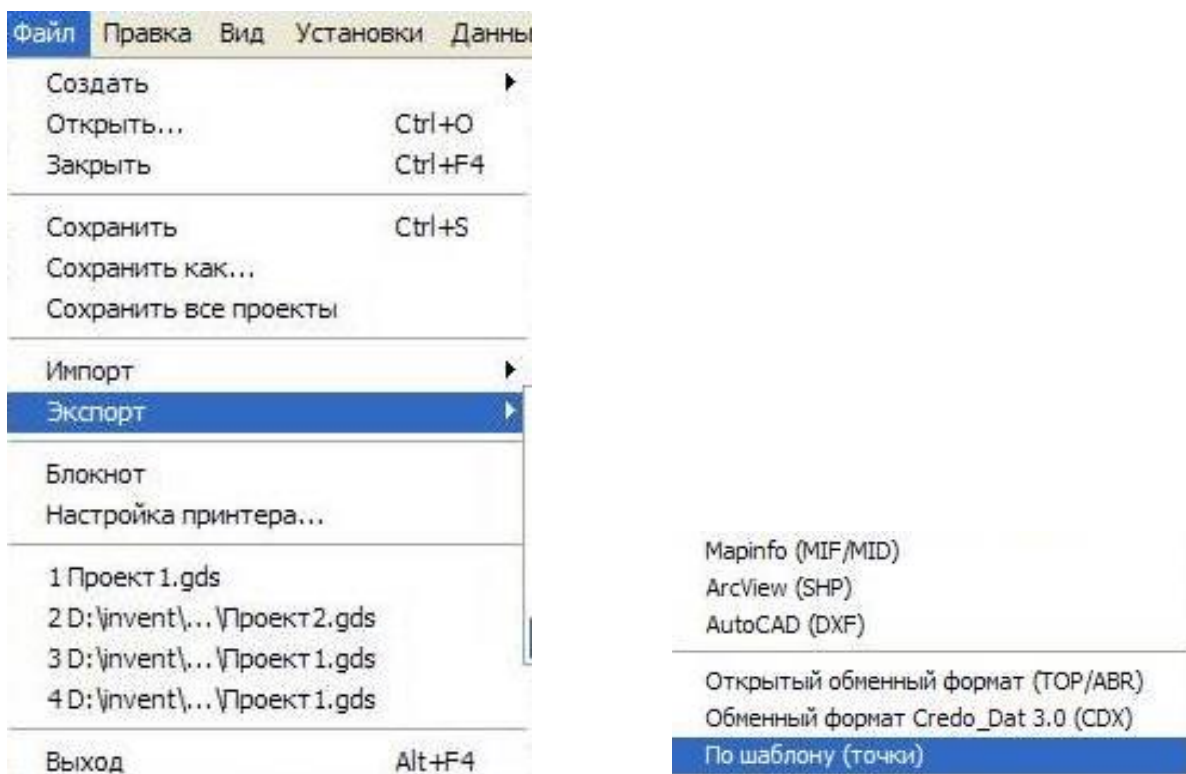


Рис. 5.33. Збереження розрахункових даних

Контрольні питання

1. Предмет, мета та задачі дисципліни «Електронні інженерно-геодезичні прилади».
2. Комплектація електронного тахеометра Trimble 3305 DR.
3. Будова електронного тахеометра Trimble 3305 DR.
4. Особливості електронного тахеометра Trimble 3305 DR
5. Основні функціональні клавіші електронного тахеометра Trimble 3305DR.
6. Послідовність дій при виборі статусу дисплея.
7. Види режимів вимірювання відстаней електронним тахеометром Trimble 3305 DR.
8. Можливості електронного тахеометра Trimble 3305 DR при вирішенні спеціальних завдань.
9. Встановлення початкових налаштувань.
10. Види прикладних програм електронного тахеометра Trimble 3305 DR.
11. Установлення інтерфейсу (передачі даних).
12. Послідовність дій при імпорті даних.
13. Послідовність дій при експорті даних.
14. Послідовність дій при змінюванні назви точки.
15. Послідовність дій при зміні висоти стоянки і висоти наведення точки.
16. Послідовність дій на комп'ютері при імпорті даних.
17. Структура файлу формату M5.
18. Вид робочого вікна прикладної програми CREDO_Dat.
19. Встановлення початкових налаштувань в CREDO_Dat.
20. Створення робочого проекту в CREDO_Dat.
21. Імпорт файлу приладу в робочий проект CREDO_Dat.
22. Перевірка імпорту даних і способи пошуку помилок у CREDO_Dat.
23. Послідовність дій при опрацюванні даних в CREDO_Dat.
24. Висновок відомостей обробки даних в CREDO_Dat.

Список літератури

1. Костецька Я.М. Геодезичні прилади: підручник: у 2 ч. Ч. 2. Електронні геодезичні прилади / Я.М. Костецька. – Львів: ІЗМН, 2015. – 324 с.
2. Шевченко Т.Г. Геодезичні прилади: підручник / Т.Г. Шевченко, О.І. Мороз, І.С. Тревого. – Львів: Вид-во Нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2006. – 464 с.
3. Інженерна геодезія. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт для бакалаврів спеціальності 193 Геодезія та землеустрій / А.В. Зуска, О.Є. Янкін; М-во освіти та науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро: НТУ «ДП», 2019. – 47 с.

Янкін Олександр Євгенович
Зуска Ада Василівна

ЕЛЕКТРОННІ ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНІ ПРИЛАДИ
Методичні рекомендації
для студентів спеціальності 193 Геодезія та землеустрій

Редактор Ю.В. Рачковська

Підписано до видання 29.06.2022.
Електронний ресурс. Авт. арк. 2,7.

Підготовлено й видано
у Національному технічному університеті «Дніпровська політехніка»
49005, м Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19