

Trimble SX12

Скануючий тахеометр

Редакція А
січень 2021
артикул 57117032-UA

Правова інформація

Trimble Inc.
10368 Westmoor Drive
Westminster CO 80021
США
www.trimble.com

Авторське право та товарні знаки

© 2021, Trimble Inc. Всі права захищені.

Autolock, Trimble та логотип Globe & Triangle є товарними знаками Trimble Inc., зареєстрованими у Бюро за патентами та товарними знаками США та інших країн. Access, MagDrive та SurePoint є товарними знаками Trimble Inc.

Усі інші торгові марки є власністю їх відповідних власників.

Примітка до випуску

Дата випуску січень 2021. Це редакція А документа Керівництво користувача скануючого тахеометра Trimble SX12, Артикул 57117032-RUS. Даний посібник користувача відноситься до скануючого тахеометра Trimble SX12. Оригінальна мова документації англійська. Будь-яка документація іншими мовами є перекладом оригінальних документів з англійської.

Інформація про гарантійні зобов'язання на виріб

Відомості про обмежену гарантію на виріб вказані у гарантійному талоні, що додається до цього виробу Trimble, їх також можна запросити у місцевого авторизованого дилера Trimble.

Нормативні відомості

Для отримання інформації про норми законодавства зверніться до документа Нормативно-правова інформація про скануючий тахеометр Trimble SX12, що входить до комплекту постачання або зв'яжіться з постачальником продукції Trimble.

Реєстрація

Щоб отримати інформацію про оновлення та нові продукти, будь ласка, зв'яжіться з регіональним постачальником продукції або відвідайте www.trimble.com/register. Після реєстрації ви можете вибрати зміст розсилки, включаючи інформаційні листи, інформацію про оновлення або нові продукти.

Правила техніки безпеки

Для отримання інформації про правила техніки безпеки див. документ Нормативні відомості про скануючий тахеометр Trimble® SX12, що входить до комплекту постачання інструменту.

Зміст

Правова інформація	2
Правила техніки безпеки	3
1 Вступ	6
Про скануючий тахеометр Trimble SX12.....	7
Супутня інформація	7
Технічна підтримка	7
2 Опис інструмента	8
Елементи конструкції	9
Приладдя	10
Догляд та технічне обслуговування	10
Догляд за інструментом	11
Вологість	11
Умови зберігання	11
Юстування та калібрування.....	12
Юстування.....	12
Калібрівка	12
Транспортування.....	12
Зберігання ременів для перенесення	12
Ремонт	14
3 Підготовка інструменту до роботи	15
Установка.....	16
Стійкість установки	16
Стабільність вимірів	16
Встановлення на точці	17
Вимір висоти інструмента	18
Підключення внутрішнього акумулятора	20
Підключення зовнішнього акумулятора.....	21
Увімкнення та вимкнення інструмента.....	22
Увімкнення інструмента	22
Вимкнення інструмента	22
Індикатор кнопки увімкнення/вимкнення	22
Підключення контролера.....	23
Безпека	25
PIN-код	25
PUK-код	25
Калібрівка інструмента.....	25
Контрольний список дій перед виконанням вимірів.....	26

4	Технологія інструмента	27
	Технологія кутових вимірів	28
	Виправлення нахилки нівелювання.....	28
	Виправлення колімаційних помилок.....	28
	Виправлення на нахил горизонтальної осіобертання.....	29
	Усереднення вимірювань для зменшення помилок візування.....	29
	Технології явимірів	30
	Технологія виміру відстаней	30
	Технологія сканування	30
	Технологія сервоуправління.....	30
	Технологія Autolock	30
	Технологія зйомки зображень	31
	Оглядова камера	31
	Основна камера	31
	Телекамера	31
	Камера центрира	34
	Лазерний показчик.....	34
	Налаштування яскравості лазерного показчика	34
	Колімація	37
	Технологія радіозв'язку	39
	Діаграма спрямованості антени.....	39
	Пряма видимість.....	41
	Навколишні умови	43

Вступ

- ▶ Про скануючий тахеометр Trimble SX12
- ▶ Супутня інформація
- ▶ Технічна підтримка

Даний посібник користувача відноситься до скануючого тахеометру Trimble SX12. Навіть якщо ви маєте досвід використання інших оптичних тахеометрів, компанія Trimble рекомендує приділити деякий час читання цього посібника для ознайомлення зі спеціальними функціями цього приладу. Далі в цьому посібнику скануючий тахеометр Trimble SX12 буде іменуватися як інструмент.

Про скануючий тахеометр Trimble SX12

Скануючий тахеометр Trimble SX12 – це інструмент, що дозволяє виконувати геодезичну зйомку, зйомку зображень та високошвидкісне сканування.



Малюнок 1.1 Скануючий тахеометр Trimble SX12

Супутня інформація

Для отримання додаткової інформації про цей виріб перейдіть на www.trimble.com.

Технічна підтримка

Якщо у вас виникли проблеми, і ви не можете знайти необхідну інформацію в супутній документації, зверніться до регіонального постачальника продукції або зверніться до технічної підтримки www.trimble.com.

Опис інструменту

- ▶ Елементи конструкції
- ▶ Приладдя
- ▶ Догляд та технічне обслуговування
- ▶ Юстування та калібрування
- ▶ Транспортування
- ▶ Ремонт

У цьому розділі наводиться опис інструменту та етикеток на його корпусі.

Елементи конструкції

Компанія Trimble рекомендує приділити деякий час ознайомленню з назвами та розташуванням приладдя інструменту. Див. [Малюнок 2.1](#) і [Малюнок 2.2](#).



Малюнок 2.1 Інструмент, вигляд з переду



Малюнок 2.2 Інструмент, вигляд ззаду

Приладдя

Інформація про наявне приладдя інструмента наведена на сторінці <https://geospatial.trimble.com/Optical-Accessories>.

Догляд та технічне обслуговування

ПОПЕРЕДЖЕННЯ! Не знімайте кришки з інструменту. Інструмент стійкий до звичайних електромагнітних перешкод навколишнього середовища, однак інструмент має схеми, чутливі до статичної електрики. Якщо кришка інструменту відкрита не авторизованим персоналом, функціональність приладу не гарантується, а гарантія анулюється.

Цей інструмент призначений для роботи та випробування в польових умовах, однак, як і будь-якому прецизійному інструменту, йому потрібні відповідні догляд та технічне обслуговування.

Для досягнення найкращих результатів при роботі з інструментом виконуйте наведені нижче рекомендації.

- Обережно поведіться з інструментом, не піддавайте його сильній трясці або ударам.
- Утримуйте об'єктиви та відбивачі у чистоті. Для чищення оптики використовуйте тільки серветки, що постачаються з інструментом, або інші спеціальні матеріали.
- Зберігайте пристрій у безпечному місці у вертикальному положенні, бажано використовувати футляр інструменту.
- Перед перенесенням знімайте інструмент зі штатива. Це може пошкодити інструмент та трегер.
- Не переносьте інструмент, тримаючись за корпус зорової труби. Використовуйте ручку.
- Під час виконання високоточних вимірювань переконайтеся, що інструмент повністю адаптований до температури навколишнього середовища. Значне відхилення температури різних елементів інструмента може вплинути на точність.
- Якщо інструмент переміщається з (дуже) холодного в тепле місце, залиште його не менше ніж на 15 хвилин у закритому футлярі, щоб уникнути конденсації вологи на внутрішніх елементах конструкції. Після цього відкрийте футляр і дочекайтеся повного випаровування вологи.

Догляд за інструментом

УВАГА! Сильнодіючі хімічні речовини можуть зашкодити інструменту. Забороняється використовувати сильнодіючі миючі засоби, наприклад, бензин та розчинники, для очищення інструменту та футляра для інструменту.

Очищення лінз

Будьте обережні під час очищення лінз.

1. Якщо лінзи мають пісок або пил, змочіть лінзи водою з аерозольного балона.
2. Аккуратно видаліть пісок та пил м'якою тканиною. Не тріть.
3. Аккуратно очистіть лінзу круговими рухами від середини до краю за допомогою серветок, що постачаються з інструментом. Не тріть.

Чищення інструменту

Для чищення інструменту використовуйте вологу тканину та воду (за винятком лінз).

Вологість

Після використання інструменту в умовах підвищеної вологості слід занести інструмент у приміщення та дістати з футляра. Залишіть прилад сохнути природним шляхом. При утворенні конденсату на лінзах дозвольте випаруватися волозі природним шляхом. Залиште футляр інструменту відкритим до повного випаровування вологи.

Умови зберігання

- Зберігайте інструмент при низькій вологості та температурі від -40°C до $+70^{\circ}\text{C}$.
- Вийміть акумулятор із інструмента перед зберіганням.

Юстування та калібрування

Юстування

Компанія Trimble рекомендує на регулярній основі виконувати такі юстирування:

- Юстування круглого рівня на трегері
- Перевірка та затягування всіх гвинтів на штативі.

Калібрівка

Перед постачанням інструмент проходить перевірку для визначення та компенсації похибок.

Однак під час транспортування та зміни температури ці похибки можуть змінитися. У зв'язку з цим компанія Trimble рекомендує виконувати калібрування у таких ситуаціях:

- Безпосередньо перед проведенням високоточних кутових вимірів за одного кола.
- Після недбалого транспортування інструменту.
- Після тривалих періодів роботи чи зберігання.
- Якщо з моменту проведення попереднього калібрування відбулася значна зміна температури.

Порада - *Будь-які похибки вимірювань, викликані наявністю помилки колімації, нахилом інструменту або відходом місця нуля. Усуваються при виконанні вимірювань при двох колах.*

У польових умовах можна відкалібрувати:

- Компенсатор
- Autolock™
- Виконати калібрування автоматичного фокусування телекамери
- Колімаційну помилку телекамери, оглядової та основної камери.
- Камеру центриру
- Колімаційну помилку лазерного покажчика (додаткове обладнання)
- Автоматичне фокусування лазерного покажчика (додаткове обладнання)

Транспортування

Завжди перевозіть інструмент у закритому футлярі. У разі тривалого перевезення інструмент слід транспортувати у футлярі для інструменту та в оригінальному контейнері для транспортування.

Під час транспортування завжди виймайте внутрішній акумулятор.

При транспортуванні акумуляторів обов'язково дотримуйтесь національних та міжнародних правил і норм. Зв'яжіться з транспортною компанією перед відправкою.

Зберігання ременів для перенесення

Коли ремені для перенесення не використовуються, їх можна зберігати у спеціальному відсіку футляра інструменту.

Порада - *Спочатку покладіть поясні ремені у відсік ременів для перенесення, потім наплічні ремені.*

Для вилучення та використання ременів для перенесення:

1. Натисніть кнопку фіксатора кришки відсіку ременів для перенесення вниз і відкрийте відсік. Див. [Малюнок 2.3](#).

Фіксатор кришки
відсіку
ременів для перенесення

Відсік для
зберігання
ременів для
перенесення



Малюнок 2.3 Футляр інструменту з ременями для перенесення у спеціальному відсіку

2. Витягніть ремені з відсіку. Ремені вже прикріплені до футляра інструменту. Див. [Малюнок 2.4](#).



Рисунок 2.4 Паски для перенесення, витягнуті з відсіку

3. Закрийте кришку відсіку та переконайтеся, що несучі ремені можуть вільно рухатися. Див. [Малюнок 2.5](#).



Малюнок 2.5 Футляр інструменту з ременями для перенесення у робочому положенні

Ремонт

Примітка. Інструмент не містить деталей, які обслуговує користувач.

Під час надсилання інструменту до сервісного центру розбірливо напишіть ім'я відправника та одержувача на футлярі інструменту. Якщо потрібно виконати ремонт, покладіть записку у футляр інструменту. В акті необхідно чітко описати всі неполадки та їх ознаки, а також вказати, що потрібний ремонт.

Підготовка інструменту до роботи

- ▶ Встановлення
- ▶ Вимірювання висоти інструменту
- ▶ Підключення внутрішнього акумулятора
- ▶ Підключення зовнішнього акумулятора
- ▶ Увімкнення та вимкнення інструменту
- ▶ Безпека
- ▶ Калібрування інструменту
- ▶ Контрольний список дій перед виконанням вимірювань

Встановлення

За виконання високоточних вимірів головним чинником є стійкість інструмента.

Стійкість встановлення

При встановленні інструменту важливо дотримуватися наведених нижче рекомендацій:

1. Широко розставте ніжки штатива, щоб збільшити стійкість установки. Наприклад, при встановленні однієї ніжки штатива на асфальт, а двох інших на землю, стійкість буде забезпечена в тому випадку, якщо ніжки штатива досить широко розставлені. При неможливості широко розставити ніжки штатива через перешкоди можна зменшити висоту штатива збільшення стійкості.

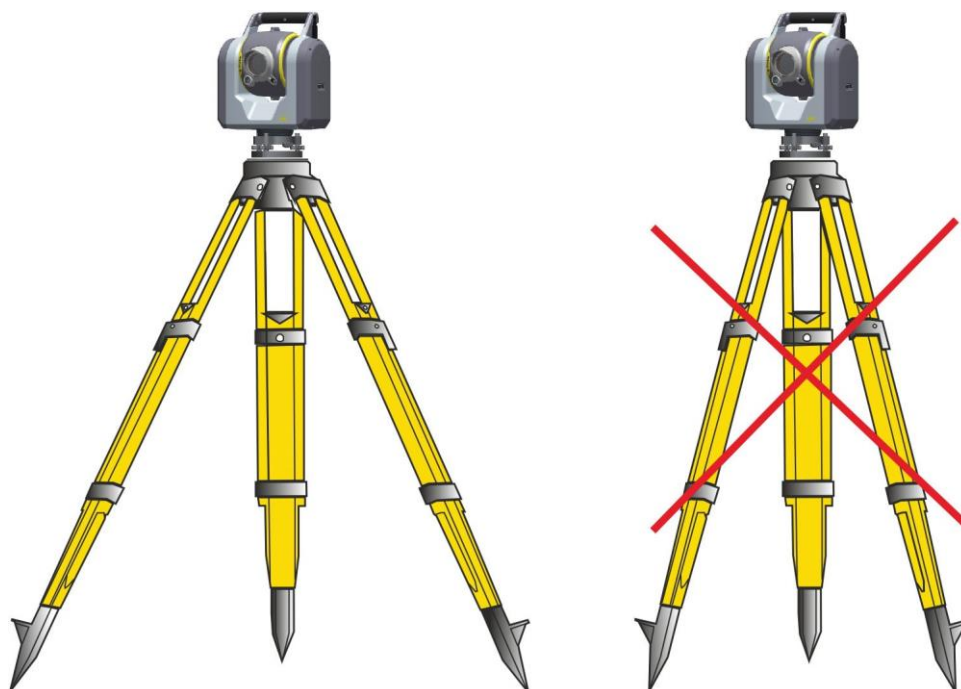


Рисунок 3.1 Правила встановлення інструменту

2. Добре затягуйте всі гвинти на штативі, щоб запобігти зміщенню інструменту.
3. Використовуйте лише високоякісні штативи та трегери. Компанія Trimble рекомендує використовувати штативи з оголовками, виготовленими зі сталі, алюмінію або подібних матеріалів. Уникайте використання штативів із оголовками зі скловолокна або інших композитних матеріалів.

Див. [Технологія сервоуправління, стор.](#) для отримання детальної інформації.

Стабільність вимірів

Зверніть увагу, що інструмент повинен адаптуватися до температури навколишнього середовища протягом достатнього часу. Загальні рекомендації щодо виконання високоточних вимірювань:

- Температура градусів Цельсія: різниця температур градусів Цельсія (°C) x 2 = час у хвилинах, необхідний для адаптації інструменту до нової температури.

- за Фаренгейтом: Різниця температур у градусах за Фаренгейтом ($^{\circ}\text{F}$) = час у хвиликах, необхідний для адаптації інструменту до нової температури навколишнього середовища.

Уникайте виконання вимірювань через ділянки з сильною тепловою рефракцією при сонячному світлі, наприклад, опівдні.

Встановлення на точці

Прилад оснащений камерою схилу, яка використовується для встановлення інструменту над точкою. Зображення з камери схилу відображається у програмному забезпеченні контролера. Камера розташована в центрі інструменту і обертається разом з ним, проте сітка ниток у програмному забезпеченні контролера залишається нерухомою.

Для встановлення інструмента над точкою станьте позаду інструменту з боку окуляра зорової труби і розмістіть контролер поруч із інструментом як показано на [Малюнок 3.2](#).

Зсуваючи інструмент встановіть його так, щоб перехрестя сітки ниток у програмному забезпеченні контролера знаходилося прямо над точкою.

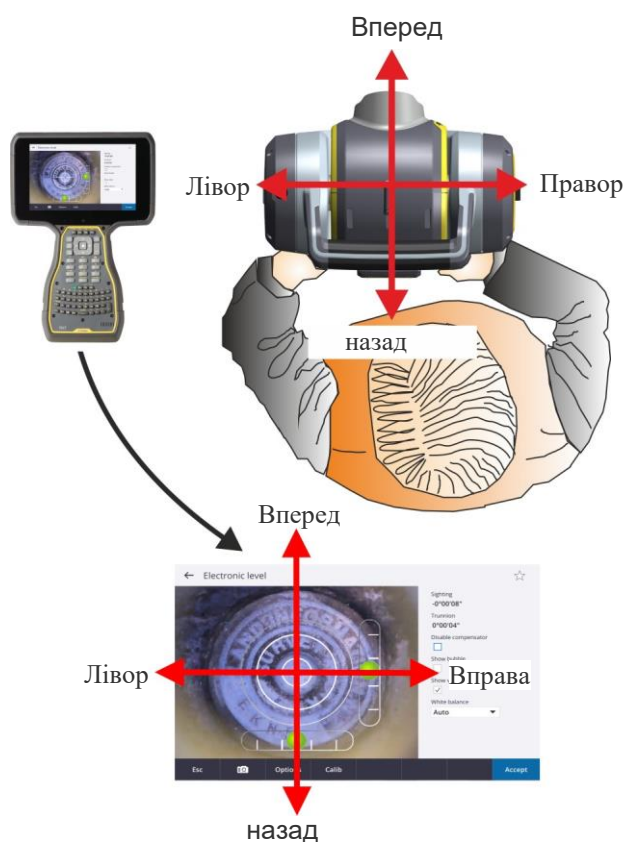


Рисунок 3.2 Встановлення над точкою за допомогою камери схилу

Вимірювання висоти інструменту

На боці інструмента є дві мітки для вимірювання висоти. Верхня мітка (мітка висоти) відповідає горизонтальній осі обертання інструменту. Нижня мітка знаходиться на 0,138 м нижче від верхньої позначки. Вимірювання висоти до нижньої позначки проводиться до верхнього краю цієї позначки, див. [Малюнок 3.3](#).



Малюнок 3.3 Мітка справжньої висоти та нижня мітка для вимірювання висоти інструменту

При вимірі висоти інструмента до нижньої мітки польове програмне забезпечення автоматично обчислює справжню вертикальну висоту осі зорової труби. Див. [Малюнок 3.4](#).

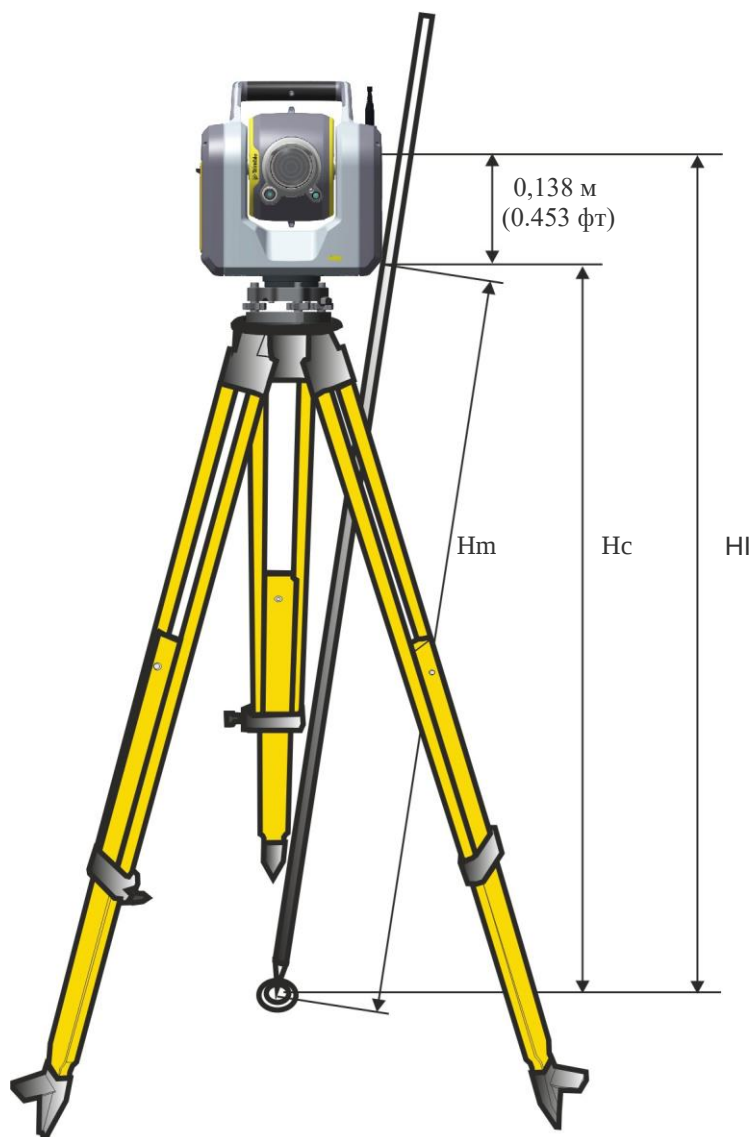


Рисунок 3.4 Вимірювання висоти інструменту

У виміряну відстань (H_m) вноситься поправка на нахил виміру для отримання вертикальної висоти до нижньої мітки (H_c). Постійна від нижньої мітки до мітки істинної висоти (0,138 м) додається до H_c для отримання вертикальної висоти інструменту від марки землі до горизонтальної осі обертання (H_I). Для отримання докладнішої інформації зверніться до документації польового програмного забезпечення.

Крім того, щоб точно виміряти висоту до мітки справжньої висоти (H_I) можна вручну виміряти похилу відстань від землі до нижньої позначки (H_m). Для обчислення загальної висоти інструменту (H_I) підставте виміряну похилу відстань (H_m) у наведену нижче формулу.

$$AI = 0.138 + \sqrt{H_m^2 - 0.1398^2}$$

Підключення внутрішнього акумулятора

Внутрішній акумулятор знаходиться в відсіку батареї, розташованому збоку інструменту. Акумулятор можна легко вийняти та замінити.

Примітка. Літій-іонний акумулятор не входить до комплекту постачання інструменту і має бути придбаний окремо.

Примітка. Для живлення інструменту дозволяється використовувати лише схвалені компанією Trimble акумулятори.

Докладніше про внутрішній акумулятор інструменту див.

<https://geospatial.trimble.com/Optical-Accessories>.

Щоб встановити акумулятор:

1. Опустіть фіксатор батарейного відсіку, щоб розблокувати його кришку.
2. Відкрийте відсік для батарей.
3. Вставте акумулятор у батарейний відсік, див. [Малюнок 3.5](#).

4. Закрийте відсік для батарей.



Рисунок 3.5 Як встановити та/або витягти внутрішній акумулятор

Підключення зовнішнього акумулятора

На базі інструменту є два зовнішні роз'єми. Обидва гнізда можна використовувати для підключення зовнішнього джерела живлення інструменту. Компанія Trimble рекомендує підключати зовнішній блок живлення до роз'єму з маркуванням PWR, щоб комунікаційний роз'єм з маркуванням COM залишався вільним для передачі даних.

Для отримання інформації про зовнішній блок живлення інструменту див.

<https://geospatial.trimble.com/Optical-Accessories>.

Примітка. Для живлення інструменту дозволяється використовувати лише схвалені компанією Trimble Блоки живлення.

Увімкнення та вимкнення інструменту

Увімкнення та вимкнення інструменту здійснюється за допомогою кнопки вмикання/вимикання живлення.

УВАГА! Якщо обладнання використовується способом, не передбаченим Trimble, Забезпечуване обладнанням захист може бути ослаблений.

Увімкнення інструменту

Якщо підключено лише внутрішній акумулятор, увімкнення інструменту здійснюється коротким натисканням на кнопку увімкнення/вимкнення живлення. Якщо підключено зовнішній акумулятор/блок живлення, інструмент увімкнеться автоматично.

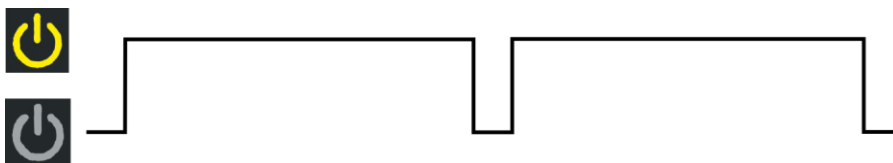
Вимкнення інструменту

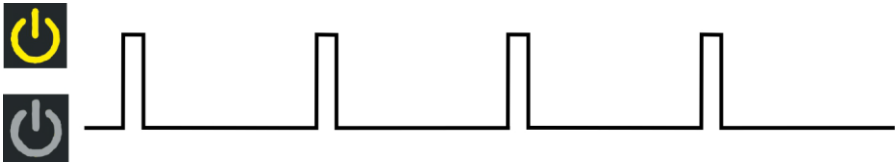
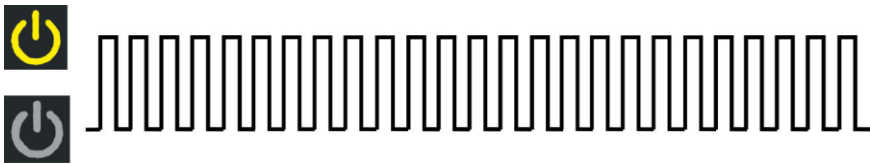
Щоб вимкнути інструмент, натисніть і утримуйте кнопку увімкнення/вимкнення живлення, поки світлодіодний індикатор на кнопці не почне моргати з високою частотою, після чого відпустіть кнопку живлення. Під час завершення роботи інструменту світлодіодний індикатор на кнопці продовжуватиме моргати з високою частотою.

Індикатор кнопки увімкнення/вимкнення

Світлодіодний індикатор кнопки живлення показує різні режими роботи інструменту, див. таблицю нижче.

Індикатор кнопки увімкнення/вимкнення	Стан інструменту	Опис
Не світяться	Не світяться	
Безперервне свічення, жовтий	Світиться	Інструмент під'єднаний до контролера та запущений:
Миготіння з тривалим періодом, жовтий	Виконується пошук контролера за допомогою LRR	Інструмент здійснює пошук контролера з використанням радіомодему великої дальності (LRR). Перемикання на Wi-Fi здійснюється коротким натисканням на кнопку включення/вимикання живлення.



Індикатор кнопки увімкнення/вимкнення	Стан інструменту	Опис
Миготіння з коротким періодом, жовтий	Виконується пошук контролера за допомогою Wi-Fi	Інструмент здійснює пошук контролера з використанням Wi-Fi. Перемикання на LRR здійснюється коротким натисканням на кнопку увімкнення/вимкнення живлення.
		
Блимання з високою частотою, жовтий	Зміна стану	Виконується зміна стану інструмента.
		

Підключення контролера

Для роботи з інструментом необхідно підключити його до контролера з польовим програмним забезпеченням.

Після запуску інструмент буде автоматично готовий до з'єднання з контролером. Налаштування підключення інструмента до контролера можна зробити за допомогою радіомодему великої дальності LRR або Wi-Fi. Також для підключення можна використовувати кабель USB 2.0, що входить в комплект поставки.

Підключення за допомогою радіомодему великої дальності

Якщо для підключення використовується радіомодем великої дальності (LRR), необхідно налаштувати LRR на інструменті та контролері. Для встановлення з'єднання, необхідно налаштувати однакові для інструменту та контролера параметри радіоканалу та мережного ідентифікатора.

Для зміни параметрів радіоканалу та мережного ідентифікатора інструмент має бути підключений до контролера через Wi-Fi або за допомогою кабелю.

Переключити з'єднання з LRR на Wi-Fi можна коротким натисканням на кнопку увімкнення/вимкнення живлення. Під час перемикання світлодіодний індикатор на кнопці моргатиме з високою частотою.

Щоб перейти на кабельне з'єднання, необхідно підключити кабель від контролера до порту COM інструмента.

Примітка. Через невисоку смугу пропускання LRR радіомодема, зображення передаються з інструмента на контролер з меншою швидкістю, ніж при інших режимах зв'язку. При роботі в режимі LRR компанія Trimble рекомендує передавати лише одиночні зображення, а не панорами, що складаються з багатьох зображень. Для швидкої передачі зображень та сканів, компанія Trimble рекомендує використовувати кабельне або Wi-Fi з'єднання.

Підключення за допомогою Wi-Fi

Якщо для підключення до контролера використовується Wi-Fi, то інструмент відображається на контролері як пристрій з ідентифікатором у вигляді серійного номера інструмента. Виберіть пристрій для підключення до контролера.

Після запуску інструмента може знадобитися деякий час, перш ніж інструмент з'явиться на контролері як пристрій.

Переключити з'єднання з Wi-Fi на LRR можна коротким натисканням на кнопку увімкнення/вимкнення живлення. Під час перемикання світлодіодний індикатор на кнопці моргатиме з високою частотою.

Щоб перейти на кабельне з'єднання, необхідно підключити кабель від контролера до порту COM інструмента.

Підключення за допомогою кабелю

Коли контролер підключений кабелем до гнізда COM інструмента, це з'єднання автоматично вибирається як основне.

Після вимкнення кабелю інструмент розпочне пошук контролера за допомогою LRR або Wi-Fi.

Примітка. Використовуйте лише кабельпередачі даних, схвалений компанією Trimble.



Рисунок 3.6 Інструмент, підключений до контролера за допомогою кабелю

Безпека

Щоб уникнути несанкціонованого використання приладу, можна активувати PIN-код.

PIN-код

PIN-код є чотиризначним кодом, де кожна цифра може мати значення в діапазоні 0-9, наприклад, "1234". Користувач може активувати та змінити PIN-код у польовому програмному забезпеченні. Для отримання докладної інформації зверніться до документації до польового програмного забезпечення.

PIN-код за замовчуванням – "0000". Коли цей код встановлено, функція безпеки не активна і запит на введення PIN-коду під час запуску не з'явиться.

Примітка. Під час введення неправильного PIN-коду більше 10 разів інструмент буде заблоковано і потрібно буде ввести код PUK.

PUK-код

Персональний код розблокування (PUK) є десятизначним кодом, де кожна цифра може мати значення в діапазоні 0-9, наприклад, "0123456789". Якщо PIN-код введено неправильно більше 10 разів, введіть код PUK, щоб розблокувати інструмент.

PUK-код встановлюється на заводі та не може бути змінено. PUK-код можна переглянути в польовому програмному забезпеченні перед встановленням PIN-коду. Обов'язково запишіть код PUK і збережіть його в безпечному місці.

Примітка. Якщо PUK-код втрачено, зв'яжіться з авторизованим постачальником Trimble для відновлення PUK-коду.

Калібровка інструменту

Оператор може виконати такі види калібрування інструменту:

- Колімація Autolock
- Калібровка компенсатора
- Колімаційну помилку телекамери, оглядової та основної камери.
- Камеру центриру
- Колімаційну помилку лазерного покажчика (додаткове обладнання)

Калібрування виконується за допомогою польового програмного забезпечення на контролері.

Для отримання докладної інформації зверніться до документації до польового програмного забезпечення.

Для забезпечення високої точності вимірювання компанія Trimble рекомендує виконувати калібрування на постійній основі.

Крім того, компанія Trimble рекомендує виконувати калібрування у таких випадках:

- Безпосередньо перед проведенням високоточних кутових вимірів за одного кола.
- Після недбалого транспортування інструменту;
- Після тривалих періодів роботи чи зберігання.
- Якщо з моменту проведення попереднього калібрування відбулася значна зміна температури.

Контрольний список дій перед виконанням вимірювань

Перед початком вимірювання або розбивки перевірте наступне:

- Об'єктив чистий.
- Інструмент відгоризнтований
- Колімаційна помилка у допуску
- Вибрано правильні параметри радіоканалу та мережного ідентифікатора (тільки при використанні LRR)
- Виміряна висота інструменту.
- Пройшов достатній час для адаптації інструменту до температури навколишнього середовища. Див. [Стабільність вимірювань, стор.](#)

Технологія інструменту

- ▶ Технологія кутових вимірів
- ▶ Технологія вимірів
- ▶ Технологія сервоуправління
- ▶ Технологія Autolock
- ▶ Технологія зйомки зображень
- ▶ Лазерний показник
- ▶ Технологія радіозв'язку

Технологія кутових вимірів

Принцип кутових вимірювань ґрунтується на зчитуванні інтегрованого сигналу з двох протилежних ділянок кутового датчика та обчисленні середнього кутового значення. Це дозволяє усунути похибки, спричинені радіальним биттям та помилками градування.

Крім того, система кутових вимірювань автоматично компенсує такі помилки:

- неточне нівелювання інструменту (відхилення від вертикальної осі);
- горизонтальні та вертикальні колимаційні помилки;
- нахил горизонтальної осі обертання, див. [стор 29](#).

Виправлення на похибки нівелювання

Інструмент автоматично виправляє похибку нівелювання у діапазоні $\pm 6'$. Інструмент негайно попереджає оператора про виникнення будь-яких похибок нівелювання, що перевищують $\pm 6'(\pm 0,11 \text{ град})$.

Інструмент також використовує технологію забезпечення точності вимірювання SurePoint™ для автоматичної компенсації будь-яких помилок нівелювання та нахилу горизонтальної осі обертання в реальному часі під час роботи.

Значення поправок для горизонтального кута, вертикального кута та похилої відстані обчислюються в польовому прикладному ПЗ та застосовуються до всіх вимірювань.

Виправлення колимаційних помилок

Колімація ДК/ВК

Горизонтальна помилка колимації – це відхилення осі візування від необхідного положення під прямим кутом щодо горизонтальної осі обертання.

Вертикальна помилка колимації – це різниця між нулем вертикального кола і вертикальною віссю інструменту.

Зазвичай колимаційні помилки усуваються за допомогою спостереження кутів при двох колах інструменту. В інструменті перед вимірюванням виконується перевірка колимації для визначення помилок колимації. Виконуються кутові вимірювання при двох колах інструменту, обчислюються помилки колимації, а в пам'яті інструменту зберігаються відповідні поправки. Значення поправок колимації потім застосовуються до всіх наступних кутових вимірів. У кутові вимірювання, виконані при одному колі, вноситься поправка, що усуває помилку колимації.

Технологія Autolock

Інструмент оснащений технологією Autolock, що дозволяє виконувати автоматичне захоплення та супровід призмінного відбивача.

Для корекції помилок колимації системи стеження виконайте перевірку колимації Autolock. При повірці колимації Autolock автоматично виконуються кутові вимірювання до мети при двох колах, обчислюються помилки колимації системи стеження, а в пам'яті інструменту зберігаються відповідні значення поправок. Значення поправок колимації потім застосовуються до всіх наступних кутових вимірів, виконаних при включеній системі Autolock. До значень кутових вимірювань, виконаних при одному колі, застосовується поправка на помилки колимації, що усуває необхідність вимірювання при двох колах інструменту.

Поправка на нахил горизонтальної осі обертання

Похибка нахилу горизонтальної осі обертання - це відхилення горизонтальної осі обертання труби зорової від необхідного положення під прямим кутом до вертикальної осі інструменту.

Див. [Малюнок 4.1](#).

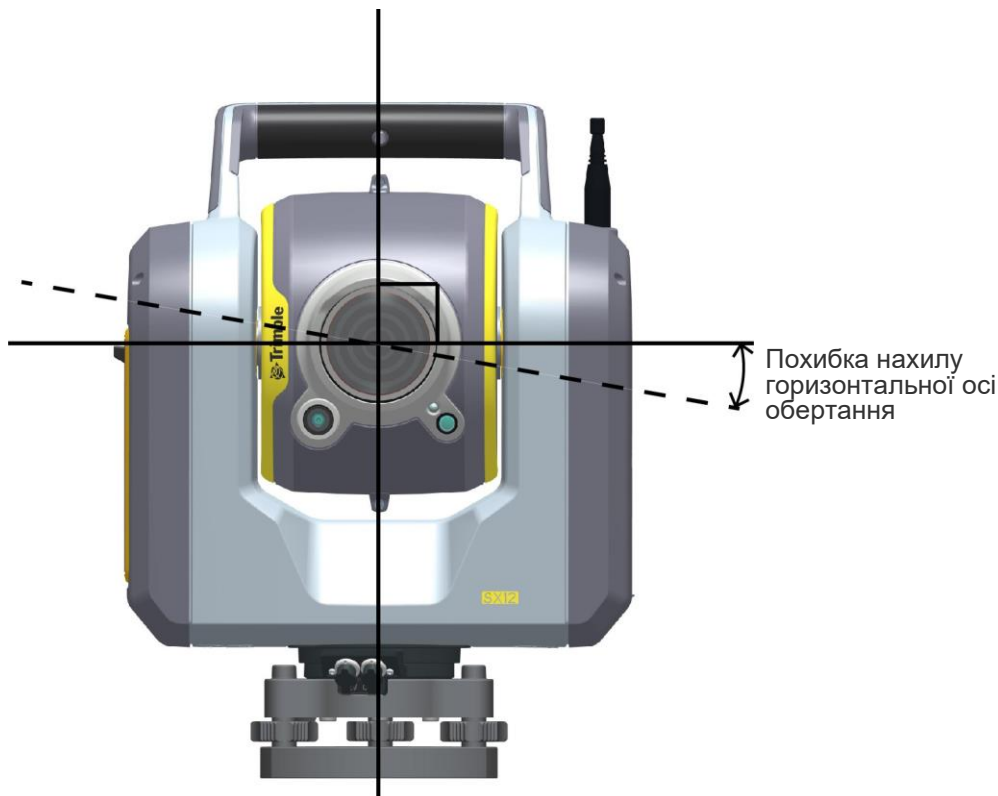


Рисунок 4.1 Похибка нахилу горизонтальної осі обертання

Похибка нахилу горизонтальної осі обертання вимірюється на заводі та зберігається в інструменті як значення виправлення. Значення виправлення вноситься для корекції значення горизонтального кута, а наведення зорової труби коригується за допомогою технології Surepoint.

Усереднення вимірювань для зменшення помилок візування

Інструмент автоматично зменшує помилки візування, викликані розбіжністю осей інструменту та відбивача або зсувом віхи під час вимірювання. Можна використовувати такі методи.

- Використовуйте Autolock. При включеному Autolock інструмент автоматично захоплює та відстежує ціль. Скорочуються помилки ручного візування.
- Автоматичне усереднення кутів під час вимірювання відстаней. При вимірюванні у стандартному режимі інструменту необхідно приблизно 1.2 секунди для вимірювання відстані. Значення кутів, що надходять на інструмент із частотою 2000 Гц, усереднюються протягом цього періоду (1.2 с) для отримання усереднених кутових вимірів.

Технологія вимірів

Інструмент оснащений блоком далекоміра, здатним працювати у різних режимах. Це означає, що інструмент здатний виконувати вимірювання на призму, в режимі відтворення (DR) і режимі сканування.

Технологія виміру відстаней

Блок далекоміра являє собою імпульсний лазерний далекомір, який визначає відстань за допомогою точного вимірювання часу проходження світлового імпульсу, що передається. Далекомір генерує короткий лазерний імпульс, який випромінюється через зорову трубу на ціль. Імпульс відбивається від поверхні мети і повертається на інструмент, де далекомір визначає різницю в часі між моментом передачі та прийому цього імпульсу. Цю різницю в часі далекомір використовує для обчислення відстані до мети.

Технологія сканування

Під час сканування далекомір знаходиться в режимі сканування. Інструмент вимірює відстані та кути, одночасно розгортаючись у горизонтальній та вертикальній площинах, щоб охопити вибрану область. Третю вісь створює призма, що обертається, розташована на шляху лазерного променя. Призма, що обертається, відхиляє лазерний промінь, щоб збільшити швидкість з якою лазерний промінь рухається по області, що сканується. Ця технологія дозволяє збільшити кількість вимірювань під час сканування точок.

Технологія сервоуправління

Інструмент оснащений приводами із сервоуправлінням для позиціонування інструменту.

Примітка. Оскільки сервоуправління має дуже високу точність, важливо використовувати високоякісні штатив та трегер.

Також важливо встановлювати штатив у положення у найбільш стійкому положенні. Якщо при установці штатив та/або трегер будуть нестійкі, сервоприводи інструменту рухатимуться з метою компенсації нестійкого положення. Нестійка установка може знизити точність вимірів.

Див. Підготовка інструмента для роботи, стор.

Технологія Trimble MagDrive™ є електромагнітною системою з прямим приводом, що забезпечує високу швидкість і точність обертання. Рух без тертя усуває шум від роботи сервоприводів та знижує знос інструменту.

Технологія Autolock

Технологія Autolock керує системами сервоприводу та наводить інструмент точно на ціль.

Інструмент оснащений технологією Autolock, що працює із зображеннями, яка в роботизованому режимі або при традиційній зйомці дозволяє виконати захоплення і відстежувати призмий відбивач.

Оптика Autolock та оптика далекоміра та телекамери знаходяться на одній осі.

Примітка. Оптика оглядової та основної камери не знаходяться на одній осі з оптикою Autolock. На дуже коротких відстанях це дає небажаний оптичний ефект. Оглядова камера показує, що інструмент наведений точно на призму, але Autolock не може захопити призми. Причина цього в тому, що вузький пучок променів передавача Autolock не відбивається назад у приймач Autolock. Щоб система захопила призму, трохи посуньте призму убік.

УВАГА! При використанні кругового відбивача для високоточних вимірювань найкращий результат досягається коли одна із призм спрямована точно на інструмент.

Технологія зйомки зображень

На інструменті встановлено чотири камери: оглядова, основна, телекамера та камера схилу. Кожна з них призначена для виконання різноманітних завдань.

Оглядова камера

Оглядова камера розташована паралельно осі далекоміра, але зі зсувом. Камера має фіксовану фокусну відстань та поле зору 54°.

Оглядова камера використовується за таких рівнів збільшення:

- Збільшення 1-2 при вимкненому лазерному покажчику.
- Збільшення 1-2 при включеному лазерному покажчику.

Основна камера

Основна камера розташована паралельно осі далекоміра, але зі зсувом. Камера має фіксовану фокусну відстань та поле зору 12°.

Основна камера використовується за таких рівнів збільшення:

- Збільшення 3-4 при вимкненому лазерному покажчику.
- Збільшення 3-6 при включеному лазерному покажчику.

Телекамера

Телекамера знаходиться на одній осі з оптикою далекоміра. Камера оснащена системою автоматичного фокусування та поле зору 2°.

Телекамера використовується за таких рівнів збільшення:

- Збільшення 5-8 при вимкненому лазерному покажчику.
- При увімкненому лазерному покажчику телекамера не використовується. Телекамера та лазерний покажчик використовують один і той же оптичний канал, тому їх неможливо використовувати одночасно.

Рівень
збільшення

Лазерний показчик вимкнено

Лазерний показчик

Оглядова камера

Оглядова камера

Рівень
збільшення 1

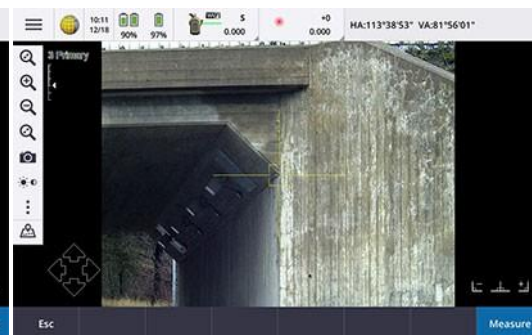
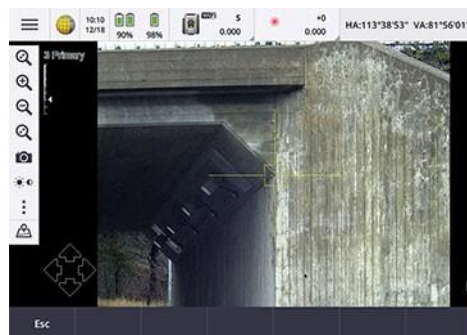
Оглядова камера

Оглядова камера

Рівень
збільшення 2

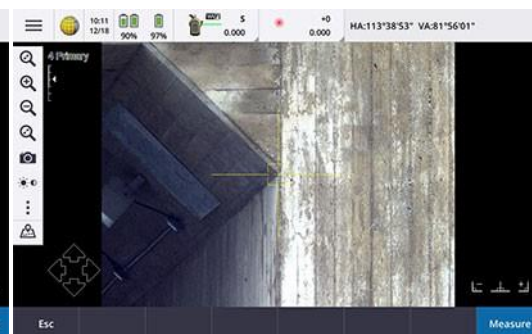
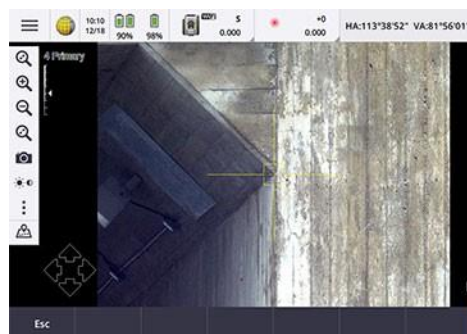
Основна камера

Основна камера

Рівень
збільшення 3

Основна камера

Основна камера

Рівень
збільшення 4

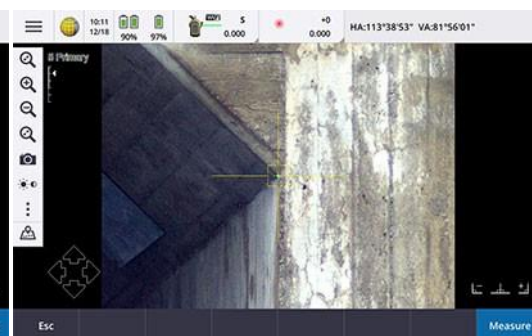
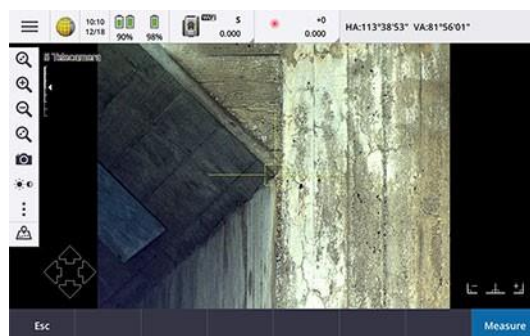
Рівень
збільшення

Лазерний показник вимкнено

Лазерний показник

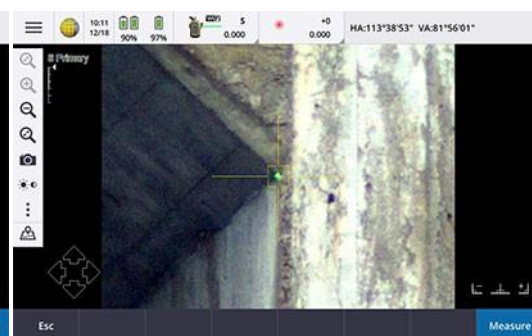
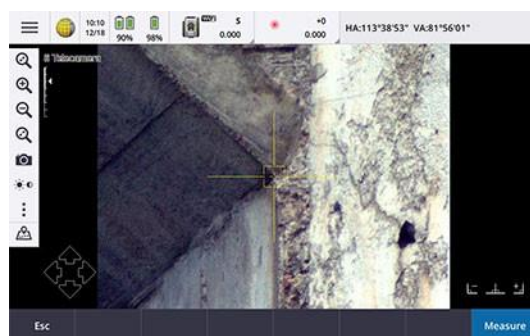
Телекамера

Основна камера

Рівень
збільшення 5

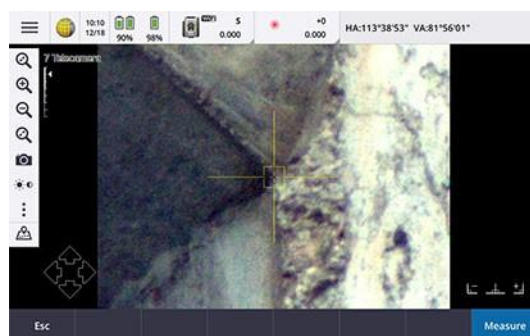
Телекамера

Основна камера

Рівень
збільшення 6

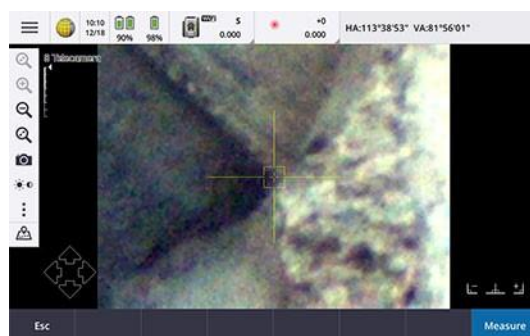
Телекамера

Hi

Рівень
збільшення 7

Телекамера

Hi

Рівень
збільшення 8

Камера центриру

Камера схилу дозволяє замінити оптичний центрир. Камера має фіксовану фокусну відстань та поле зору 6°. Камеру схилу можна використовувати для документування фактичного положення під час встановлення інструменту. Натисніть значок камери на екрані, щоб зробити знімок.

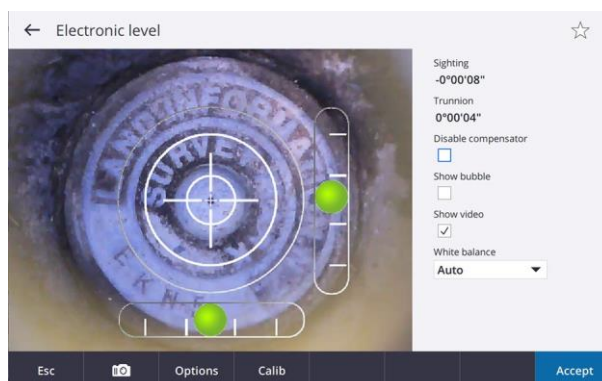


Рисунок 4.2 Камера центриру

Примітка. Орієнтація камери відповідає положенню оператора позаду інструменту.
Див. *Встановлення наточці*, стор. 17.

Лазерний показчик

Як додатковий пристрій на інструменті можна активувати лазерний показчик зеленого кольору. Лазерний показчик має автоматичне фокусування для збереження невеликого розміру лазерної плями на різних відстанях. Фокусування лазерного показчика також можна виконати вручну, додаткову інформацію про це див. у документації до польового програмного забезпечення.

Налаштування яскравості лазерного показчика

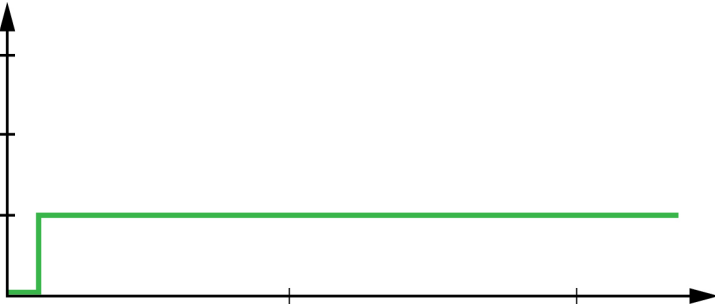
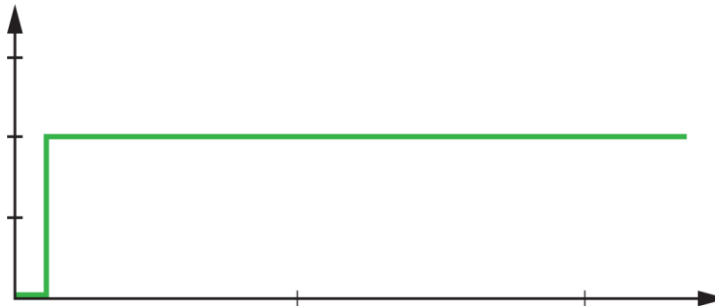
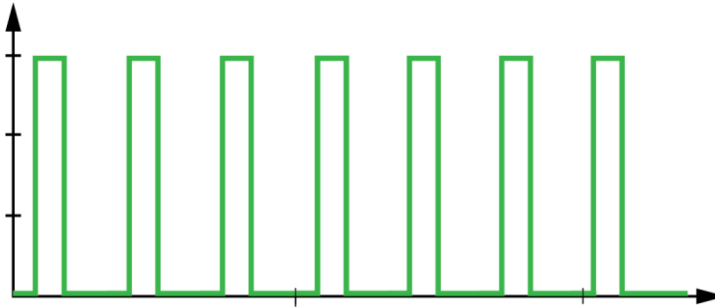
Яскравість відображення лазерної плями може сприйматися по-різному залежно від навколишнього освітлення, коефіцієнта відображення об'єкта та/або відстані до нього. Для налаштування яскравості відображення використовуються відповідні параметри налаштування в польовому програмному забезпеченні Trimble Access™.

- **У разі слабкого освітлення** - Ця установка підходить для роботи в наступних умовах:
 - В приміщенні
 - В умовах слабкого освітлення (низька навколишня освітленість).
 - При наведенні на поверхні з високим коефіцієнтом відбиття.
 - На близькій відстані.
- **Стандартний** - Стандартне налаштування підходить для використання у звичайних умовах.
- **Миготіння у складних умовах** - Це налаштування можна використовуватиме для пошуку лазерного плями під час роботи у складних умовах. Вона підходить для роботи:
 - Поза приміщеннями
 - В умовах яскравого освітлення (висока навколишня освітленість).
 - При наведенні на поверхні з низьким коефіцієнтом відображення або поверхні, що не відображають.
 - На великій дальності

Рівень яскравості і схема миготіння у разі залежить від цього, у якому режимі працює далекомір інструмента.

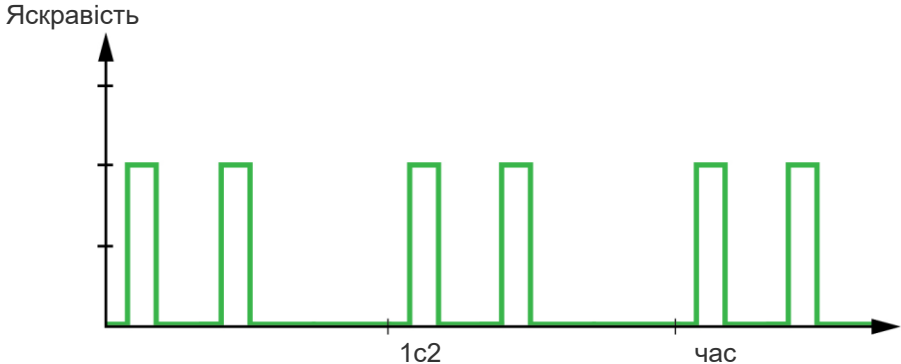
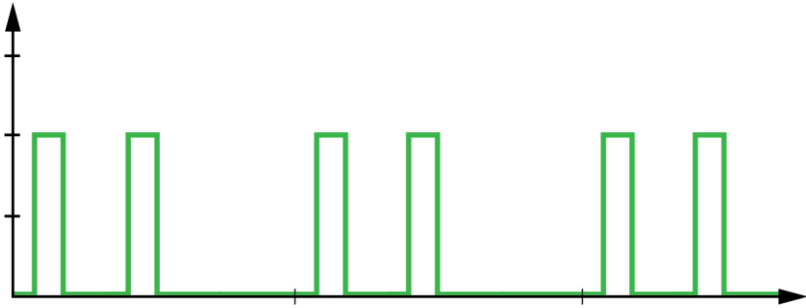
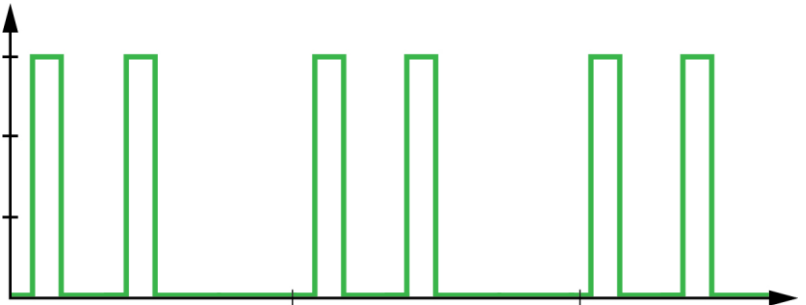
Дальномір у стандартному режимі (STD)

Опис рівня яскравості та схеми миготіння для кожної з трьох можливих налаштувань під час роботи далекоміра в стандартному режимі (STD) наведено в таблиці нижче.

Налаштування в TrimbleAccess	Опис
При слабкому освітленні	Яскравість 
Стандартний	Яскравість 
Миготіння	Яскравість 

Дальномір у режимі стеження (TRK)

Опис рівня яскравості та схеми миготіння для кожної з трьох можливих налаштувань під час роботи далекоміра в режимі стеження (TRK) наведено в таблиці нижче.

Налаштування в Trimble Access	Опис
При слабкому освітленні	
Стандартний	
Миготіння	

Колімація

Можлива невелика різниця в оптичному поєднанні лінії візування лазерного показника з сіткою ниток та лінією візування далекоміра, яку неможливо відрегулювати фізично. Однак вимір буде проводитися на ту точку, куди направлений лазерний показник та візирний хрест.

Інструмент компенсує це невелике відхилення, використовуючи значення поправки колімації.

Значення поправки колімації лазерного показника можна визначити в польових умовах. Додаткову інформацію див. у документації з польового програмного забезпечення.

Те, яким чином інструмент компенсуватиме відхилення, залежить від режиму роботи далекоміра інструменту.

Порада - Використовуйте стандартний режим (STD) під час виконання високоточних вимірювань.

Дальномір у стандартному режимі (STD)

Під час роботи далекоміра у стандартному режимі візирний хрест камери поєднаний із лазерним показником. Лінія візування далекоміра може трохи не збігатися з лазерним показником. Це залежить від інструменту, температури та дальності (до 20 мм на 50 м).

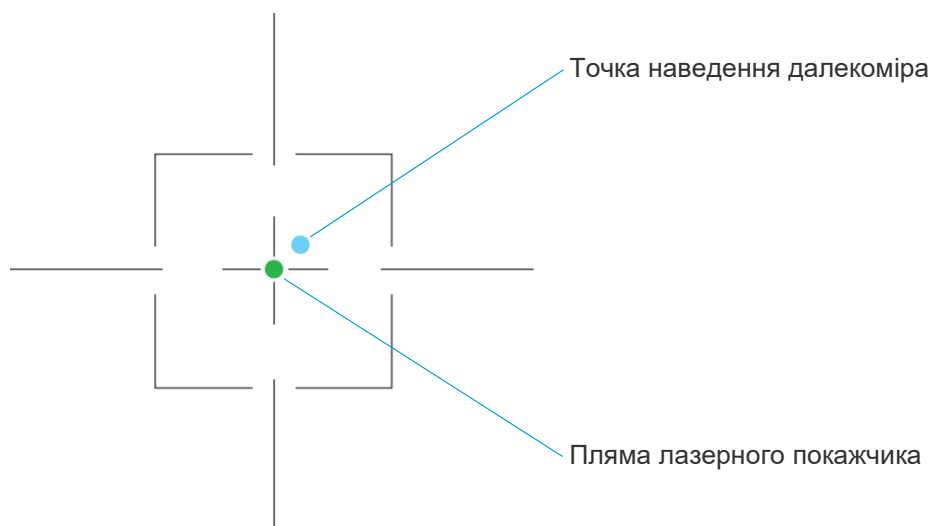


Рисунок 4.3 У стандартному режимі візирний хрест поєднаний із лазерним показником. Положення точки наведення далекоміра щодо сітки ниток і лазерного показника незначно відхилятиметься залежно від температури інструменту, використовуваного кола та дальності. Для холодного інструменту при КП точка наведення далекоміра зміщується вгору і вправо від плями лазерного показника, як показано на цьому малюнку. Для теплого інструменту при КП точка наведення далекоміра зміщується вниз і вліво від плями лазерного показника. За КП все навпаки.

Виправлення вноситься автоматично, при виконанні вимірювання в стандартному режимі:

1. Лазерний показник вимикається.
2. Сітка ниток поєднується з лінією візування далекоміра, для цього використовується значення поправки колімації.
3. Наведення інструменту за допомогою сервоприводу виконується таким чином, щоб сітка ниток і лінія візування далекоміра були поєднані з точкою, що вимірюється.
4. Проводиться вимір.

5. Сітка ниток поєднується з лінією візування лазерного показчика, для цього використовується значення поправки колімації.
6. Наведення інструменту за допомогою сервоприводу виконується таким чином, щоб сітка ниток та лазерний показчик були поєднані з вимірюваною точкою.
7. Лазерний показчик вмикається.

Дальномір у режимі стеження (TRK)

Під час роботи далекоміра в режимі стеження (TRK) візирний хрест камери поєднаний з лінією візування далекоміра. Положення лазерного показчика може трохи збігатися з лінією візування далекоміра. Це залежить від температури інструменту та дальності (до 20 мм на 50 м).

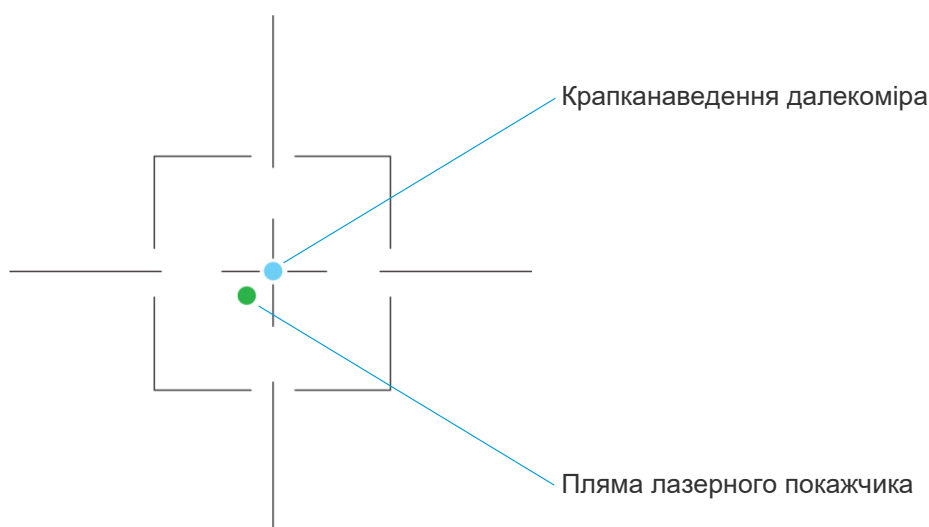


Рисунок 4.4 У режимі стеження візирний хрест поєднується з лінією візування далекоміра. Положення точки наведення далекоміра щодо сітки ниток і лазерного показчика незначно відхилятиметься залежно від температури інструменту, використовуваного кола та дальності. Для холодного інструменту і при КП точка наведення далекоміра зміщується вгору і вправо від плями лазерного показчика, як показано на цьому малюнку. Для теплого інструменту і при КП точка наведення далекоміра зміщується вниз і вліво від плями лазерного показчика. За КП все навпаки.

Щоб показати, що лазерний показчик не поєднаний із візирним хрестом, лазерний показчик блимає за особливою схемою.

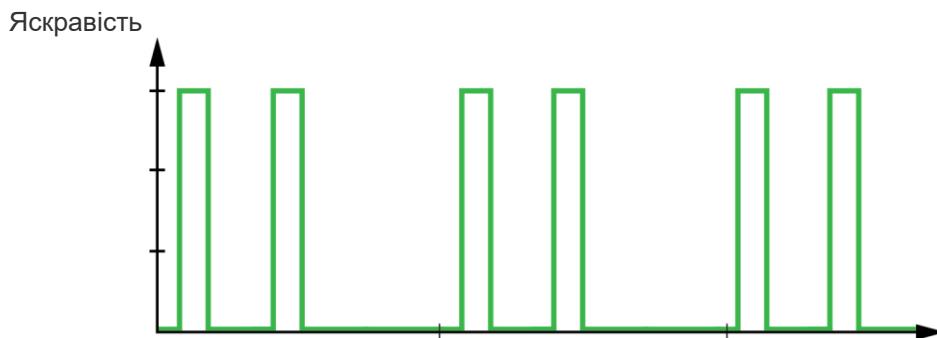


Рисунок 4.5 Схема миготіння лазерного показника, що показує, що лазерний показник не поєднаний із візирним хрестом.

Порада - Щоб отримати інформацію щодо інших функцій, зверніться до документації до польового програмного забезпечення.

Технологія радіозв'язку

Інструмент оснащений двома радіомодулями, що працюють на частоті 2.4 ГГц – радіомодемом великої дальності (LRR) та Wi-Fi.

Компанія Trimble рекомендує використовувати радіомодем LRR, коли дальність зв'язку краще швидкості передачі даних, наприклад, при роботизованій зйомці, і Wi-Fi, коли швидкість передачі даних краще дальності зв'язку, наприклад, при скануванні.

Діаграма спрямованості антени

Антенa випромінює сигнал у всіх напрямках, за винятком напрямку вгору та вниз. Див. [Малюнок 4.6](#).



Малюнок 4.6 Діаграма спрямованості антени

Для досягнення оптимальної дальності радіозв'язку важливо, щоб антени були зорієнтовані в одному напрямку. Оскільки антена інструменту жорстко закріплена у вертикальному положенні, переконайтеся, що поворотна антена контролера також розташована у вертикальному положенні.

Див. [Малюнок 4.7](#) і [Малюнок 4.8](#).



Рисунок 4.7 Зниження дальності радіозв'язку, якщо антена контролера знаходиться не у вертикальному положенні, як антена інструменту



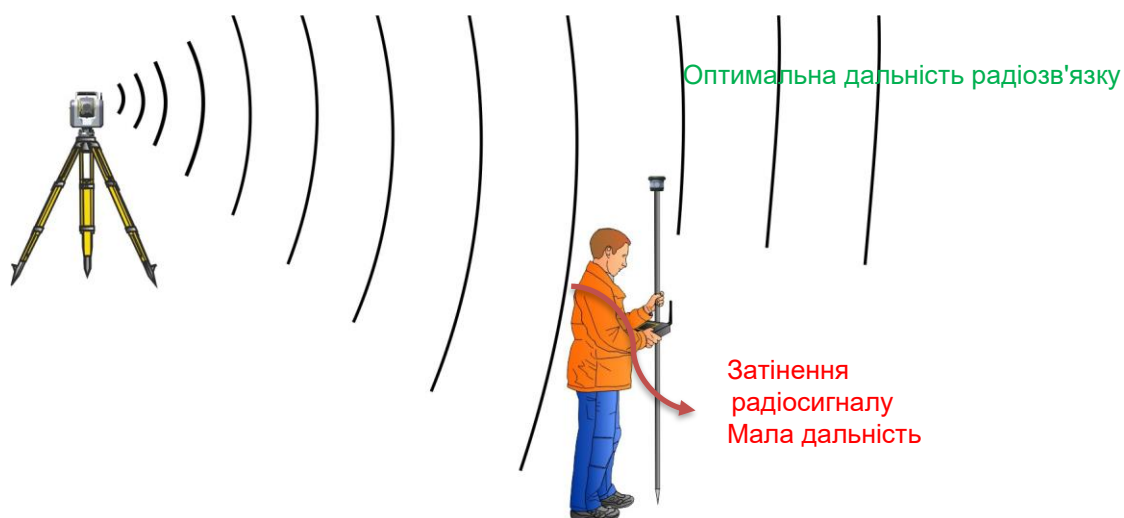
Рисунок 4.8 Оптимальна дальність радіозв'язку, якщо антена контролера знаходиться у вертикальному положенні, як і антена інструменту

Пряма видимість

Для забезпечення сталого зв'язку та досягнення максимальної дальності при роботі радіомодемів із частотою 2.4 ГГц потрібно, щоб їх антени знаходились у прямій видимості. Будь-які сторонні об'єкти між антенами послаблюють радіосигнал, що призводить до зниження дальності та виникнення ризику втрати зв'язку.

Послаблення радіосигналу можуть спричинити не тільки такі об'єкти, як, наприклад, кущі, дерева, будинки та транспортні засоби, але також люди та обладнання. Див. [Малюнок 4.9](#) і [Малюнок 4.10](#).

У разі втрати радіозв'язку спробуйте вийти на лінію прямої видимості між антенами, щоб відновити з'єднання.



Малюнок 4.9 Людське тіло затіняє радіосигнал

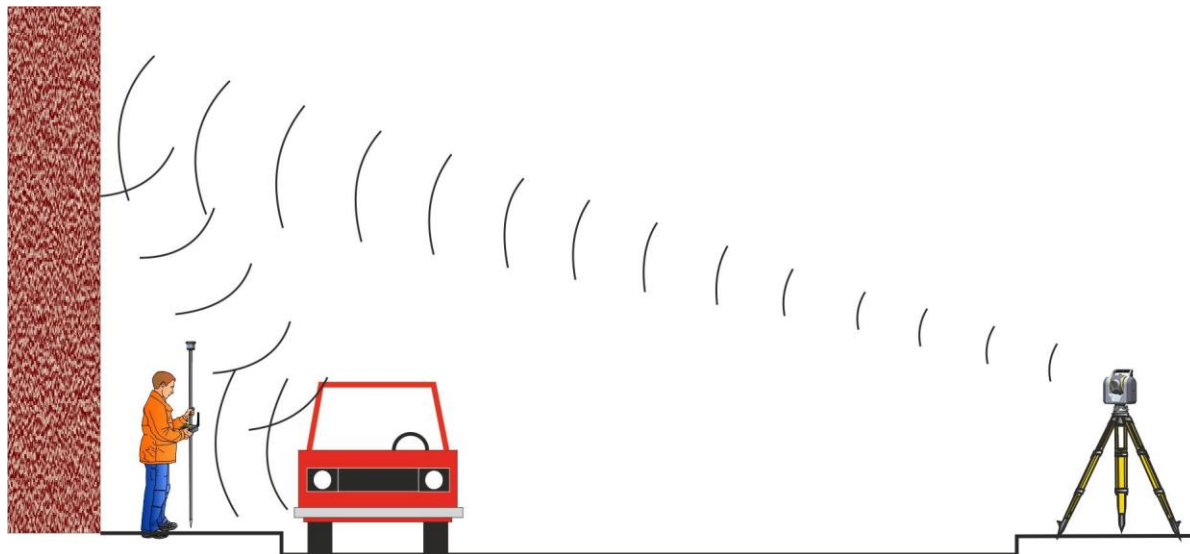


Малюнок 4.10 Устаткування затіняє радіосигнал

Навколишні умови

При роботі в міських умовах радіосигнали можуть відбиватися від різних об'єктів, наприклад, від будівель і припаркованих автомобілів, забезпечуючи тим самим гарне покриття навіть без прямої видимості.

Див. [Малюнок 4.11](#).



Малюнок 4.11 Відбивання радіосигналів від міських об'єктів

На відкритій території пряма видимість набуває найбільшого значення, оскільки радіосигналам відбиватися нема від чого.

Для досягнення оптимальної дальності радіозв'язку, постарайтеся розташувати інструмент якомога вище по відношенню до навколишньої місцевості. Див. [Малюнок 4.12](#).

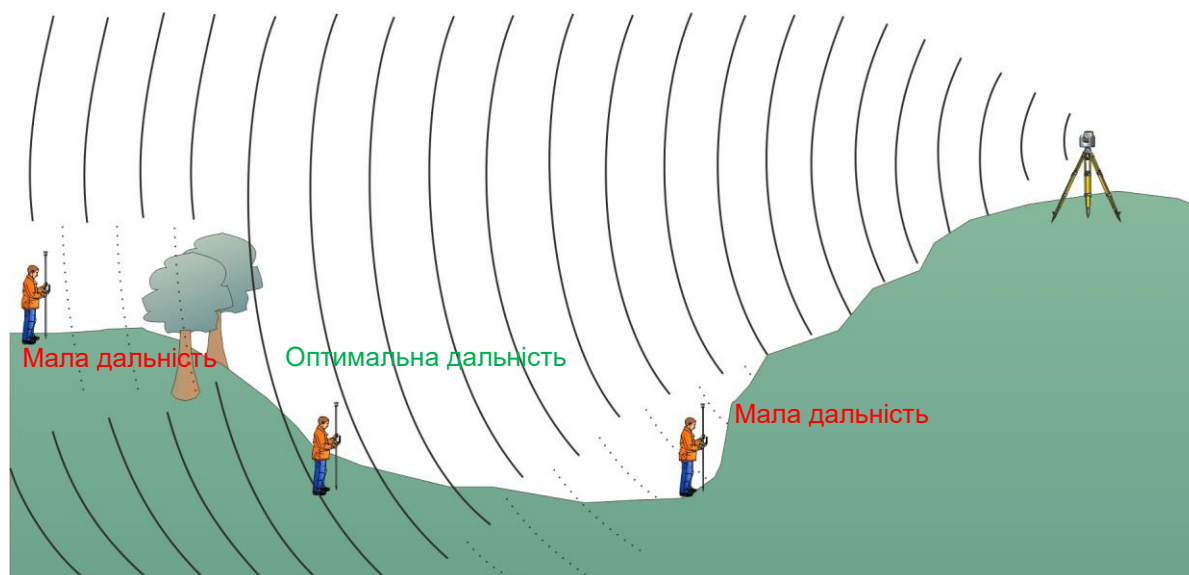


Рисунок 4.12 Приклад проходження радіосигналів на відкритій місцевості



Trimble SX12

сканующий тахеометр