



Trimble SX12

Сканирующий тахеометр

Редакция А
январь 2021
артикул 57117032-RUS

Правовая информация

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

Авторское право и товарные знаки

© 2021, Trimble Inc. Все права защищены.

Autolock, Trimble и логотип Globe & Triangle являются товарными знаками Trimble Inc., зарегистрированными в Бюро по патентам и товарным знакам США и других странах. Access, MagDrive и SurePoint являются товарными знаками Trimble Inc.

Все прочие торговые марки являются собственностью их соответствующих владельцев.

Примечание к выпуску

Дата выпуска январь 2021. Это редакция А документа *Руководство пользователя сканирующего тахеометра Trimble SX12*, Артикул 57117032-RUS. Данное руководство пользователя относится к сканирующему тахеометру Trimble SX12.

Оригинальный язык документации — английский. Любая документация на других языках является переводом оригинальных документов с английского языка.

Информация о гарантийных обязательствах на изделие

Сведения об ограниченной гарантии на изделие указаны в гарантийном талоне, прилагающемся к данному изделию Trimble, их также можно запросить у местного авторизованного дилера Trimble.

Нормативные сведения

Для получения информации о применимых нормах законодательства обратитесь к документу Нормативно-правовая информация о сканирующем тахеометре Trimble SX12, входящему в комплект поставки или свяжитесь с поставщиком продукции Trimble.

Регистрация

Чтобы получать информацию об обновлениях и новых продуктах, пожалуйста, свяжитесь с региональным поставщиком продукции или посетите www.trimble.com/register. После регистрации вы можете выбрать содержание рассылки, включая информационные письма, информацию об обновлениях или новых продуктах.

Правила техники безопасности

Для получения информации о правилах техники безопасности см. документ Нормативные сведения о сканирующем тахеометре Trimble® SX12, входящий в комплект поставки инструмента.

Оглавление

Правовая информация	2
Правила техники безопасности	3
1 Введение	6
О сканирующем тахеометре Trimble SX12.	7
Сопутствующая информация	7
Техническая поддержка	7
2 Описание инструмента.	8
Элементы конструкции	9
Принадлежности.	10
Уход и техническое обслуживание	10
Чистка инструмента	11
Влажность.	11
Условия хранения.	11
Юстировка и калибровка	12
Юстировка	12
Калибровка	12
Транспортировка.	12
Хранение ремней для переноски	12
Ремонт	14
3 Подготовка инструмента к работе.	15
Установка.	16
Устойчивость установки	16
Стабильность измерений	16
Установка на точке	17
Измерение высоты инструмента	18
Подключение внутреннего аккумулятора	20
Подключение внешнего аккумулятора	21
Включение и выключение инструмента	22
Включение инструмента	22
Выключение инструмента	22
Индикатор кнопки включения/выключения	22
Подключение контроллера.	23
Безопасность	25
PIN-код	25
PUK-код	25
Калибровка инструмента	25
Контрольный список действий перед выполнением измерений	26

4	Технология инструмента	27
	Технология угловых измерений	28
	Поправка на погрешности нивелировки	28
	Исправление коллимационных ошибок	28
	Поправка на наклон горизонтальной оси вращения	29
	Усреднение измерений для уменьшения ошибок визирования	29
	Технология измерений	30
	Технология измерения расстояний	30
	Технология сканирования	30
	Технология сервоуправления	30
	Технология Autolock	30
	Технология съемки изображений	31
	Обзорная камера	31
	Основная камера	31
	Телекамера	31
	Камера центрира	34
	Лазерный указатель	34
	Настройка яркости лазерного указателя	34
	Коллимация	37
	Технология радиосвязи	39
	Диаграмма направленности антенны	39
	Прямая видимость	41
	Окружающие условия	43

Введение

- ▶ О сканирующем тахеометре Trimble SX12
- ▶ Сопутствующая информация
- ▶ Техническая поддержка

Данное руководство пользователя относится к сканирующему *тахеометру* Trimble SX12. Даже если вы имеете опыт использования других оптических тахеометров, компания Trimble рекомендует уделить некоторое время чтению настоящего руководства для ознакомления со специальными функциями данного прибора.

Далее в этом руководстве сканирующий тахеометр Trimble SX12 *будет именоваться как инструмент*.

О сканирующем тахеометре Trimble SX12

Сканирующий тахеометр Trimble SX12 - это инструмент, позволяющий выполнять геодезическую съемку, съемку изображений и высокоскоростное сканирование.



Рисунок 1.1 Сканирующий тахеометр Trimble SX12

Сопутствующая информация

Для получения дополнительной информации об этом изделии перейдите на www.trimble.com.

Техническая поддержка

Если у вас возникли проблемы, и вы не можете найти необходимую информацию в сопутствующей документации, обратитесь к региональному поставщику продукции или запросите техническую поддержку на www.trimble.com.

Описание инструмента

- ▶ Элементы конструкции
- ▶ Принадлежности
- ▶ Уход и техническое обслуживание
- ▶ Юстировка и калибровка
- ▶ Транспортировка
- ▶ Ремонт

В этом разделе приводится описание инструмента и этикеток на его корпусе.

Элементы конструкции

Компания Trimble рекомендует уделить некоторое время ознакомлению с названиями и расположением принадлежностей инструмента. См. [Рисунок 2.1](#) и [Рисунок 2.2](#).

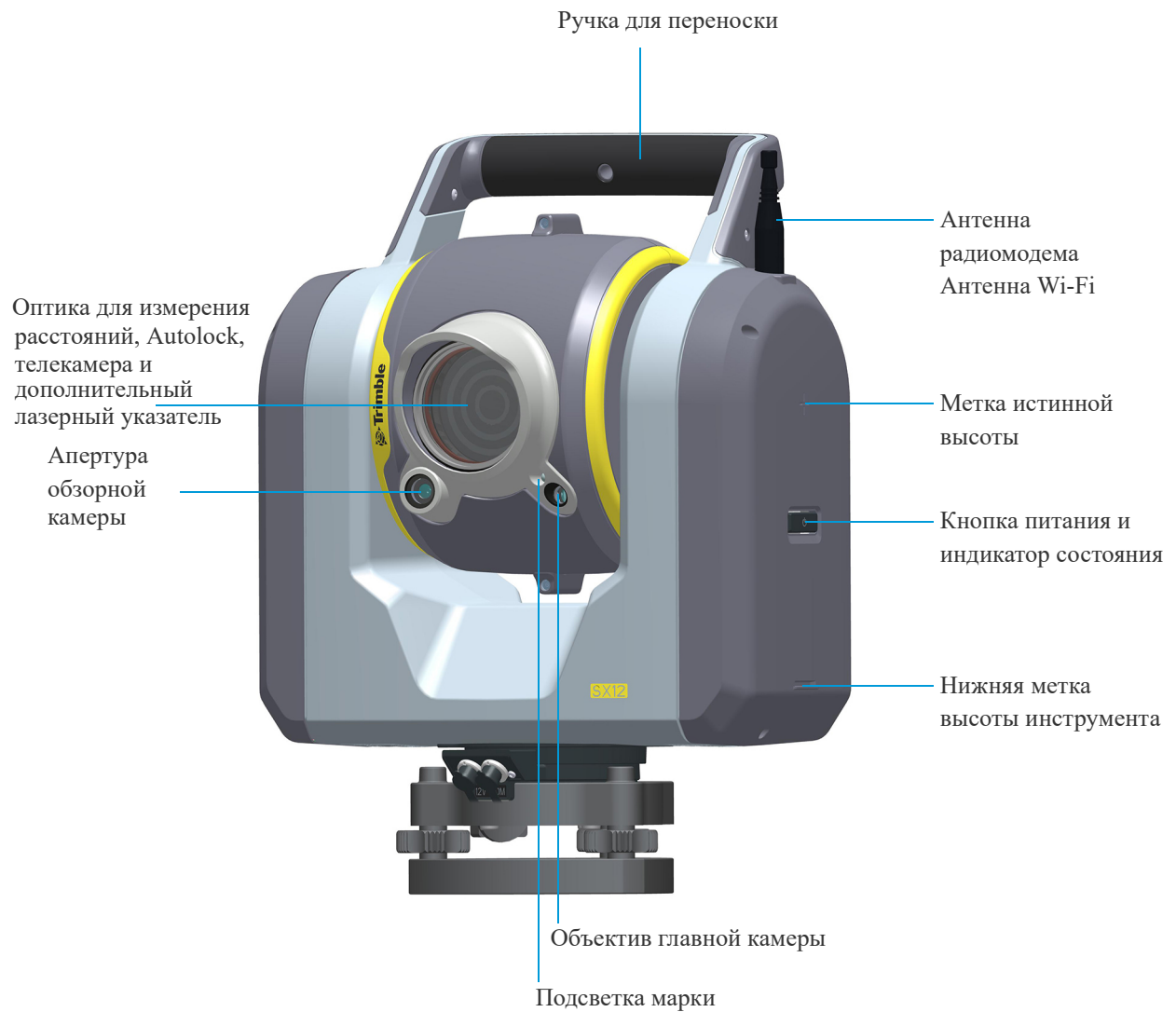


Рисунок 2.1 Инструмент, вид спереди

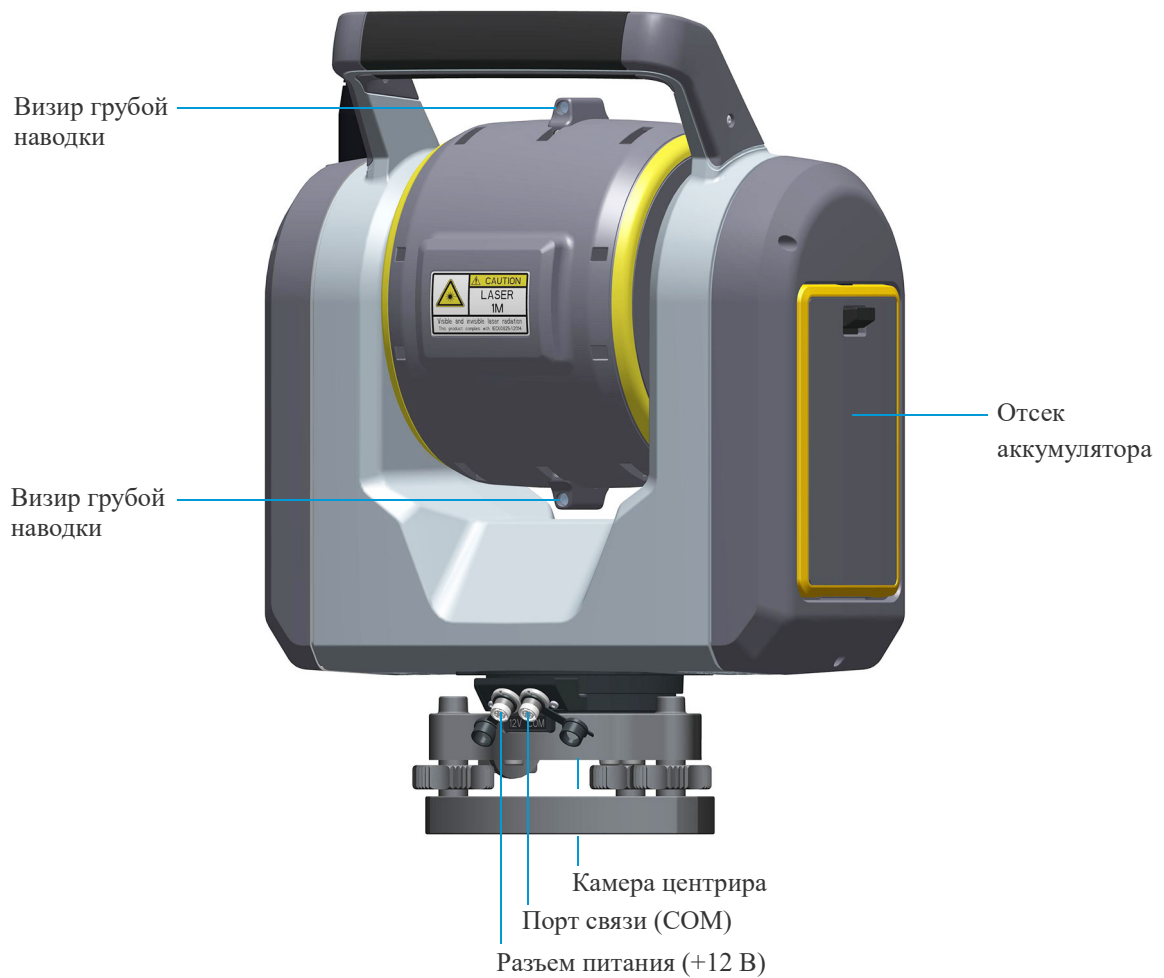


Рисунок 2.2 Инструмент, вид сзади

Принадлежности

Информация об имеющихся принадлежностях инструмента приведена на странице <https://geospatial.trimble.com/Optical-Accessories>.

Уход и техническое обслуживание


⚠ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! Не снимайте крышку с инструмента. Инструмент устойчив к обычным электромагнитным помехам окружающей среды, однако в инструменте имеются схемы, чувствительные к статическому электричеству. Если крышка инструмента будет открыта неавторизованным персоналом, функциональность прибора не гарантируется, а гарантия аннулируется.

Данный инструмент предназначен для работы и испытан в полевых условиях, однако, как и любому прецизионному инструменту, ему требуются соответствующие уход и техническое обслуживание. Для

достижения наилучших результатов при работе с инструментом выполняйте перечисленные ниже рекомендации.

- Бережно обращайтесь с инструментом, не подвергайте его сильной тряске или ударам.
- Содержите объективы и отражатели в чистоте. Для чистки оптики используйте только протирочные салфетки, поставляемые с инструментом, или другие специальные материалы.
- Храните прибор в безопасном месте в вертикальном положении, предпочтительно использовать футляр инструмента.
- Перед переноской снимайте инструмент со штатива. Это может повредить инструмент и трегер.
- Не переносите инструмент, держа за корпус зрительной трубы. Используйте ручку.
- При выполнении высокоточных измерений убедитесь, что инструмент полностью адаптирован к температуре окружающей среды. Значительное отклонение температуры разных элементов инструмента может повлиять на точность.
- Если инструмент перемещается из (очень) холодного в теплое место, оставьте его не менее чем на 15 минут в закрытом футляре, чтобы избежать конденсации влаги на внутренних элементах конструкции. После этого откройте футляр и дождитесь полного испарения влаги.

Чистка инструмента

 **ВНИМАНИЕ!** Сильнодействующие химические вещества могут повредить инструмент. Запрещается использовать сильнодействующие моющие средства, например бензин и растворители, для очистки инструмента и футляра для инструмента.

Очистка линз

Будьте осторожны при очистке линз.

1. Если на линзах имеется песок или пыль, смочите линзы водой из аэрозольного баллона.
2. Аккуратно удалите песок и пыль мягкой тканью. Не трите.
3. Аккуратно очистите линзу круговыми движениями от середины к краю с помощью чистящих салфеток, поставляемых с инструментом. Не трите.

Чистка инструмента

Для чистки инструмента используйте влажную ткань и воду (за исключением линз).

Влажность

После использования инструмента в условиях повышенной влажности следует занести инструмент в помещение и достать из футляра. Оставьте прибор сохнуть естественным путем. При образовании конденсата на линзах позвольте влаге испариться естественным путем. Оставьте футляр инструмента открытым до полного испарения влаги.

Условия хранения

- Храните инструмент при низкой влажности и температуре от -40°C до $+70^{\circ}\text{C}$.
- Перед хранением извлеките аккумулятор из инструмента.

Юстировка и калибровка

Юстировка

Компания Trimble рекомендует на регулярной основе выполнять следующие юстировки:


- Юстировка круглого уровня на трегере
- Проверка и затягивание всех винтов на штативе.

Калибровка

Перед поставкой инструмент проходит проверку для определения и компенсации погрешностей.

Однако во время транспортировки и при изменении температуры эти погрешности могут измениться. В связи с этим компания Trimble рекомендует выполнять калибровку в следующих ситуациях:

- Непосредственно перед проведением высокоточных угловых измерений при одном круге.
- После небрежной транспортировки инструмента.
- После продолжительных периодов работы или хранения.
- Если с момента проведения предыдущей калибровки произошло значительное изменение температуры.

 **Совет** – Любые погрешности измерений, вызванные наличием коллимационной ошибки, наклоном инструмента или уходом места нуля, устраняются при выполнении измерений при двух кругах.

В полевых условиях можно откалибровать:

- Компенсатор
- Autolock™
- Выполнить калибровку автоматической фокусировки телекамеры
- Коллимационную ошибку телекамеры, обзорной и основной камеры.
- Камеру центрира
- Коллимационную ошибку лазерного указателя (дополнительное оборудование)
- Автоматическую фокусировку лазерного указателя (дополнительное оборудование)

Транспортировка

Всегда перевозите инструмент в закрытом футляре инструмента. В случае длительной перевозки инструмент следует транспортировать в футляре для инструмента и в оригинальном транспортировочном контейнере.

Всегда извлекайте внутренний аккумулятор на время транспортировки.

При транспортировке аккумуляторов обязательно соблюдайте национальные и международные правила и нормы. Свяжитесь с транспортной компанией перед отправкой.

Хранение ремней для переноски

Когда ремни для переноски не используются, их можно хранить в специальном отсеке футляра инструмента.

 **Совет** – Сначала уложите поясные ремни в отсек ремней для переноски, потом наплечные ремни.

Для извлечения и использования ремней для переноски:

1. Нажмите на кнопку фиксатора крышки отсека ремней для переноски вниз и откройте отсек. См. [Рисунок 2.3](#).



Рисунок 2.3 Футляр инструмента с ремнями для переноски в специальном отсеке

2. Вытащите ремни из отсека. Ремни уже прикреплены к футляру инструмента. См. [Рисунок 2.4](#).



Рисунок 2.4 Ремни для переноски, извлеченные из отсека

3. Закройте крышку отсека и убедитесь, что несущие ремни могут свободно двигаться. См. [Рисунок 2.5](#).



Рисунок 2.5 Футляр инструмента с ремнями для переноски в рабочем положении

Ремонт

Примечание. Инструмент не содержит деталей, обслуживаемых пользователем.

При отправке инструмента в сервисный центр, разборчиво напишите имя отправителя и получателя на футляре инструмента. Если требуется выполнить ремонт, вложите записку в футляр инструмента. В акте необходимо четко описать все неполадки и их признаки, а также указать, что необходим ремонт.

Подготовка инструмента к работе

- ▶ Установка
- ▶ Измерение высоты инструмента
- ▶ Подключение внутреннего аккумулятора
- ▶ Подключение внешнего аккумулятора
- ▶ Включение и выключение инструмента
- ▶ Безопасность
- ▶ Калибровка инструмента
- ▶ Контрольный список действий перед выполнением измерений

Установка

При выполнении высокоточных измерений главным фактором является устойчивость инструмента.

Устойчивость установки

При установке инструмента важно соблюдать приведенные ниже рекомендации:

1. Широко расставьте ножки штатива для увеличения устойчивости установки. Например, при установке одной ножки штатива на асфальт, а двух других на землю, устойчивость будет обеспечена в том случае, если ножки штатива достаточно широко расставлены. При невозможности широко расставить ножки штатива в связи с препятствиями можно уменьшить высоту штатива для увеличения устойчивости.

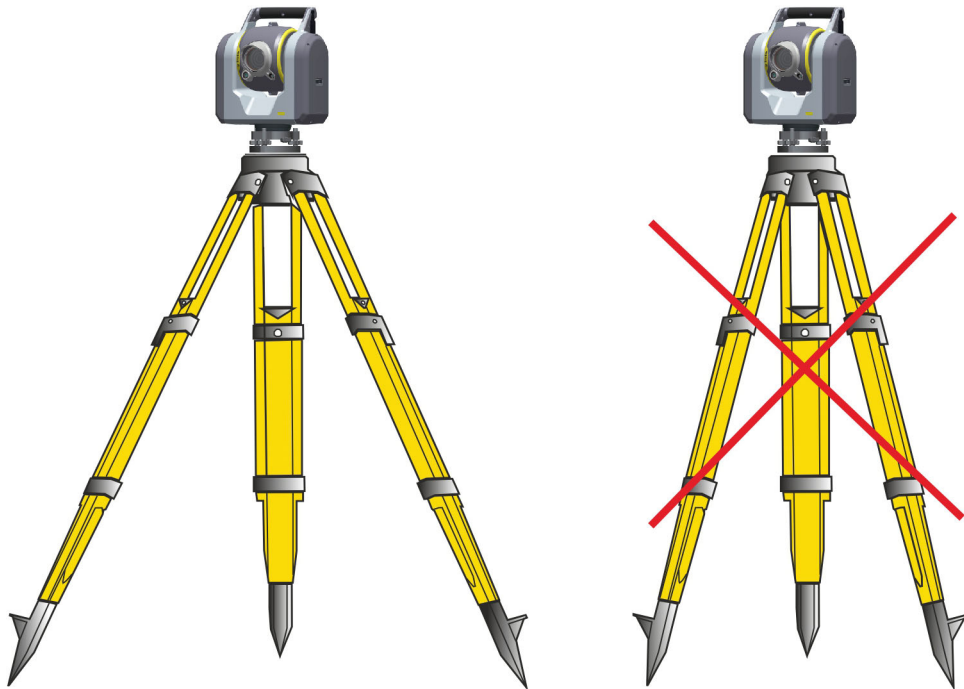


Рисунок 3.1 Правила установки инструмента

2. Хорошо затягивайте все винты на штативе чтобы предотвратить смещение инструмента.
3. Используйте только высококачественные штативы и трегеры. Компания Trimble рекомендует использовать штативы с оголовками, выполненными из стали, алюминия или подобных материалов. Избегайте использования штативов с оголовками из стекловолокна или других композитных материалов.

См. [Технология сервоуправления, стр. 30](#) для получения подробной информации.

Стабильность измерений

Следует учитывать, что инструмент должен адаптироваться к температуре окружающей среды в течение достаточного времени. Общие рекомендации по выполнению высокоточных измерений:

- Температура в градусах Цельсия: разность температур в градусах Цельсия ($^{\circ}\text{C}$) $\times 2 =$ время в минутах, необходимое для адаптации инструмента к новой температуре.

- по Фаренгейту: Разность температур в градусах по Фаренгейту ($^{\circ}\text{F}$) = время в минутах, необходимое для адаптации инструмента к новой температуре окружающей среды.

Избегайте выполнения измерений через участки с сильной тепловой рефракцией при солнечном свете, например в полдень.

Установка на точку

Прибор оснащен камерой отвеса, которая используется для установки инструмента над точкой. Изображение с камеры отвеса отображается в программном обеспечении контроллера. Камера расположена в центре инструмента и вращается вместе с ним, однако сетка нитей в программном обеспечении контроллера остается неподвижной.

Для установки инструмента над точкой станьте позади инструмента со стороны окуляра зрительной трубы и разместите контроллер рядом с инструментом как показано на [Рисунок 3.2](#).

Сдвигая инструмент установите его так, чтобы перекрестие сетки нитей в программном обеспечении контроллера находилось прямо над точкой.

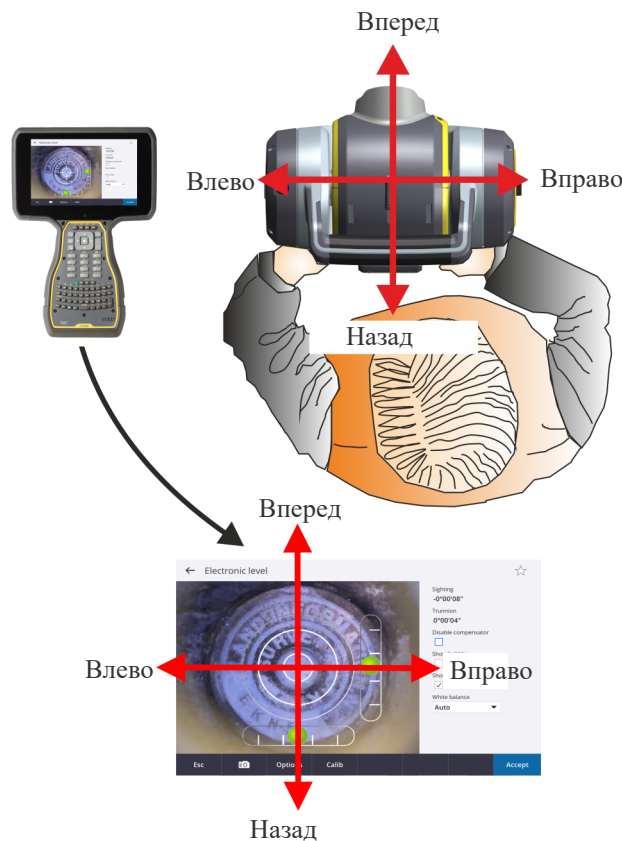


Рисунок 3.2 Установка над точкой с помощью камеры отвеса

Измерение высоты инструмента

На боковой стороне инструмента есть две метки для измерения высоты. Верхняя метка (метка истинной высоты) соответствует горизонтальной оси вращения инструмента. Нижняя метка находится на 0,138 м ниже верхней отметки. Измерение высоты до нижней отметки производится до верхнего края этой метки, см.

Рисунок 3.3.

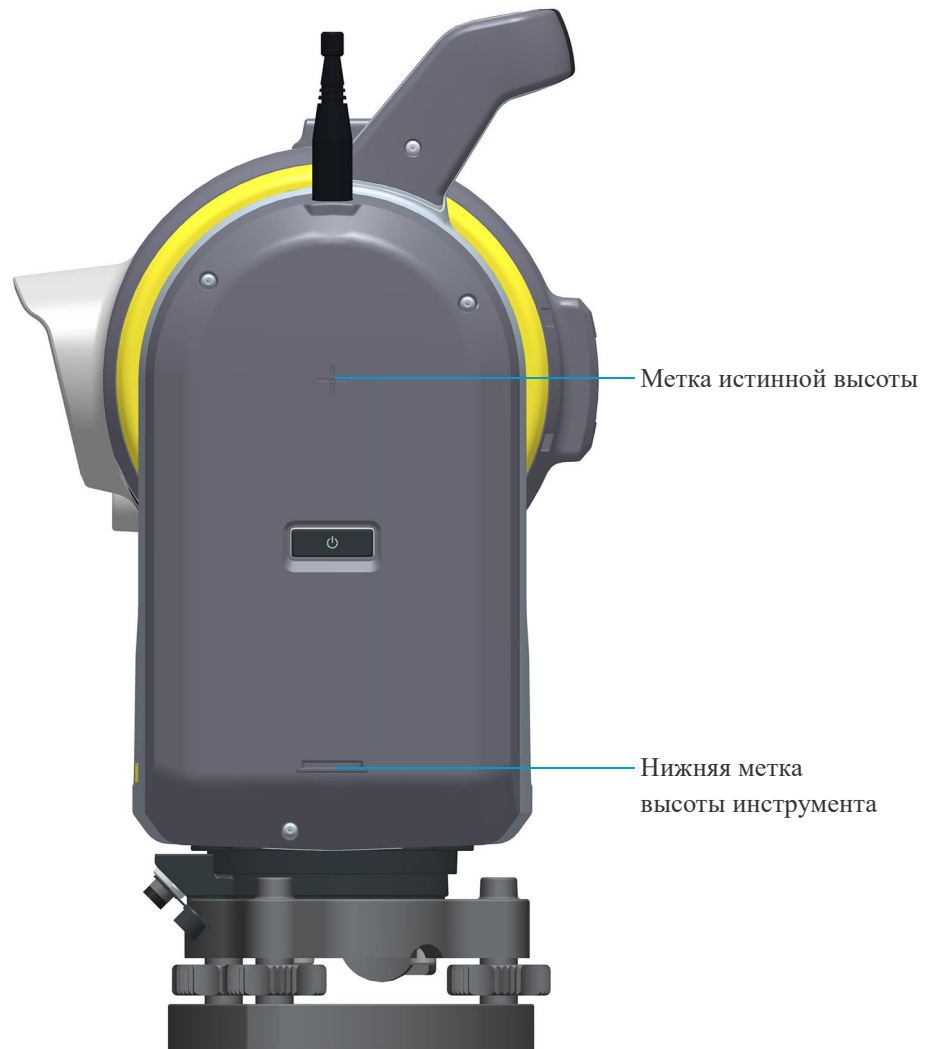


Рисунок 3.3 Метка истинной высоты и нижняя метка для измерения высоты инструмента

При измерении высоты инструмента до нижней метки, полевое программное обеспечение *автоматически вычисляет* истинную вертикальную высоту оси зрительной трубы. См. [Рисунок 3.4](#).

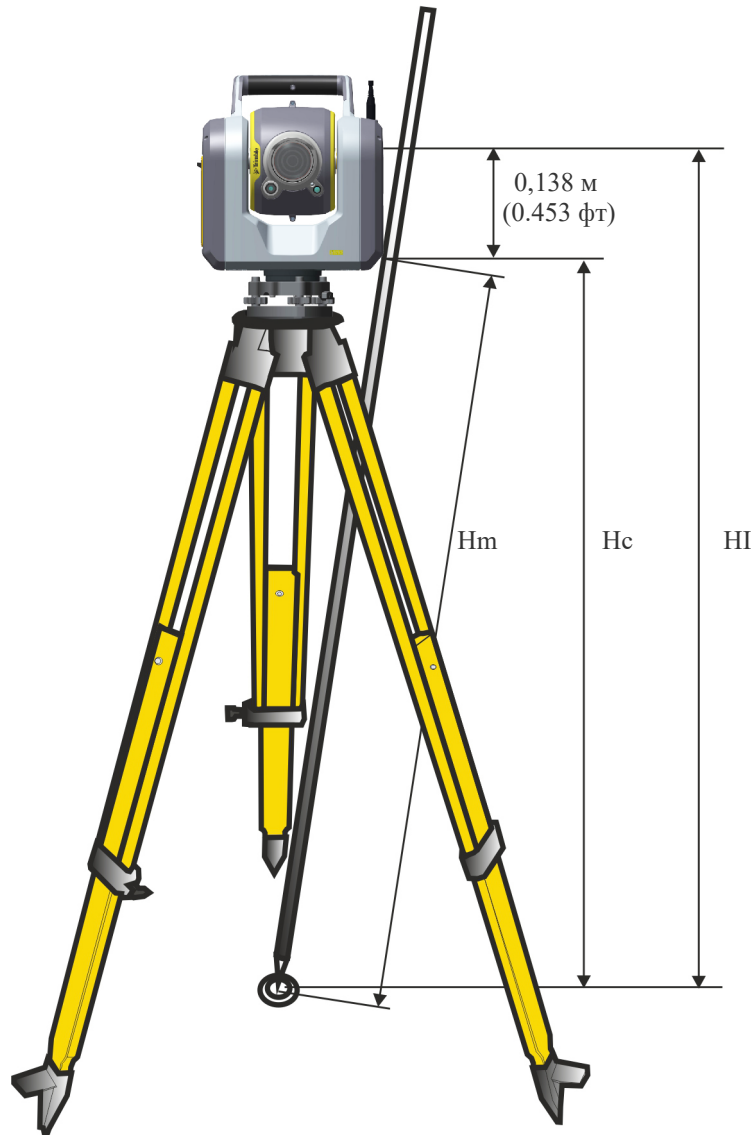


Рисунок 3.4 Измерение высоты инструмента

В измеренное расстояние (H_m) вносится поправка на наклон измерения для получения вертикальной высоты до нижней метки (H_c). Постоянная от нижней метки до метки истинной высоты (0,138 м) добавляется к H_c для получения вертикальной высоты инструмента от марки на земле до горизонтальной оси вращения (H_I). Для получения более подробной информации обратитесь к документации полевого программного обеспечения.

Кроме того, чтобы точно измерить высоту до метки истинной высоты (H_I) можно вручную измерить наклонное расстояние от земли до нижней отметки (H_m). Для вычисления общей высоты инструмента (H_I) подставьте измеренное наклонное расстояние (H_m) в приведенную ниже формулу.

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

Подключение внутреннего аккумулятора

Внутренний аккумулятор находится в батарейном отсеке, расположенном сбоку инструмента. Аккумулятор можно легко извлечь и заменить.

Примечание. Литий-ионный аккумулятор не входит в комплект поставки инструмента и должен быть приобретен отдельно.

Примечание. Для питания инструмента разрешается использовать только одобренные компанией Trimble аккумуляторы.

Для получения информации о внутреннем аккумуляторе инструмента см.

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

Чтобы установить аккумулятор:

1. Опустите фиксатор батарейного отсека, чтобы разблокировать его крышку.
2. Откройте батарейный отсек.
3. Вставьте аккумуляторную батарею в батарейный отсек, см. [Рисунок 3.5](#).

4. Закройте батарейный отсек.



Рисунок 3.5 Как установить и/или извлечь внутренний аккумулятор

Подключение внешнего аккумулятора

На базе инструмента имеется два внешних разъема. Оба разъема можно использовать для подключения внешнего источника питания инструмента. Компания Trimble рекомендует подключать внешний блок питания к разъему с маркировкой PWR, чтобы коммуникационный разъем с маркировкой COM оставался свободным для передачи данных.

Для получения информации о внешнем блоке питания инструмента см. <https://geospatial.trimble.com/Optical-Accessories>.

Примечание. Для питания инструмента разрешается использовать только одобренные компанией Trimble блоки питания.

Включение и выключение инструмента

Включение и выключение инструмента осуществляется с помощью кнопки включения/выключения питания.

⚠ ВНИМАНИЕ! Если оборудование используется способом, не предусмотренным Trimble, обеспечиваемая оборудованием защита может быть ослаблена.

Включение инструмента

Если подключен только внутренний аккумулятор, включение инструмента производится коротким нажатием на кнопку включения/выключения питания. Если подключен внешний аккумулятор/блок питания, инструмент включается автоматически.

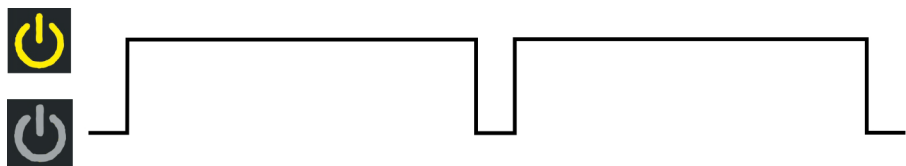
Выключение инструмента

Для выключения инструмента нажмите и удерживайте кнопку включения/выключения питания пока светодиодный индикатор на кнопке не начнет моргать с высокой частотой, после этого отпустите кнопку питания. Во время завершения работы инструмента светодиодный индикатор на кнопке будет продолжать моргать с высокой частотой.

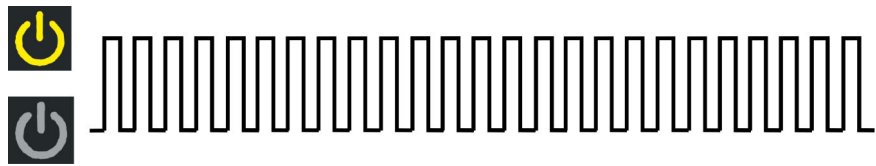
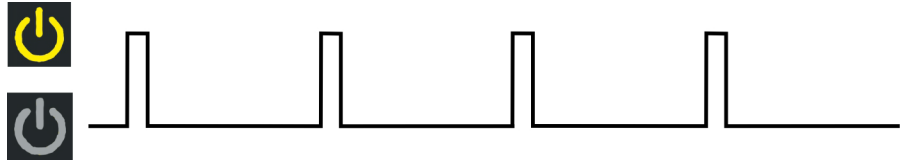
Индикатор кнопки включения/выключения

Светодиодный индикатор кнопки питания показывает различные режимы работы инструмента, см. таблицу ниже.

Индикатор кнопки включения/выключения	Состояние инструмента	Описание
Не светятся	Не светятся	
Непрерывное свечение, желтый	Светится	Инструмент подсоединен к контроллеру и запущен:
Мигание с длительным периодом, желтый	Выполняется поиск контроллера с помощью LRR	Инструмент производит поиск контроллера с использованием радиомодема большой дальности (LRR). Переключение на Wi-Fi производится коротким нажатием на кнопку включения/выключения питания.



Индикатор кнопки включения/выключения	Состояние инструмента	Описание
Мигание с коротким периодом, желтый	Выполняется поиск контроллера с помощью Wi-Fi	Инструмент производит поиск контроллера с использованием Wi-Fi. Переключение на LRR производится коротким нажатием на кнопку включения/выключения питания.
Мигание с высокой частотой, желтый	Смена состояния	Производится изменение состояния инструмента.



Подключение контроллера

Для работы с инструментом его необходимо подключить к контроллеру с полевым программным обеспечением.

После запуска инструмент автоматически будет готов к соединению с контроллером. Настройку подключения инструмента к контроллеру можно произвести с помощью радиомодема большой дальности LRR или Wi-Fi. Также для подключения можно использовать входящий в комплект поставки кабель USB 2.0.

Подключение с помощью радиомодема большой дальности

Если для подключения используется радиомодем большой дальности (LRR), необходимо настроить LRR на инструменте и контроллере. Для установки соединения, необходимо настроить одинаковые для инструмента и контроллера параметры радиоканала и сетевого идентификатора.

Для изменения параметров радиоканала и сетевого идентификатора инструмент должен быть подключен к контроллеру через Wi-Fi или с помощью кабеля.

Переключить соединение с LRR на Wi-Fi можно коротким нажатием на кнопку включения/выключения питания. Во время переключения светодиодный индикатор на кнопке будет моргать с высокой частотой.

Чтобы перейти на кабельное соединение, необходимо подключить кабель от контроллера к COM порту инструмента.

Примечание. Из-за невысокой полосы пропускания LRR радиомодема, изображения передаются с инструмента на контроллер с меньшей скоростью, чем при других режимах связи. При работе в режиме LRR компания Trimble рекомендует передавать только одиночные изображения, а не панорамы, состоящие из множества изображений. Для более быстрой передачи изображений и сканов, компания Trimble рекомендует использовать кабельное или Wi-Fi соединение.

Подключение с помощью Wi-Fi

Когда для подключения к контроллеру используется Wi-Fi, инструмент отображается на контроллере как устройство с идентификатором в виде серийного номера инструмента. Выберите устройство для подключения к контроллеру.

После запуска инструмента может потребоваться некоторое время, прежде чем инструмент появится на контроллере в качестве устройства.

Переключить соединение с Wi-Fi на LRR можно коротким нажатием на кнопку включения/выключения питания. Во время переключения светодиодный индикатор на кнопке будет моргать с высокой частотой.

Чтобы перейти на кабельное соединение, необходимо подключить кабель от контроллера к COM порту инструмента.

Подключение с помощью кабеля

Когда контроллер подключен кабелем к разъему COM инструмента, это соединение автоматически выбирается в качестве основного.

После отключения кабеля инструмент начнет поиск контроллера с помощью LRR или Wi-Fi.

Примечание. Используйте только кабель передачи данных, одобренный компанией Trimble.



Рисунок 3.6 Инструмент, подключенный к контроллеру с помощью кабеля

Безопасность

Чтобы избежать несанкционированного использования прибора, вы можете активировать PIN-код.

PIN-код

PIN-код представляет собой четырехзначный код, где каждая цифра может иметь значение в диапазоне 0-9, например, "1234". Пользователь может активировать и изменить PIN-код в полевом программном обеспечении. Для получения подробной информации обратитесь к документации к полевому программному обеспечению.

PIN-код по умолчанию - "0000". Когда установлен этот код, функция безопасности не активна и запрос на ввод PIN-кода при запуске не появится.

Примечание. При вводе неверного PIN-кода более 10 раз инструмент будет заблокирован и потребуются ввести PUK код.

PUK-код

Персональный код разблокировки (PUK) представляет собой десятизначный код, где каждая цифра может иметь значение в диапазоне 0- 9, например, "0123456789". Если PIN-код был введен неверно более 10 раз, введите PUK код, чтобы разблокировать инструмент.

PUK-код устанавливается на заводе и не может быть изменен. PUK-код можно посмотреть в полевом программном обеспечении перед установкой PIN-кода. Обязательно запишите PUK-код и сохраните его в безопасном месте.

Примечание. Если PUK-код утерян, свяжитесь с авторизованным поставщиком продукции Trimble для восстановления PUK-кода.

Калибровка инструмента

Оператор может выполнить следующие виды калибровки инструмента:

- Коллимация Autolock
- Калибровка компенсатора
- Коллимационную ошибку телекамеры, обзорной и основной камеры.
- Камеру центрира
- Коллимационную ошибку лазерного указателя (дополнительное оборудование)

Калибровка выполняется с помощью полевого программного обеспечения на контроллере. Для получения подробной информации обратитесь к документации к полевому программному обеспечению.

Для обеспечения высокой точности измерений компания Trimble рекомендует выполнять калибровку на постоянной основе.

Кроме того, компания Trimble рекомендует выполнять калибровку в следующих случаях:

- Непосредственно перед проведением высокоточных угловых измерений при одном круге.
- после небрежной транспортировки инструмента;
- После продолжительных периодов работы или хранения.
- Если с момента проведения предыдущей калибровки произошло значительное изменение температуры.

Контрольный список действий перед выполнением измерений

Перед началом измерения или разбивки проверьте следующее:

- Объектив чистый.
- Инструмент отгоризонтирован
- Коллимационная ошибка в допуске
- Выбраны верные параметры радиоканала и сетевого идентификатора (только при использовании LRR)
- Измерена высота инструмента.
- Прошло достаточное время для адаптации инструмента к температуре окружающей среды.
См. [Стабильность измерений](#), стр. 16.

Технология инструмента

- ▶ Технология угловых измерений
- ▶ Технология измерений
- ▶ Технология сервоуправления
- ▶ Технология Autolock
- ▶ Технология съемки изображений
- ▶ Лазерный указатель
- ▶ Технология радиосвязи

Технология угловых измерений

Принцип угловых измерений основан на считывании интегрированного сигнала с двух противоположных участков углового датчика и вычислении среднего углового значения. Это позволяет устранить погрешности, вызванные радиальным биением и ошибками градуировки.

Кроме того, система угловых измерений автоматически компенсирует следующие ошибки:

- неточная нивелировка инструмента (отклонение от вертикальной оси);
- горизонтальные и вертикальные коллимационные ошибки;
- наклон горизонтальной оси вращения, см. [стр. 29](#)

Поправка на погрешности нивелировки

Инструмент автоматически исправляет погрешность нивелировки в диапазоне $\pm 6''$. Инструмент немедленно предупреждает оператора о возникновении любых погрешностей нивелировки, превышающих $\pm 6''$ ($\pm 0,11$ град).

Инструмент также использует технологию обеспечения точности измерений SurePoint™ для автоматической компенсации любых ошибок нивелировки и наклона горизонтальной оси вращения в реальном времени во время работы.

Значения поправок для горизонтального угла, вертикального угла и наклонного расстояния вычисляются в полевом прикладном ПО и применяются ко всем измерениям.

Исправление коллимационных ошибок

Коллимация ГК / ВК

Горизонтальная коллимационная ошибка – это отклонение оси визирования от требуемого положения под прямым углом относительно горизонтальной оси вращения.

Вертикальная коллимационная ошибка – это разница между нулем вертикального круга и вертикальной осью инструмента.

Обычно коллимационные ошибки устраняются посредством наблюдения углов при двух кругах инструмента. В инструменте перед измерением выполняется проверка коллимации для определения коллимационных ошибок. Выполняются угловые измерения при двух кругах инструмента, вычисляются коллимационные ошибки, а в памяти инструмента сохраняются соответствующие поправки. Значения поправок коллимации затем применяются ко всем последующим угловым измерениям. В угловые измерения, выполненные при одном круге, вносится поправка устраняющая коллимационную ошибку.

Технология Autolock

Инструмент оснащен технологией Autolock, позволяющей выполнять автоматический захват и сопровождение призматического отражателя.

Для коррекции коллимационных ошибок системы слежения выполните проверку коллимации Autolock. При проверке коллимации Autolock автоматически выполняются угловые измерения до цели при двух кругах, вычисляются коллимационные ошибки системы слежения, а в памяти инструмента сохраняются соответствующие значения поправок. Значения поправок коллимации затем применяются ко всем последующим угловым измерениям, выполненным при включенной системе Autolock. К значениям угловых измерений, выполненных при одном круге, применяется поправка на коллимационные ошибки, что устраняет необходимость измерения при двух кругах инструмента.

Поправка на наклон горизонтальной оси вращения

Погрешность наклона горизонтальной оси вращения — это отклонение горизонтальной оси вращения зрительной трубы от требуемого положения под прямым углом к вертикальной оси инструмента. См. Рисунок 4.1.

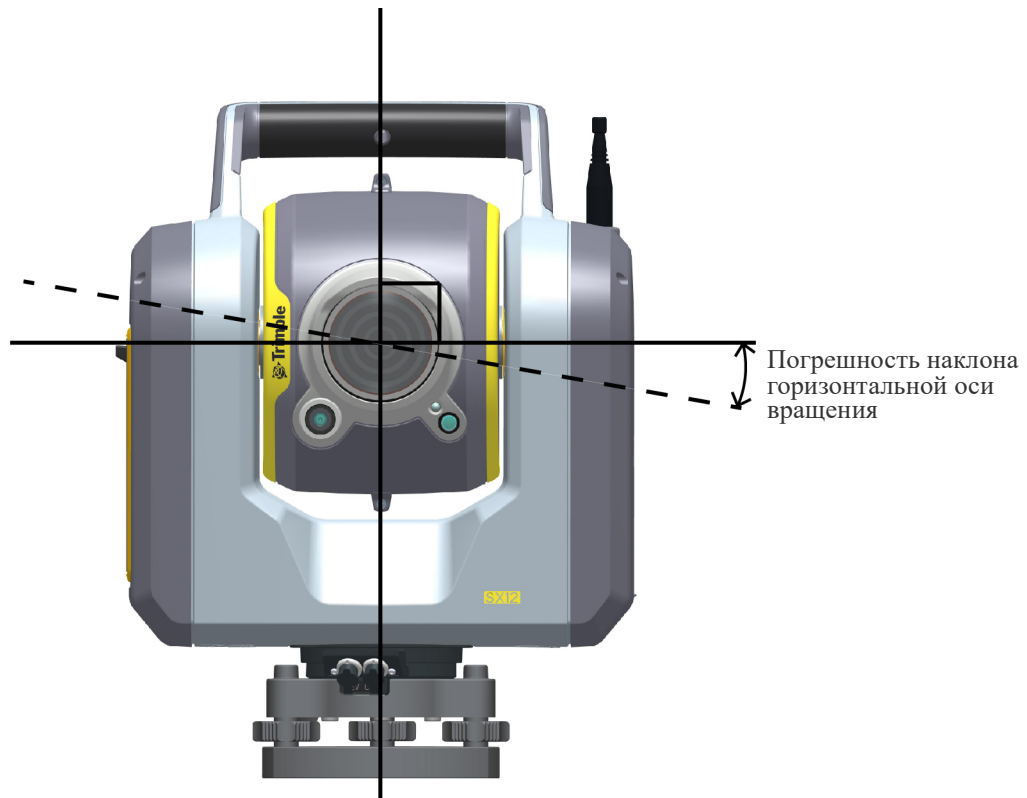


Рисунок 4.1 Погрешность наклона горизонтальной оси вращения

Погрешность наклона горизонтальной оси вращения измеряется на заводе и сохраняется в инструменте как значение поправки. Значение поправки вносится для коррекции значения горизонтального угла, а наведение зрительной трубы корректируется с помощью технологии Surepoint.

Усреднение измерений для уменьшения ошибок визирования

Инструмент автоматически уменьшает ошибки визирования, вызванные несовпадением осей инструмента и отражателя или сдвигом вехи в ходе измерения. Можно использовать приведенные ниже методы.

- Используйте Autolock. При включенном Autolock инструмент автоматически захватывает и отслеживает цель. Сокращаются ошибки ручного визирования.
- Автоматическое усреднение углов во время измерения расстояний. При измерении в стандартном режиме инструменту необходимо примерно 1.2 секунды для измерения расстояния. Значения углов, поступающие на инструмент с частотой 2000 Гц, усредняются в течение этого периода (1.2 с) для получения усредненных угловых измерений.

Технология измерений

Инструмент оснащен блоком дальномера, способным работать в различных режимах. Это означает, что инструмент способен выполнять измерения на призму, в безотражательном режиме (DR) и режиме сканирования.

Технология измерения расстояний

Блок дальномера представляет собой импульсный лазерный дальномер, который определяет расстояние посредством точного измерения времени прохождения передаваемого светового импульса. Дальномер генерирует короткий лазерный импульс, который излучается через зрительную трубу на цель. Импульс отражается от поверхности цели и возвращается на инструмент, где дальномер определяет разницу во времени между моментом передачи и приема этого импульса. Эту разницу во времени дальномер использует для вычисления расстояния до цели.

Технология сканирования

Во время сканирования дальномер находится в режиме сканирования. Инструмент измеряет расстояния и углы, одновременно разворачиваясь в горизонтальной и вертикальной плоскостях чтобы охватить выбранную область. Третью ось создает вращающаяся призма, расположенная на пути лазерного луча. Вращающаяся призма отклоняет лазерный луч, чтобы увеличить скорость с которой лазерный луч движется по сканируемой области. Эта технология позволяет увеличить количество измеренных при сканировании точек.

Технология сервоуправления

Инструмент оснащен приводами с сервоуправлением для позиционирования инструмента.

Примечание. Поскольку сервоуправление имеет очень высокую точность, важно использовать высококачественные штатив и трегер.

Также важно устанавливать штатив в положение в наиболее устойчивом положении. Если при установке штатив и/или трегер будут неустойчивы, сервоприводы инструмента будут двигаться с целью компенсации неустойчивого положения. Неустойчивая установка может снизить точность измерений. См. [Подготовка инструмента к работе, стр. 15](#).

Технология Trimble MagDrive™ представляет собой электромагнитную систему с прямым приводом, обеспечивающую высокую скорость и точность вращения. Движение без трения устраняет шум от работы сервоприводов и снижает износ инструмента.

Технология Autolock

Технология Autolock управляет системами сервопривода и наводит инструмент точно на цель.

Инструмент оснащен работающей с изображениями технологией Autolock, которая в роботизированном режиме или при традиционной съемке позволяет выполнить захват и отслеживать призмный отражатель. Оптика Autolock и оптика дальномера и телекамеры находятся на одной оси.

Примечание. Оптика обзорной и основной камеры не находятся на одной оси с оптикой Autolock. На очень коротких расстояниях это дает нежелательный оптический эффект. Обзорная камера показывает, что инструмент наведен точно на призму, но при этом Autolock не может выполнить захват призмы. Причина этого явления в том, что узкий пучок лучей передатчика Autolock не отражается обратно в приемник Autolock. Чтобы система захватила призму, немного сдвиньте призму в сторону.

⚠ ВНИМАНИЕ! При использовании кругового отражателя для высокоточных измерений наилучший результат достигается когда одна из призм направлена точно на инструмент.

Технология съемки изображений

На инструменте установлено четыре камеры: обзорная, основная, телекамера и камера отвеса. Каждая из них предназначена для выполнения различных задач.

Обзорная камера

Обзорная камера расположена параллельно оси дальномера, но со сдвигом. Камера имеет фиксированное фокусное расстояние и поле зрения 54°.

Обзорная камера используется при следующих уровнях увеличения:

- Увеличение 1-2 при выключенном лазерном указателе.
- Увеличение 1-2 при включенном лазерном указателе.

Основная камера

Основная камера расположена параллельно оси дальномера, но со сдвигом. Камера имеет фиксированное фокусное расстояние и поле зрения 12°.

Основная камера используется при следующих уровнях увеличения:

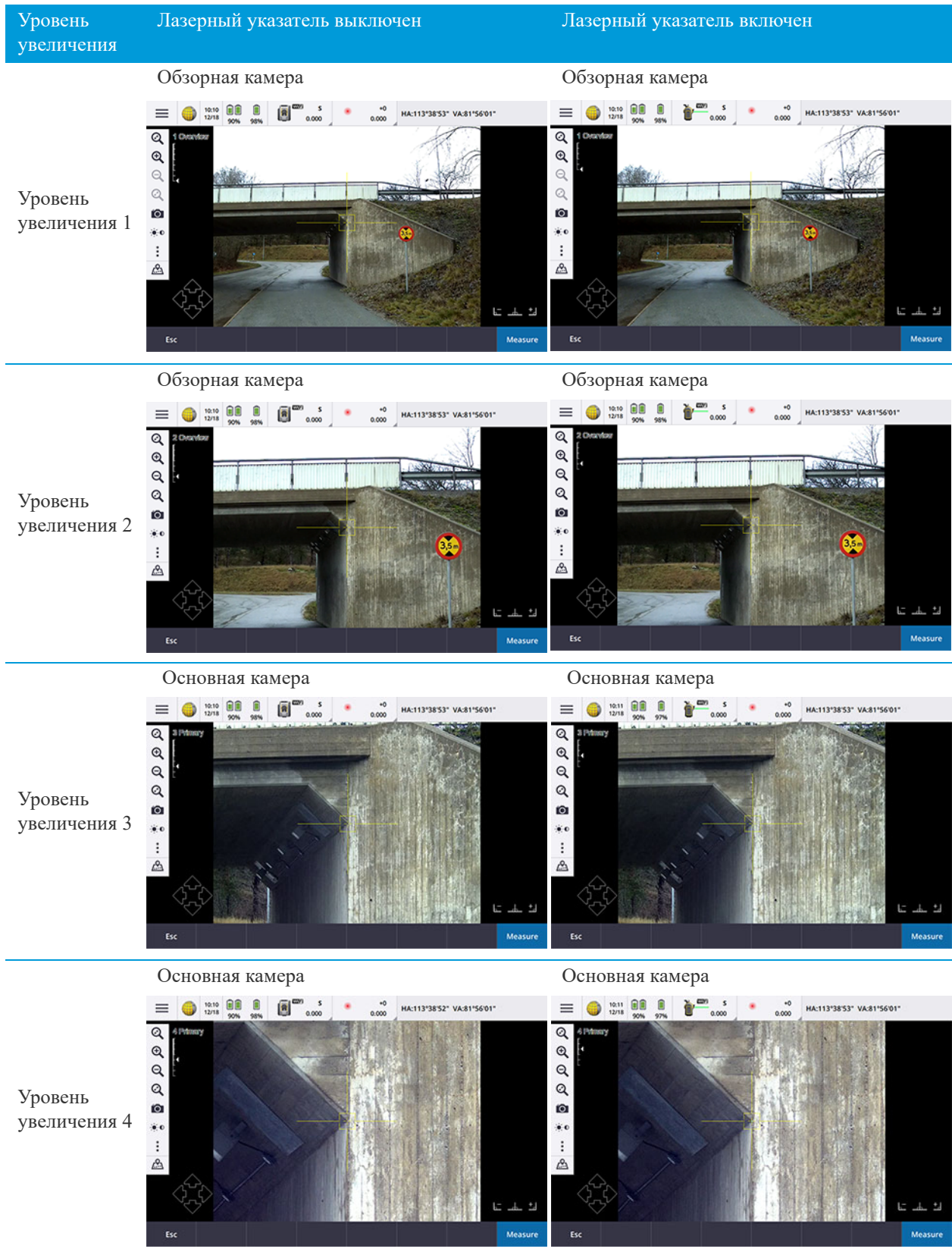
- Увеличение 3-4 при выключенном лазерном указателе.
- Увеличение 3-6 при включенном лазерном указателе.

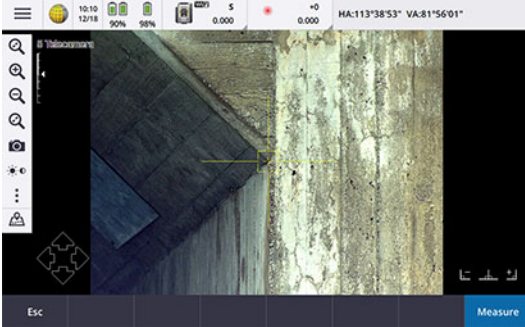
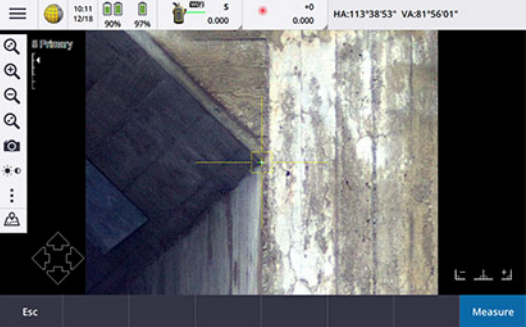
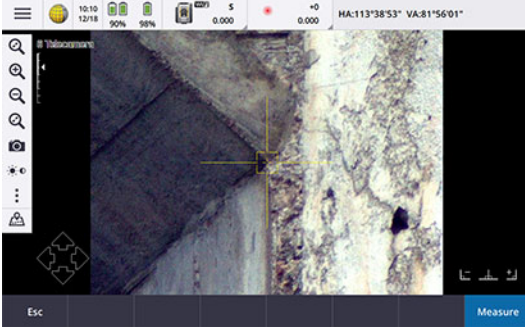

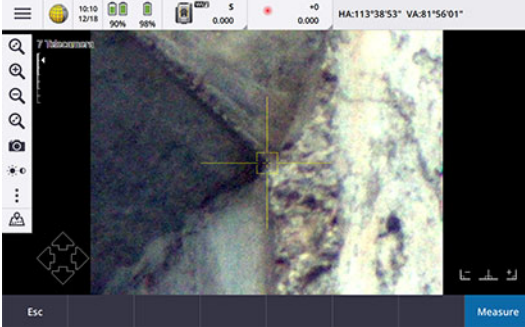

Телекамера

Телекамера находится на одной оси с оптикой дальномера. Камера оснащена системой автоматической фокусировки и поле зрения 2°.

Телекамера используется при следующих уровнях увеличения:

- Увеличение 5-8 при выключенном лазерном указателе.
- При включенном лазерном указателе телекамера не используется. Телекамера и лазерный указатель используют один и тот же оптический канал, поэтому их невозможно использовать одновременно.



Уровень увеличения	Лазерный указатель выключен	Лазерный указатель включен
Уровень увеличения 5	<p>Телекамера</p> 	<p>Основная камера</p> 
Уровень увеличения 6	<p>Телекамера</p> 	<p>Основная камера</p> 
Уровень увеличения 7	<p>Телекамера</p> 	Нет
Уровень увеличения 8	<p>Телекамера</p> 	Нет

Камера центрира

Камера отвеса позволяет заменить оптический центрир. Камера имеет фиксированное фокусное расстояние и поле зрения 6°. Камеру отвеса можно использовать для документирования фактического положения при установке инструмента. Нажмите на значок камеры на экране чтобы сделать снимок.

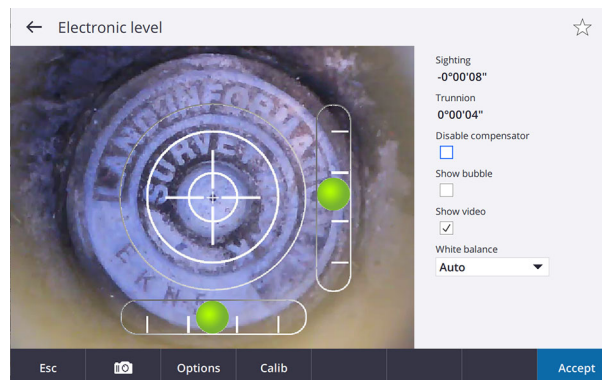


Рисунок 4.2 Камера центрира

Примечание. Ориентация камеры соответствует положению оператора сзади инструмента. См. [Установка на точке, стр. 17](#).

Лазерный указатель

В качестве дополнительного устройства на инструменте можно активировать лазерный указатель зеленого цвета. Лазерный указатель имеет автоматическую фокусировку для сохранения небольшого размера лазерного пятна на разных расстояниях. Фокусировку лазерного указателя также можно выполнить вручную, дополнительную информацию об этом см. в документации к полевому программному обеспечению.

Настройка яркости лазерного указателя

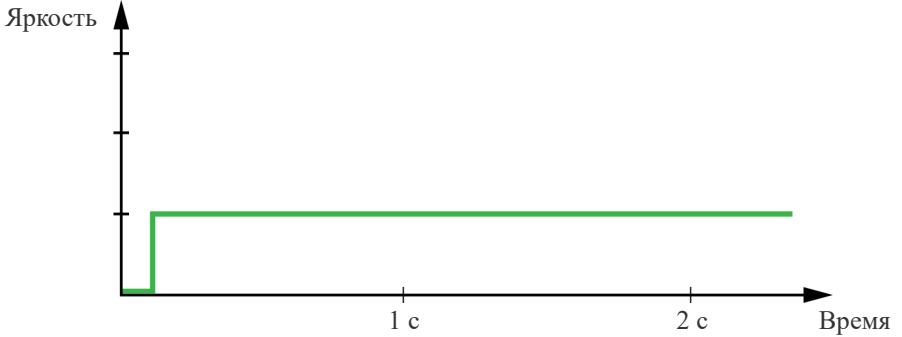
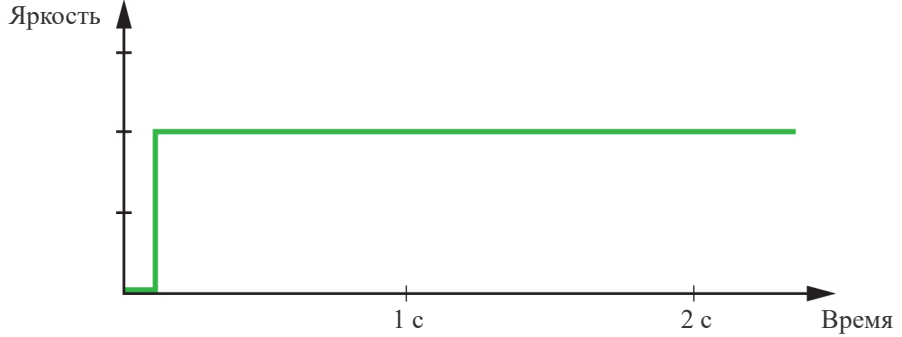
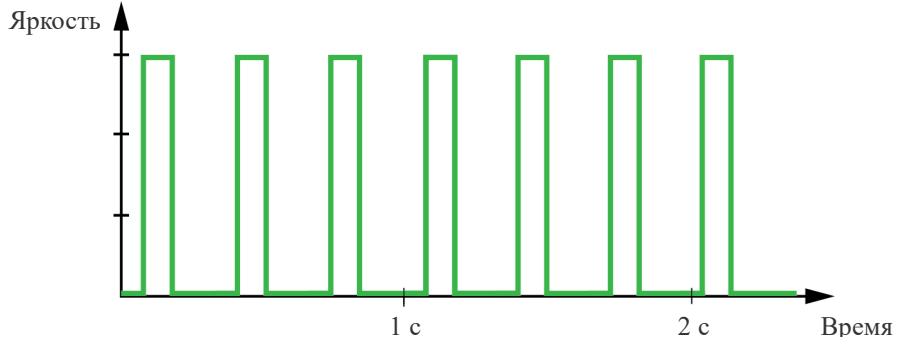
Яркость отражения лазерного пятна может восприниматься по-разному в зависимости от окружающей освещенности, коэффициента отражения объекта и/или расстояния до него. Для регулировки яркости отражения используются соответствующие параметры настройки в полевом программном обеспечении Trimble Access™.

- При слабом освещении Эта настройка подходит для работы в следующих условиях:
 - В помещении
 - В условиях тусклого освещения (низкая окружающая освещенность).
 - При наведении на поверхности с высоким коэффициентом отражения.
 - На близком расстоянии.
- Стандартный Стандартная настройка подходит для использования в обычных условиях.
- Мигание с расш. дальностью Эту настройку можно использовать для поиска лазерного пятна при работе в сложных условиях. Она подходит для работы:
 - Вне помещений
 - В условиях яркого освещения (высокая окружающая освещенность).
 - При наведении на поверхности с низким коэффициентом отражения или не отражающие поверхности.
 - На большой дальности

Уровень яркости и схема мигания в этом случае зависят от того, в каком режиме работает дальномер инструмента.

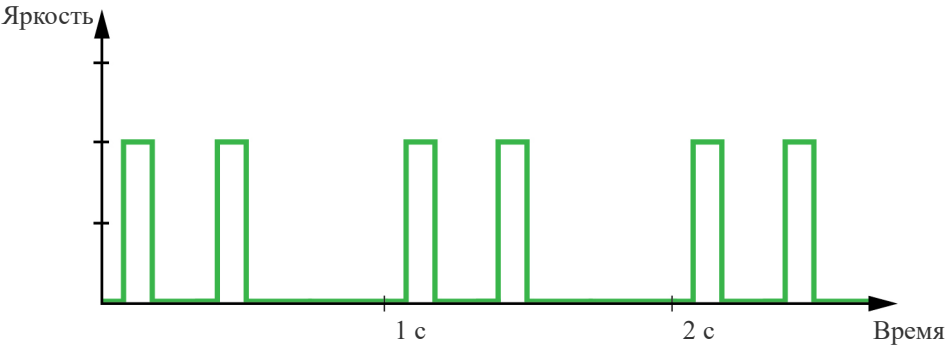
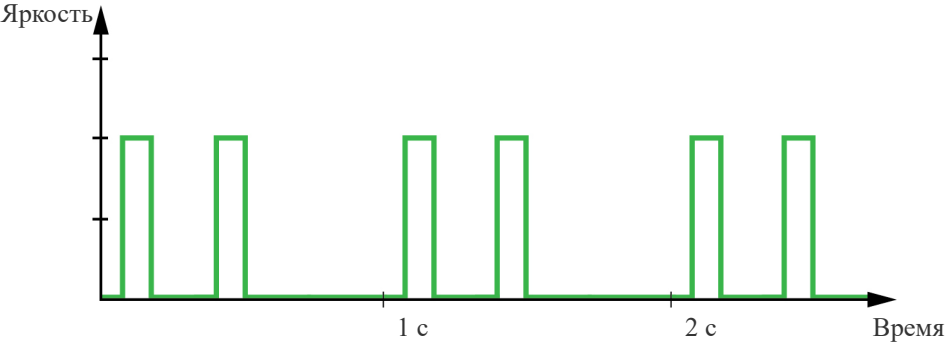
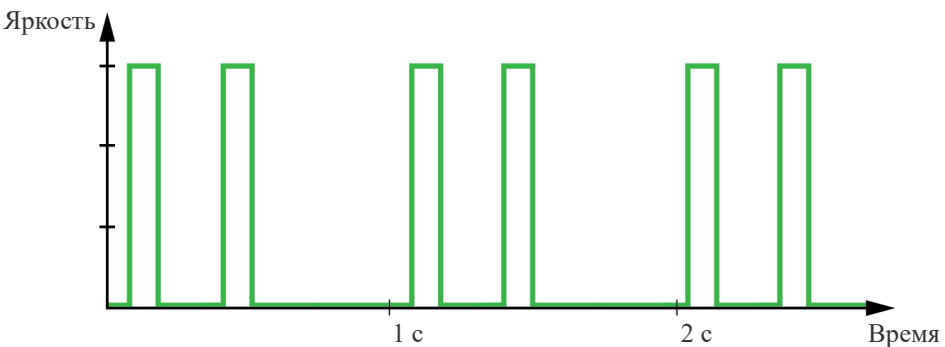
Дальномер в стандартном режиме (STD)

Описание уровня яркости и схемы мигания для каждой из трех возможных настроек при работе дальномера в стандартном режиме (STD) приведено в таблице ниже.

Настройка в Trimble Access	Описание
При слабом освещении	 <p>График показывает зависимость яркости от времени. Вертикальная ось — Яркость, горизонтальная — Время. Кривая начинается с низкого уровня, резко повышается и остается постоянной на протяжении 2 секунд. Точки 1 с и 2 с отмечены на оси времени.</p>
Стандартный	 <p>График показывает зависимость яркости от времени. Вертикальная ось — Яркость, горизонтальная — Время. Кривая начинается с низкого уровня, резко повышается и остается постоянной на протяжении 2 секунд. Точки 1 с и 2 с отмечены на оси времени.</p>
Мигание с расш дальностью	 <p>График показывает зависимость яркости от времени. Вертикальная ось — Яркость, горизонтальная — Время. Кривая представляет собой серию коротких импульсов, которые периодически повышают яркость и остаются постоянными на протяжении 2 секунд. Точки 1 с и 2 с отмечены на оси времени.</p>

Дальномер в режиме слежения (TRK)

Описание уровня яркости и схемы мигания для каждой из трех возможных настроек при работе дальномера в режиме слежения (TRK) приведено в таблице ниже.

Настройка в Trimble Access	Описание
При слабом освещении	 <p>График яркости (Y-ось) в зависимости от времени (X-ось). Показаны импульсы яркости, возникающие периодически. На временной шкале отмечены 1 с и 2 с.</p>
Стандартный	 <p>График яркости (Y-ось) в зависимости от времени (X-ось). Показаны регулярные импульсы яркости. На временной шкале отмечены 1 с и 2 с.</p>
Мигание с расш дальностью	 <p>График яркости (Y-ось) в зависимости от времени (X-ось). Показаны импульсы яркости, частота которых увеличивается по мере увеличения дальности. На временной шкале отмечены 1 с и 2 с.</p>

Коллимация

Возможна небольшая разница в оптическом совмещении линии визирования лазерного указателя с сеткой нитей и линией визирования дальномера, которую невозможно отрегулировать физически. Однако измерение будет производиться на ту точку, куда направлен лазерный указатель и визирный крест.

Инструмент компенсирует это небольшое отклонение, используя значение коллимационной поправки.

Значение коллимационной поправки лазерного указателя можно определить в полевых условиях. Для получения подробной информации см. документацию по полевому программному обеспечению.

То, каким образом инструмент будет компенсировать отклонение, зависит от режима работы дальномера инструмента.

 **Совет** – При выполнении высокоточных измерений используйте стандартный режим (STD).

Дальномер в стандартном режиме (STD)

При работе дальномера в стандартном режиме визирный крест камеры совмещен с лазерным указателем. Линия визирования дальномера может немного не совпадать с лазерным указателем. Это зависит от инструмента, температуры и дальности (до 20 мм на 50 м).

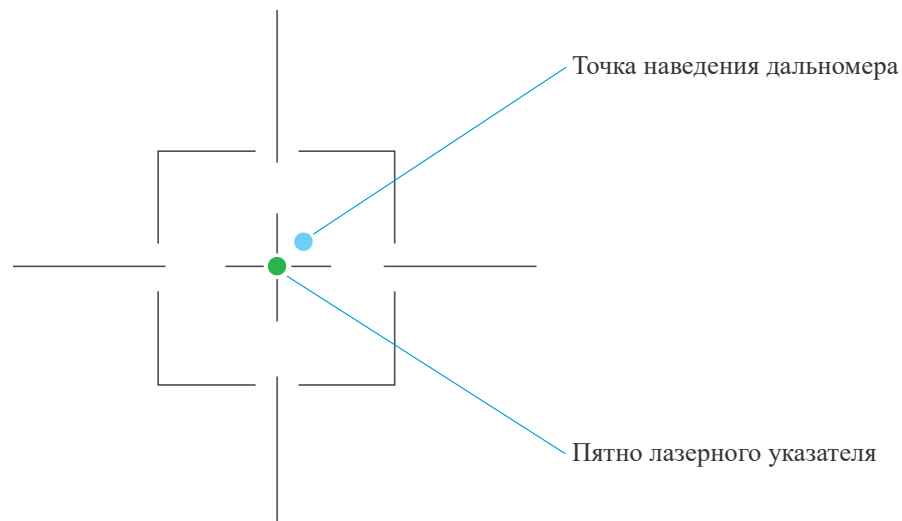


Рисунок 4.3 В стандартном режиме визирный крест совмещен с лазерным указателем. Положение точки наведения дальномера относительно сетки нитей и лазерного указателя будет незначительно отклоняться в зависимости от температуры инструмента, используемого круга и дальности. Для холодного инструмента при КЛ, точка наведения дальномера смещается вверх и вправо от пятна лазерного указателя, как показано на этом рисунке. Для теплого инструмента при КЛ, точка наведения дальномера смещается вниз и влево от пятна лазерного указателя. При КП все наоборот.

Поправка вносится автоматически, при выполнении измерения в стандартном режиме:

1. Лазерный указатель выключается.
2. Сетка нитей совмещается с линией визирования дальномера, для этого используется значение коллимационной поправки.
3. Наведение инструмента с помощью сервопривода выполняется таким образом, чтобы сетка нитей и линия визирования дальномера были совмещены с измеряемой точкой.
4. Производится измерение.

5. Сетка нитей совмещается с линией визирования лазерного указателя, для этого используется значение коллимационной поправки.
6. Наведение инструмента с помощью сервопривода выполняется таким образом, чтобы сетка нитей и лазерный указатель были совмещены с измеряемой точкой.
7. Лазерный указатель включается.

Дальномер в режиме слежения (TRK)

При работе дальномера в режиме слежения (TRK) визирный крест камеры совмещен с линией визирования дальномера. Положение лазерного указателя может немного не совпадать с линией визирования дальномера. Это зависит от температуры инструмента и дальности (до 20 мм на 50 м).

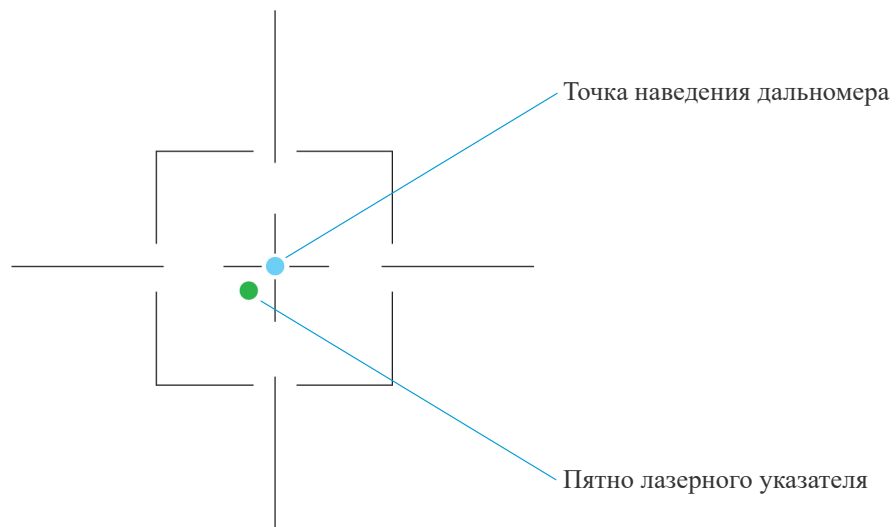


Рисунок 4.4 В режиме слежения визирный крест совмещается с линией визирования дальномера. Положение точки наведения дальномера относительно сетки нитей и лазерного указателя будет незначительно отклоняться в зависимости от температуры инструмента, используемого круга и дальности. Для холодного инструмента и при КЛ, точка наведения дальномера смещается вверх и вправо от пятна лазерного указателя, как показано на этом рисунке. Для теплого инструмента и при КЛ, точка наведения дальномера смещается вниз и влево от пятна лазерного указателя. При КП все наоборот.

Чтобы показать, что лазерный указатель не совмещен с визирным крестом, лазерный указатель мигает по особой схеме.

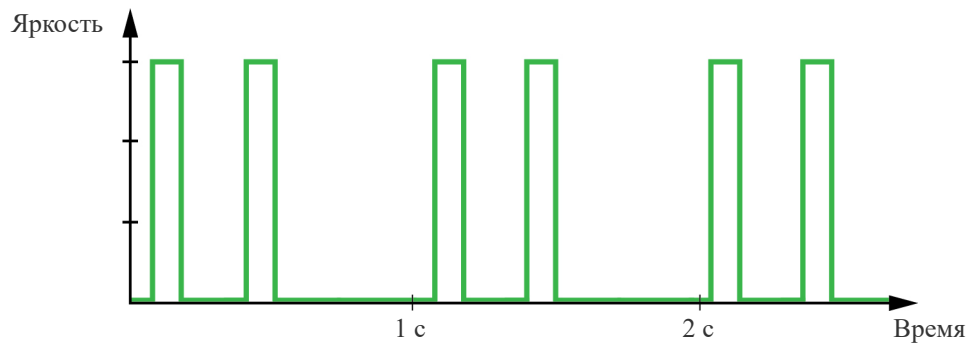



Рисунок 4.5 Схема мигания лазерного указателя, показывающая, что лазерный указатель не совмещен с визирным крестом.

 **Совет** – Для получения информации о других функциях обратитесь к документации к полевому программному обеспечению.

Технология радиосвязи

Инструмент оснащен двумя радиомодулями, работающими на частоте 2.4 ГГц - радиомодемом большой дальности (LRR) и Wi-Fi.

Компания Trimble рекомендует использовать радиомодем LRR, когда дальность связи предпочтительнее скорости передачи данных, например, при роботизированной съемке, и Wi-Fi, когда скорость передачи данных предпочтительнее дальности связи, например, при сканировании.

Диаграмма направленности антенны

Антенна излучает сигнал во всех направлениях, за исключением направления вверх и вниз. См. [Рисунок 4.6](#).

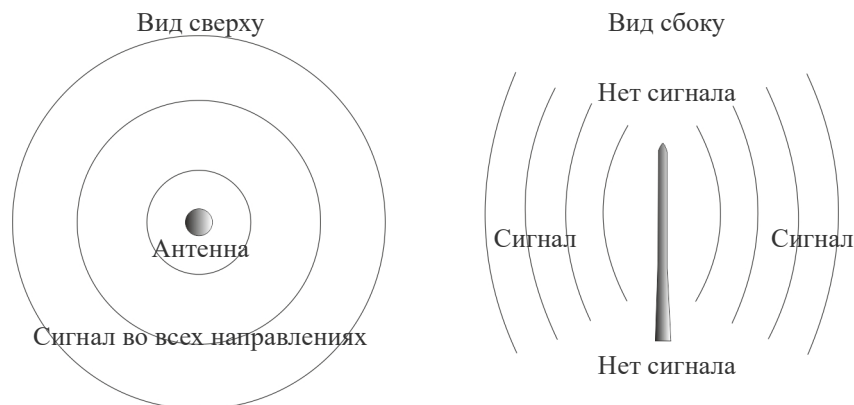


Рисунок 4.6 Диаграмма направленности антенны

Для достижения оптимальной дальности радиосвязи важно, чтобы антенны были сориентированы в одном направлении. Поскольку антенна инструмента жестко закреплена в вертикальном положении, убедитесь, что поворотная антенна контроллера также расположена в вертикальном положении. См. [Рисунок 4.7](#) и [Рисунок 4.8](#).



Рисунок 4.7 Снижение дальности радиосвязи, если антенна контроллера находится не в вертикальном положении, как антенна инструмента



Рисунок 4.8 Оптимальная дальность радиосвязи, если антенна контроллера находится в вертикальном положении, как и антенна инструмента

Прямая видимость

Для обеспечения устойчивой связи и достижения максимальной дальности при работе радиомодемов с частотой 2.4 ГГц требуется, чтобы их антенны находились в прямой видимости. Любые посторонние объекты между антеннами ослабляют радиосигнал, что приводит к снижению дальности и возникновению риска потери связи.

Ослабление радиосигнала могут вызвать не только такие объекты, как, например, кусты, деревья, дома и транспортные средства, но также люди и оборудование. См. [Рисунок 4.9](#) и [Рисунок 4.10](#).

При потере радиосвязи попытайтесь выйти на линию прямой видимости между антеннами, чтобы восстановить соединение.

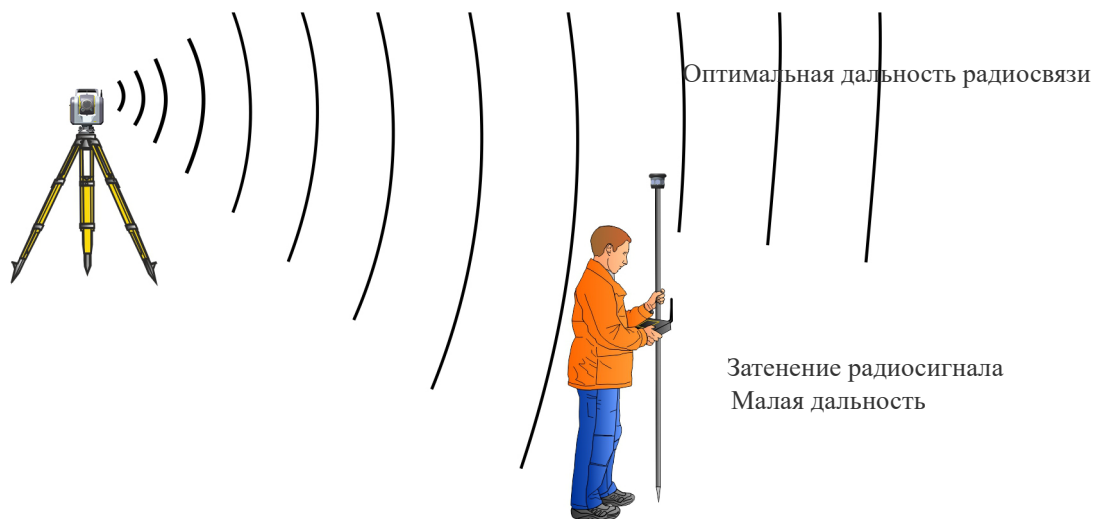


Рисунок 4.9 Человеческое тело затеняет радиосигнал

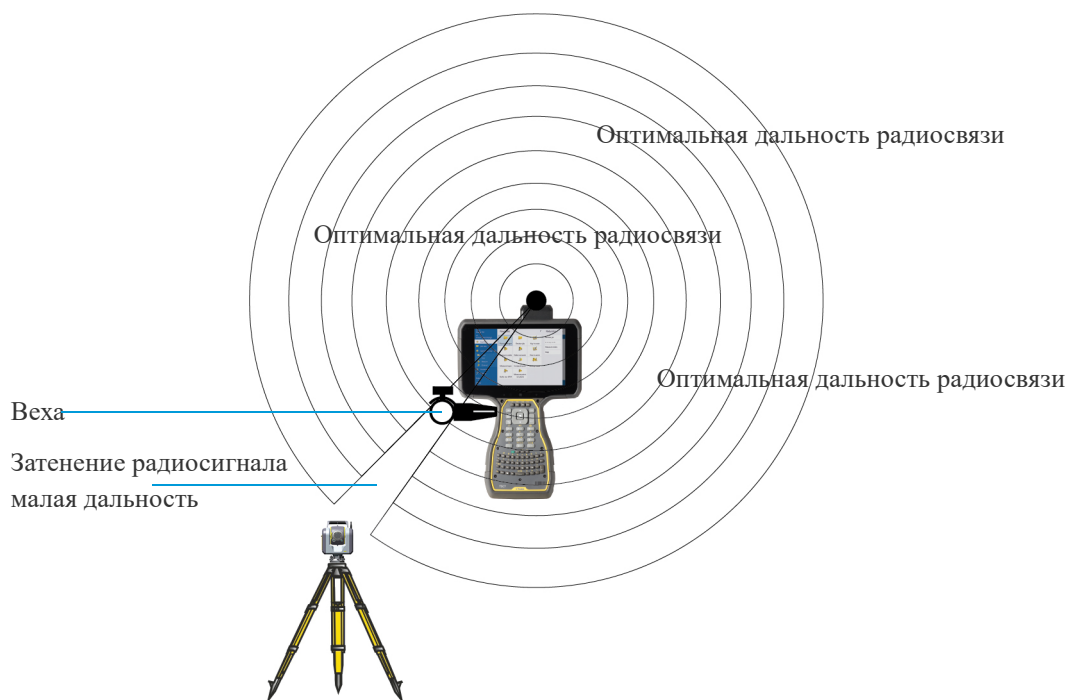


Рисунок 4.10 Оборудование затеняет радиосигнал

Окружающие условия

При работе в городских условиях радиосигналы могут отражаться от различных объектов, например, от зданий и припаркованных автомобилей, тем самым обеспечивая хорошее покрытие даже без прямой видимости. См. [Рисунок 4.11](#).

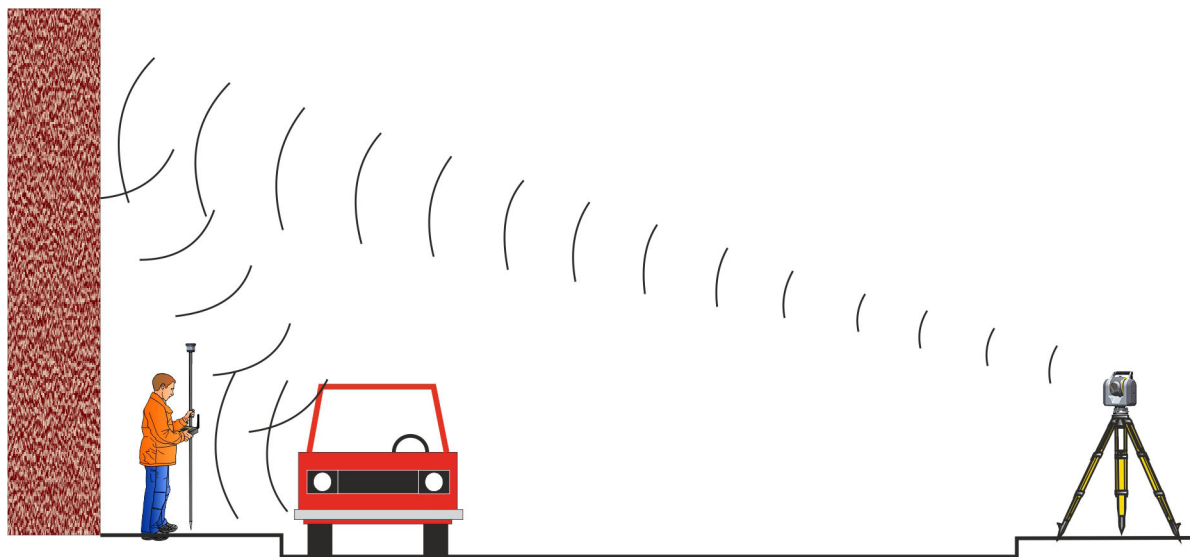


Рисунок 4.11 Отражение радиосигналов от городских объектов

На открытой территории прямая видимость принимает наибольшее значение, поскольку радиосигналам отражаться не от чего.

Для достижения оптимальной дальности радиосвязи, постарайтесь расположить инструмент как можно выше по отношению к окружающей местности. См. [Рисунок 4.12](#).

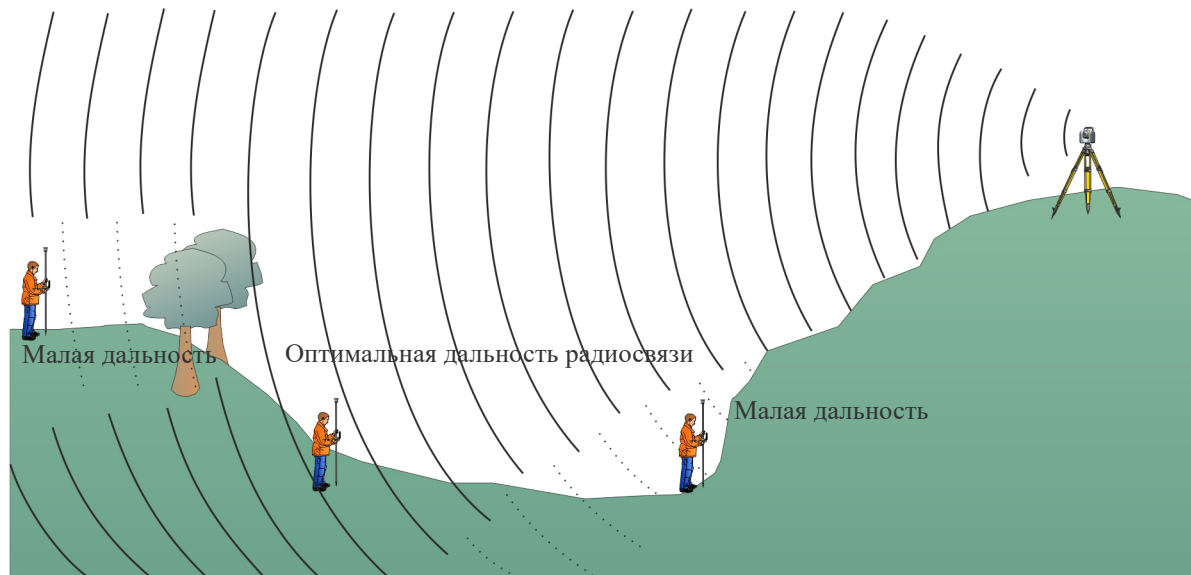


Рисунок 4.12 Пример прохождения радиосигналов на открытой местности