

Описание

Трекер FARO Laser Tracker является портативным высокоточным устройством измерения координат в трехмерном пространстве с пределом измерения до 115 футов (35 метров). В трекере используется два угловых датчика и лазерная система измерения для отслеживания и измерения положения мишени-ретрорефлектора.

Система FARO Laser Tracker оборудована легкой и компактной головкой слежения, обеспечивающей быструю установку и перемещение. Система легко управляется одним оператором.

Система FARO Laser Tracker

Трекер FARO Laser Tracker является портативным высокоточным устройством измерения координат в трехмерном пространстве с большим пределом измерения. Гелиево-неоновый лазер трекера излучает лазерный луч, отражающийся от мишени, в качестве которой обычно используется сферический ретрорефлектор. Положение механических осей трекера постоянно обновляется с помощью обратной связи от датчика позиционирования. Координаты мишени определяются путем измерения двух углов и расстояния. Измерение углов осуществляется датчиками, установленными на осях азимута и высоты. Расстояние до мишени измеряется интерферометром со счетом полос или системой измерения абсолютного расстояния с помощью фазового сдвига (SuperADM).

Глава 2: Техника безопасности при эксплуатации FARO Laser Tracker

Устройство FARO Laser Tracker генерирует красный лазерный луч в видимом диапазоне. Источником луча является гелиево-неоновый (HeNe) лазер класса 2 с непрерывным излучением и максимальной выходной мощностью 1 мВт. Несмотря на то, что человек обладает мигательным рефлексом – природным защитным механизмом от видимого лазерного луча, следует избегать прямого попадания луча в глаз.

Трекер SuperADM генерирует также второй невидимый лазерный луч в инфракрасном диапазоне. Источником этого луча является лазер с распределенной обратной связью класса 1 мощностью не более 0,79 мВт. Этот лазер не представляет опасности для глаз.

Система является лазерным устройством класса 2 и соответствует требованиям Комиссии по пищевым продуктами и медикаментам, Центра радиационной гигиены, Раздела 21 правил CPR 1000 и 1040 и международных стандартов IEC 60825-1 2001-08.

Система FARO Laser Tracker имеет сертификат соответствия требованиям безопасности 89/336/ЕЕС (электромагнитная совместимость) и 73/23/ЕЕС (техника безопасности при низких напряжениях) с учетом соответствия законов государств-участников в области электромагнитной совместимости в соответствии с исправлением 93/68/ЕЕС.

ВНИМАНИЕ: ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОРГАНОВ УПРАВЛЕНИЯ И НАСТРОЙКИ, А ТАКЖЕ ВЫПОЛНЕНИЕ ОПЕРАЦИЙ, НЕ ОПИСАННЫХ В ДАННОМ ДОКУМЕНТЕ, МОЖЕТ ПРИВЕСТИ К ПОПАДАНИЮ ПОД ДЕЙСТВИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ, ПРЕДСТАВЛЯЮЩЕГО ОПАСНОСТЬ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ.

Лазерное излучение

Во время работы из апертуры трекера излучается лазерный луч. Расположение апертуры показано на рисунке 2-1.

Рисунок 2-1. Апертура излучающей части лазера

Ярлыки апертуры лазера

Предупреждающие ярлыки обозначают место выхода лазерного луча из трекера. Расположение ярлыков показано на рисунке 2-2. Ярлыки содержат надпись «ИЗБЕГАЙТЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЛУЧА, из этой апертуры излучается видимый и/или невидимый лазерный луч».

Индикатор лазерного излучения

При работе лазера на передней части трекера включается индикатор излучения. Положение этого индикатора показано на рисунке 2-3.

Задний составной ярлык

Составной ярлык, расположенный на задней панели трекера, состоит из рабочего, сертификационного и идентифицирующего ярлыков. Смотрите рисунок 2-4 «Задний составной ярлык».

В верхней части расположен рабочий ярлык, необходимый для всех лазерных устройств класса 2. Он содержит следующий текст:

ЛАЗЕРНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ, НЕ СМОТРЕТЬ В ЛУЧ

Лазер с длиной волны 633-635 нм, макс. мощность 1 мВт в непрерывном режиме.

Лазерное устройство класса 2.

Под рабочим логотипом расположен ярлык сертификации. Он содержит следующий текст:

ИЗДЕЛИЕ СООТВЕТСТВУЕТ СТАНДАРТАМ НА РАБОЧИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ В СООТВЕТСТВИИ С ЗАКОНОМ О ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ, КОСМЕТИКЕ И МЕДИКАМЕНТАХ И МЕЖДУНАРОДНЫМ СТАНДАРТОМ IEC 60825-1 2001-08.

В нижней части составного ярлыка находится идентификационная надпись, содержащая номер модели, заводской номер и дату изготовления устройства.

Рисунок 2-4. Задний составной ярлык

Подъем трекера

На задней части трекера под верхней ручкой находится ярлык безопасности. При извлечении трекера из транспортного контейнера соблюдайте правила техники безопасности при подъеме. Также необходимо всегда соблюдать эти правила при монтаже и демонтаже трекера с основания. Расположение ярлыка безопасности показано на рисунке 2-5.

При извлечении трекера из транспортного контейнера используйте две ручки, расположенные с задней части устройства. Монтаж и переноска трекера осуществляется с помощью передних и задних верхних ручек.

Точки заземления

На переднем и заднем визире головки трекера расположены два ярлыка, указывающих точки заземления. Избегайте прикосновений к этим точкам. Расположение точек заземления показано на рисунке 2-6.

Подключение кабеля при включенном питании

На боковой стенке трекера рядом с разъемом подключения кабеля расположен ярлык, предупреждающий о недопустимости подключения кабеля при включенном питании. Расположение предупреждающего ярлыка показано на рисунке 2-7.

Кабель предназначен для подключения трекера к контроллеру (MCU).

ВНИМАНИЕ: Подключение и отключение кабеля при включенном питании контроллера **запрещено**.

Обеспечение электромагнитной совместимости

Для уменьшения вероятности возникновения взаимных помех кабеля трекера и внешнего температурного датчика должны быть проложены отдельно от других кабелей.

Дуплексные портативные радиопередатчики также могут являться источником помех для измерительной системы. Использовать подобные устройства возле трекера во время проведения измерений *не допускается*.

Поставляемые FARO симплексные радиопередатчики, радиосистемы дистанционного и речевого управления источниками помех **не являются**.

Глава 3: Система FARO Laser Tracker

Основными компонентами системы FARO Laser Tracker являются измерительная головка трекера, контроллер, мишень и управляющий компьютер с установленным программным обеспечением CAM2® Measure®.

Измерительная головка трекера

Измерительная головка содержит двигатели, лазеры, оптическое оборудование, угловые датчики, датчики давления, влажности и вспомогательную электронику.

Индикаторы, установленные на головке трекера, обеспечивают индикацию следующих режимов:

Все индикаторы мигают – операция начальной загрузки.

Красный индикатор на апертуре трекера:

- непрерывно горит – трекер в режиме измерения;
- мигает – трекер производит измерения в режиме сканирования (множественные измерения).

Зеленый индикатор на апертуре трекера:

- непрерывно горит – захват мишени, эффективный луч;
- мигает – захват мишени, неэффективный луч.

ПРИМЕЧАНИЕ: перед завершением инициализации трекера зеленый индикатор на апертуре может мигать.

Желтые индикаторы на корпусе трекера:

- мигают – при повороте трекера достигнут ограничительный упор.

Красный индикатор на корпусе трекера:

- непрерывно горит – лазер включен и стабилизирован;
- мигает – лазер включен и дестабилизирован;
- выключен – лазер отключен.

Зеленый индикатор на корпусе трекера:

- непрерывно горит – питание включено;
- выключен – питание отключено.

Синий индикатор на корпусе трекера:

- непрерывно горит – все электронные системы работают нормально;
- мигает – выполняется операция интеллектуального прогрева;
- выключен – неисправность электронной системы.

Контроллер

Контроллер MCU предназначен для подачи электропитания и обмена информацией с измерительной головкой трекера. С левой стороны контроллера расположен разъем для подключения кабеля от головки трекера. С лицевой стороны находятся разъемы для подключения до восьми внешних температурных датчиков, контролирующих температуру измеряемой детали или окружающего воздуха. На контроллере установлены три разъема RJ-45. Разъем с правой стороны предназначен для подключения к компьютеру по локальной сети Ethernet. Оставшиеся два разъема на передней панели используются для подключения и синхронизации одного трекера с другим. Кроме того, на передней панели контроллера установлены разъемы входного и выходного порта запуска.

ПРИМЕЧАНИЕ: Выход синхронизации и выходной порт в настоящей версии программного обеспечения трекера не поддерживаются. Входной порт запуска включен, в нем используются электрические сигналы уровня TTL (входы с активным низким уровнем 5В).

Дополнительная информация по подключению контроллера к компьютеру приведена в разделе «*Настройка оборудования*» на стр. 35. Индикаторы на MCU отображают следующую информацию:

O/I - зеленый, питание;

Треугольник - красный, лазерное излучение;

RX - зеленый, прием на шине Ethernet;

TX - зеленый, передача на шине Ethernet;

Link - желтый, установление соединения на шине Ethernet;

Coll - желтый, конфликт на шине Ethernet.

Оптические мишени

В системе FARO Laser Tracker допускается использование мишеней разных типов. Наиболее распространенные из них описаны ниже.

Сферический ретрорефлектор

Наиболее часто в системе FARO Laser Tracker в качестве мишени используется сферический ретрорефлектор (SMR), внутри опорной сферы которого смонтирован пустой зеркальный кубический уголкового отражатель. Расстояние между внешней поверхностью сферы и ее центром (радиус опорной сферы) известно и используется в программном обеспечении CAM2 Measure для коррекции измерений. Компания FARO поставляет мишени SMR диаметрами 1,5 дюйма (39,05 мм), 7/8 дюйма (22,225 мм) и 0,5 дюйма (12,7 мм). Мишень SMR отражает лазерные лучи с углом падения до $\pm 30^\circ$.

Мишень SMR можно подключить к специальному переходнику. Использование мишени совместно с переходником позволяет изменить его величину компенсации. Переходники применяются для измерения контуров, внешних и внутренних диаметров и координат отверстий с втулками. В электронном каталоге продукции FARO по адресу в Интернет www.faro.com присутствует широкая номенклатура переходников для мишеней. Дополнительная информация приведена в разделе «*Щупы*» на стр. 36.

Щуп FARO RetroProbe

Щуп FARO RetroProbe является дополнительным устройством, позволяющим значительно увеличить универсальность применения системы FARO Laser Tracker. Существует два варианта щупов RetroProbe – модели 100 и 400. Щуп FARO RetroProbe 100 предназначен для измерения таких особенностей поверхностного рельефа, как отверстия, мелкие пазы и углы, которые трудно или невозможно измерить с помощью стандартной мишени SMR. Щуп FARO RetroProbe 400 является более универсальным по сравнению с FARO RetroProbe 100. Он обеспечивает более простое управление и позволяет производить измерения в углублениях глубиной до 4 дюймов.

Ударостойкие мишени SMR

Компания FARO поставляет мишени с диаметрами 7/8 дюйма (22,225 мм), 0,5 дюйма (12,7 мм) и 1,5 дюйма (38,1 мм). Ударостойкие SMR представляют собой ударопрочные мишени с точностью центрирования не хуже 0,002 дюйма (50 мкм) для моделей размером 7/8 дюйма (22,225 мм) и 0,5 дюйма (12,7 мм) и 0,001 дюйма (25 мкм) для мишеней размером 1,5 дюйма (38,1 мм).

Мишени SMR в экономичном исполнении

Компания FARO поставляет мишени с диаметрами 7/8 дюйма (22,225 мм), 0,5 дюйма (12,7 мм) и 1,5 дюйма (38,1 мм). Мишени в экономичном исполнении входят в стандартный комплект поставки с трекерами модели Advantage. Точность центрирования мишеней составляет 0,001 дюйма (25 мкм).

Мишени для повторных измерений

Мишени для повторных измерений обычно применяются для проверки повторяемости и дрейфа. Прикрепите мишень к поверхности, используя клей для горячего склеивания или другой аналогичный клеящий материал. Данная мишень может применяться только для измерений повторяемости. Использовать ее для точных измерений нельзя.

Управляющий компьютер

Трекер управляется с помощью PC-совместимого компьютера с операционной системой Microsoft Windows. Связь компьютера с контроллером MCU осуществляется с использованием сетевого протокола TCP/IP. Компьютер соединен с контроллером кабелем локальной сети с перекрестными проводниками CAT5, нагруженным на разъем RJ-45.

Программное обеспечение CAM2 Measure

CAM2 Measure представляет собой измерительное и аналитическое программное обеспечение, разработанное для использования совместно с разнообразными инструментами для измерения трехмерных координат, включая FARO Laser Tracker. Система CAM2 Measure имеет широкий диапазон применений: от простого контроля по принципу «годен/не годен», до контроля параметров готовой детали. Программа CAM2 Measure дает возможность измерять размеры деталей, создавать координатные системы, используя известные точки начала отсчета, выполнять контроль допусков (в декартовой системе и GD&T (задание геометрических характеристик и допусков)), создавать отчеты в графической форме. Возможно упрощение повторных проверок путем создания обучающих/исполняющих программ, сохраняющих последовательность всех действий по измерению и подсказывающих пользователю весь порядок измерений.

Пусковые устройства – система дистанционного радиуправления

Портативная система дистанционного управления представляет собой беспроводный манипулятор типа мышь с шестью кнопками. С помощью программного обеспечения эти кнопки можно запрограммировать на управление основными функциями трекера на расстоянии до 100 футов.

Информация по настройке и эксплуатации приведена в Руководстве по началу работы с системой дистанционного радиуправления, номер детали FARO XH08-0394.

Вход дистанционного запуска

Запуск трекера может быть осуществлен дистанционно через вход запуска на контроллере. Запуск осуществляется TTL сигналом с активным низким уровнем 5В. Кабель запуска поставляется компанией FARO, номер детали 28801579.

Дистанционный запуск может использоваться в системе Measure Pad, в пакете разработки программ и в системе FARO Insight. В программу FARO CAM2 Measure возможность использования этого входа будет добавлена в следующей версии.

Глава 4: Возможность поверки главных элементов системы

Откалиброванная и обслуживаемая в соответствии с инструкциями система FARO Laser Tracker осуществляет измерения в соответствии с признанными международными и государственными стандартами. Согласно этим стандартам может проводиться поверка датчиков температуры, атмосферного давления, двух угловых датчиков, интерферометра и системы ADM.

Измерение параметров атмосферы

В режиме интерферометра длина волны лазерного луча зависит от известной длины волны в вакууме и условий окружающей среды. В режиме SuperADM фазовый сдвиг лазерного луча зависит от частоты опорного генератора и условий окружающей среды. Поскольку рабочие характеристики как интерферометра, так и системы SuperADM зависят от окружающей среды, необходимо обеспечить точность измерения температуры, давления и влажности.

Датчик температуры

Калибровка датчика температуры в системе FARO Laser Tracker осуществляется на заводе-изготовителе путем сравнения его показаний с показаниями стандартного температурного датчика, поверенного в соответствии с правилами NIST (Национального института стандартов и технологий). Датчик необходимо калибровать ежегодно.

Датчик давления

Калибровка датчика давления в системе FARO Laser Tracker осуществляется на заводе-изготовителе путем сравнения его показаний с показаниями стандартного датчика давления, поверенного в соответствии с правилами NIST. Датчик необходимо калибровать ежегодно.

Датчик влажности

Проверка датчика влажности системы FARO Laser Tracker осуществляется на заводе-изготовителе путем сравнения его показаний с показаниями независимых измерений относительной влажности.

Интерферометр

Калибровка гелиево-неонового (HeNe) лазера осуществляется в процессе его изготовления по поверенному в соответствии с требованиями NIST гелиево-неоновому источнику света. Эта калибровка действительна в течение всего срока эксплуатации лазера.

Система SuperADM

Калибровка системы SuperADM осуществляется одновременно с интерферометром трекера с помощью длительного процесса измерений.

Угловые датчики

Настройка угловых датчиков системы FARO Laser Tracker производится во время процесса изготовления по показаниям эталонного датчика, поверенного в соответствии с требованиями NIST.

Сферический ретрорефлектор

Точность измерений, выполненных системой FARO Laser Tracker, зависит от следующих характеристик сферического ретрорефлектора (SMR):

- диаметр сферы;
- положение вершины;

- поляризационные характеристики;
- гладкость оптики;
- погрешности двугранного угла.

Характеристики системы FARO Laser Tracker действительны только при использовании сертифицированных компанией FARO мишеней SMR. Неправильная эксплуатация мишени может привести к изменению одной или нескольких характеристик и уменьшить точность измерений.

Глава 5: Подготовка системы FARO Laser Tracker к работе

В данной главе описывается распаковка, монтаж, подключение, включение питания, первоначальные и эксплуатационные проверки, компенсация и отключение питания системы FARO Laser Tracker.

Распаковка системы

Головка системы FARO Laser Tracker упакована в транспортный контейнер. Контроллер, кабели, мишени SMR, подставки и крепежные приспособления находятся во втором транспортном контейнере.

ВНИМАНИЕ: При извлечении оборудования FARO Laser Tracker из контейнера для захвата используйте ручки с задней стороны трекара. Захват за узел управления лучом системы FARO Laser Tracker не допускается, поскольку это может привести к повреждению оборудования.

Состав системы управления лазером FARO

В состав системы управления лазером входят следующие компоненты:

- Измерительная головка трекара.
- Контроллер MCU и кабель питания/связи длиной 30 футов.
- Дистанционный датчик температуры воздуха с кабелем длиной 30 футов и документацией проверки в соответствии с требованиями NIST.
- Высокоточный датчик уровня (только для модели SI) для измерения отклонения от горизонтальной плоскости.
- Оптическая мишень и специальное оборудование для проведения измерений и компенсации в условиях эксплуатации. Включает в себя один сферический ретрорефлектор SMR, треногу и подставку для мишени.
- Блок беспроводного дистанционного радиоуправления для управления системой FARO Laser Tracker.
- Компьютер на основе процессора Intel с монитором и сетевой картой Ethernet для подключения к трекару. На компьютере установлены операционная система Microsoft Windows и программное обеспечение CAM2 Measure.
- Соединительный кабель Ethernet (до 100 МГц) с перекрестными проводниками CAT5 длиной 8 метров с разъемами RJ-45 для подключения контроллера MCU к компьютеру.
- Программное обеспечение FARO CAM2 Measure для осуществления измерений.
- Руководства по началу работы с треногой (контейнер 1), трекаром (контейнер 2) и компьютером (контейнер 3).
- Набор документации: Руководство пользователя FARO Laser Tracker, Руководство пользователя программного обеспечения CAM2 Measure, Руководство пользователя CAM2 SPC Graph и Руководство администратора FARO SoftCheck Tool.

- Быстроразъемный сердечник, предназначенный для быстрого монтажа трекера на подставку.
- Пылезащитный чехол для защиты трекера от пыли при хранении.
- Чехол для защиты кабеля длиной 25 футов. Кабель питания/связи длиной 30 футов и кабель дистанционного датчика температуры могут быть скручены вместе внутри этого чехла.
- Документация по поверке в соответствии с требованиями NIST.
- Два высокопрочных упаковочных контейнера для головки трекера, контроллера MCU и дополнительного оборудования.

Дополнительное оборудование, не входящее в основной комплект поставки

- В состав системы FARO Laser Tracker могут также входить следующие дополнительные устройства:
- Подставка (тренога) для облегчения регулировки высоты и перемещения трекера по рабочей зоне и для обеспечения устойчивости во время измерений.
- Блок бесперебойного питания (UPS) для защиты трекера от выбросов напряжения и обеспечения резервного питания при пропадании напряжения в сети.
- Дистанционные датчики температуры воздуха и материалов с кабелем длиной 30 футов.
- Набор подставок и мишеней для отражателя SMR размером 1,5 дюйма. Включает подставки с углублением под отражатель, подставки с углублением под отражатель со стержнем, бесстержневую мишень, мишени для измерения ребер и т.п.
- Различные оптические мишени и подставки.
- Беспроводная система Ethernet для осуществления беспроводного соединения компьютера и трекера.
- Система речевого управления для работы с программным обеспечением в режиме «свободные руки».

Монтаж

Система FARO Laser Tracker разработана для монтажа на подставке или треноге в вертикальном или горизонтальном положении с использованием раздвижного сердечника. Эксплуатация трекера возможна при любой ориентации.

ВНИМАНИЕ: Раздвижной сердечник предназначен для установки трекера только в вертикальном или горизонтальном положении. Для монтажа трекера в перевернутом положении необходимо закрепить его непосредственно на установочной арматуре.

Установка основания трекера

Поместите основание трекера на устойчивую поверхность вдали от мешающих объектов. Убедитесь, что основание стоит на установочных штифтах, а раздвижной сердечник плотно вкручен на свое место с помощью поставляемого гаечного ключа формы «С».

ПРИМЕЧАНИЕ: Для соблюдения требований техники безопасности не допускается монтаж трекера на основание, если угол его наклона к вертикали превышает 10°.

Установка головки трекера

Для установки трекера на основании достаточно вставить сердечник в основание трекера. Фиксация трекера в определенном положении осуществляется затягиванием блокировочного рычага вручную по часовой стрелке (при взгляде сверху).

Кабельные соединения

На измерительной головке трекера FARO Laser Tracker отсутствует выключатель питания, напряжение на нее подается с контроллера MCU.

- 1 Убедитесь, что выключатель питания на контроллере MCU находится в положении «OFF» (выключено).
- 2 Подключите кабель питания/связи к разъему в основании измерительной головки трекера и к разъему на левой боковой панели контроллера MCU.
- 3 Подключите кабель питания контроллера MCU к источнику питания, в качестве которого обычно используется блок бесперебойного питания.

ВНИМАНИЕ: Указанные выше действия необходимо выполнить во избежание подключения кабеля при включенном питании контроллера MCU.

- 4 Подключите дистанционный датчик температуры воздуха к разъему порта 1 на передней панели контроллера MCU.
- 5 Подключите кабель Ethernet к разъему локальной сети компьютера и к разъему на правой стороне контроллера MCU.

Включение питания

Для подачи питания на систему FARO Laser Tracker нажмите выключатель на правой стороне контроллера MCU. Сразу после включения питания все пять индикаторов на передней панели трекера и два индикатора возле апертуры лазера начинают мигать и находятся в этом состоянии до окончания процесса низкоуровневой диагностики. Низкоуровневая диагностика обычно выполняется за 45 секунд.

ПРИМЕЧАНИЕ: Питание необходимо включать как можно раньше, чтобы обеспечить достаточное время для прогрева трекера. Во время прогрева трекера можно выполнить другие операции по подготовке к измерениям – программирование или дополнительную механическую обработку. Для обеспечения наилучших результатов включите питание трекера и оставьте его в работающем состоянии в зоне проведения измерений. После диагностики в трекере выполняются операции интеллектуального прогрева и стабилизации характеристик лазера.

Интеллектуальный прогрев

Непосредственно после включения питания трекер переходит в режим интеллектуального прогрева. В этом режиме на передней панели трекера мигает синий индикатор, и работают двигатели, установленные на осях азимута и высоты. В момент готовности к работе двигатели выключаются, и в течение около пяти минут трекер находится в режиме стабилизации внутренней температуры. По окончании прогрева синий индикатор на передней панели трекера прекращает мигать.

ПРИМЕЧАНИЕ: Время прогрева трекера, хранившегося при холодной температуре, больше, чем трекера, хранившегося в помещении с высокой температурой воздуха.

Стабилизация

После успешного завершения низкоуровневой диагностики красный индикатор лазера на трекере продолжает мигать до тех пор, пока не закончится стабилизация характеристик лазера, занимающая обычно от 5 до 10 минут.

При изменении температуры окружающей среды в широком диапазоне (до $\pm 15^{\circ}\text{C}$) для поддержания постоянной длины газоразрядной трубки лазера осуществляется соответствующая регулировка ее внутренней температуры. Во время стабилизации характеристик лазера газоразрядная трубка на короткое время нагревается до температуры, превышающей температуру окружающей среды, а затем устанавливается равным заданному значению, относительно которого окружающая температура может изменяться в диапазоне до $\pm 15^{\circ}\text{C}$.

При больших изменениях температуры после включения лазера может произойти его повторная стабилизация. Процесс повторной стабилизации осуществляется автоматически за время не более пяти минут.

После успешного завершения низкоуровневой диагностики красный индикатор лазера и синий индикатор ОК продолжают мигать до завершения стабилизации и полного прогрева системы. Стабилизация характеристик лазера осуществляется за время от пяти до десяти минут, а полный прогрев системы длится от пяти до двадцати пяти минут в зависимости от температуры окружающей среды.

Начальные установки

Каждый раз при включении питания системы FARO Laser Tracker необходима инициализация трекера. Это осуществляется с помощью процедуры начальных установок, в ходе которой происходит задание исходных значений для угловых датчиков и датчика позиционирования. Эта процедура выполняется автоматически программой CAM2 Measure при установке системы FARO Laser Tracker в качестве текущего входного устройства. Дополнительная информация приведена в разделе «Установка измерительного оборудования» на стр. 35.

- 1 В меню «Пуск» Windows выберите программу CAM2 Measure.
- 2 Программа CAM2 выполнит начальные установки.

ПРИМЕЧАНИЕ: Процедура начальных установок автоматически ожидает завершения прогрева и стабилизации лазера.

Для выполнения начальных установок нажмите кнопку ОК. При этом включаются двигатели трекера, и он начинает вращаться. В этот момент прикасаться к головке трекера не допускается. Процедура начальных установок выполняется в течение около одной минуты.

После этого начальные установки завершены. Для продолжения нажмите кнопку ОК.

Компенсация

Система FARO Laser Tracker является прецизионным инструментом и требует проведения регулярных проверок. Процедуры компенсации позволяют провести испытания трекера и при необходимости отрегулировать его параметры. Во время компенсации проверяются возможные источники погрешностей измерений. Выполнение этих процедур может потребоваться после транспортировки трекера или ударных воздействий на него.

Подробное описание процедур компенсации приведено в главе 11 «Программа FARO CompIT» на стр. 21.

Автокомпенсация

Автокомпенсация является основным методом коррекции измерений трекера. В этой процедуре осуществляется автоматическая компенсация погрешности угловых измерений.

Для запуска процедуры нажмите кнопку SELF COMP (автокомпенсация) в главном меню программы CompIT. После ее завершения (по истечению около пяти минут) трекер готов к измерениям и точность его визирования соответствует техническим характеристикам. Дополнительная информация приведена в разделе «Автокомпенсация» на стр. 21.

ПРИМЕЧАНИЕ: После завершения процедуры автокомпенсации выполните обратное визирование для проверки точности измерений.

Быстрое обратное визирование

Процедура быстрого обратного визирования позволяет проверить точность трекера с минимальными помехами выполняемым измерениям. С помощью этой процедуры можно измерить отклонения обратного визирования в любой точке пространства измерений трекера, в отличие от процедуры CompIT для визирования, допускающей измерение только в заранее заданных точках.

Это позволяет измерить ошибку обратного визирования во время измерений без необходимости перемещения или поворота трекера. Дополнительная информация приведена в разделе «Быстрое обратное визирование» на стр. 22.

Процедура CompiT для визирования

Процедура CompiT для визирования предназначена для определения и компенсации погрешности обратного визирования и угловых измерений. Данная процедура состоит из двух частей:

- Предварительный контроль
- Компенсация

В предварительном контроле используются измерения в заранее установленных точках, и на их основе вычисляется погрешность обратного визирования. После измерений принимается решение о прохождении или не прохождении трекером проверочного контроля. Если контроль не пройден, запускается процедура компенсации для коррекции погрешности. При наличии помех, препятствующих проведению измерений в любой из установленных точек, поверните соответствующим образом трекер на основании. Дополнительная информация приведена в разделе «Процедура CompiT для визирования» на стр. 23.

Процедура CompiT для ADM

Процедура компенсации в режиме ADM (измерение абсолютного расстояния) начинается с предварительного контроля, в котором определяется погрешность радиальных измерений с использованием ADM. Если принимается решение о том, что трекер не прошел предварительный контроль, запускается процедура компенсации ADM.

ПРИМЕЧАНИЕ: Для проверки точности измерений трекера перед работой в режиме ADM выполните операцию предварительного контроля. Дополнительная информация приведена в разделе «Процедура CompiT для ADM» на стр. 29.

Выключение

Для отключения питания трекера выполните следующие действия:

- 1 Закройте программу CAM2 Measure и выключите компьютер.
- 2 Нажмите выключатель на правой панели контроллера MCU для выключения трекера.
- 3 Отсоедините кабель питания/связи от разъема в основании измерительной головки трекера и от разъема на левой боковой панели контроллера MCU.
- 4 Отсоедините кабель Ethernet от разъема на передней панели контроллера MCU и от разъема локальной сети компьютера.
- 5 Отключите датчик температуры окружающей среды от контроллера MCU.
- 6 Освободите блокировочный рычаг, повернув его против часовой стрелки (если смотреть сверху) и осторожно извлеките головку трекера из основания, удерживая ее за верхние ручки.
- 7 Поместите отражатель SMR и остальные мишени в их защитные контейнеры.

Глава 6: Точность измерений

В общем случае следует планировать точность измерений, равную 10% от наименьшего допуска для измеряемой детали. Это правило называется «10 к 1».

Например, если наименьший допуск в измеряемой детали составляет 1,0 мм, то точность измерительного устройства должна быть не хуже 0,1 мм.

Для определения погрешности измерений необходимо тщательно учесть вклад от всех известных источников ошибок. Однако поскольку влияние некоторых природных факторов с трудом поддаются количественному учету, метрологическая практика требует, чтобы влияние всех возможных источников погрешности было минимизировано или устранено.

Если не контролировать влияние факторов окружающей среды, то качество измерений может ухудшиться до такой степени, что все результаты окажутся неприемлемыми. Рекомендуется по возможности производить измерения в помещениях, где все факторы воздействия окружающей среды находятся под контролем и их количественные значения не изменяются.

Влияние атмосферных условий

Коэффициент преломления света изменяется при изменении температуры, давления и относительной влажности воздуха. Изменение коэффициента преломления на величину, равную одной миллионной, соответствует изменению давления на 3 мм рт.ст., изменению температуры на 1°C или изменению относительной влажности на 40% при температуре 40°C. Точное вычисление коэффициента преломления без знания величин атмосферных параметров невозможно. Система FARO оборудована специальными датчиками, измеряющими температуру, давление и влажность воздуха вокруг трекера каждые пять секунд.

Перепады температуры, турбулентности воздуха и воздушные ямы на пути лазерного луча изменяют его направление и вызывают погрешности измерения углов в трекере. Для устранения этих погрешностей не проводите измерения возле нагревательных приборов, трубопроводов кондиционирования воздуха и других источников подобных термических эффектов.

Влияние окружающей среды

Такие эффекты окружающей среды, как избыточная вибрация, неустойчивость монтажа и температура могут оказывать воздействие на точность измерений. Следует по возможности устранять эти внешние факторы.

Не перемещайте тяжелые предметы возле измеряемой детали перед или во время измерений. Величина воздействия зависит преимущественно от массы предмета и устойчивости фундамента помещения. В некоторых случаях сдвиг пола из-за перемещений тяжелых предметов может достичь достаточной величины, чтобы нарушить точность измерений на несколько дней после перемещения.

Монтаж детали для проведения измерений должен выполняться в соответствии с ее функциями. Это позволит избежать взаимного смещения частей детали из-за разностной нагрузки. Для обеспечения высокой точности измерений трекер должен включаться и достигать термического равновесия при тех же условиях окружающей среды, что и в процессе измерений.

Проведение избыточных измерений также позволяет повысить их точность. Избыточные измерения позволяют избежать грубых погрешностей, могут уменьшить влияние неустраняемых факторов окружающей среды и обеспечивают лучшую статистическую выборку. Например, для измерения параметров плоских поверхностей используйте не менее трех замеров.

Мишени

Осуществляйте регулярную проверку подставок и мишеней SMR на наличие металлических опилок и мусора, мешающих установке мишени в подставку. Отклонения в смещении мишеней являются частым источником погрешностей измерений. Перед выбором дополнительных подставок для измерений обязательно проверяйте параметры щупов. Дополнительную информацию смотрите в разделе «Щупы» на стр. 36.

Изменения размеров и положения основания трекера и детали

Осуществляйте регулярную проверку основания трекера и детали для обеспечения их стабильного положения в течение всех измерений. Любые неучтенные изменения в положении основания трекера или детали ухудшают точность измерений.

Солнечное излучение, горячие источники света или работающие обогревательные приборы могут приводить к неравномерному расширению измерительного оборудования или детали и ухудшать точность измерений. По возможности рекомендуется защищать трекер и измеряемую деталь от воздействия внешних источников тепла.

Измерения при обратном визировании

В процессе измерений для каждого замера в трекере определяются величины углов азимута, высоты и расстояние до мишени. Полученные значения компенсируются с использованием кинематической модели. В модели задаются параметры четырех степеней свободы лазера (две вращательных и две поступательных) и два параметра подвеса (смещение осей и отклонение их от перпендикулярности). Точность измерений трекера контролируется с помощью замеров обратного визирования.

Дополнительная информация приведена в разделе «Быстрое обратное визирование» на стр. 22. В этом режиме происходит сравнение результатов замеров положения точки в режимах прямого и обратного визирования. Вычисленное отклонение является удвоенной максимальной ошибкой в измерении параметров точек, расположенных в месте, для которого осуществлялось обратное визирование. Ошибка в измерениях, выполненных с помощью обратного визирования, является погрешностью, не компенсируемой кинематической моделью.

Несмотря на высокую эффективность кинематической модели в устранении погрешностей измерения трекера, существует множество факторов, не принимаемых этой моделью во внимание. Качество мишени, исполнительного привода, точность угловых датчиков и датчиков позиционирования, погрешности, вызванные влиянием атмосферы, термические расширения материалов составляют неполный список факторов, не учитываемых в модели. Большинство этих ошибок принято во внимание при формировании технических характеристик трекера.

Глава 7: Обслуживание системы FARO Laser Tracker

Система FARO Laser Tracker требует осторожного обращения, особенно при перемещении ее из одного места в другое. Система не содержит деталей, заменяемых пользователем.

Чистка оптических мишеней

При нормальной эксплуатации мишени SMR или RetroProbe требуют периодической чистки. Если величина Return Power (мощность отраженного сигнала) в диалоговом окне OPERATIONAL CHECKS (эксплуатационная проверка) не равно значению «GOOD» (хорошо), необходимо произвести чистку оптической мишени.

Во избежание повреждения оптических мишеней необходимо следовать соответствующей процедуре чистки. Во многих случаях оптика мишеней SMR является только запыленной и требует чистки сжатым воздухом.

ВНИМАНИЕ: Не допускается чистка сжатым воздухом из шлангов в цеху, поскольку этот воздух редко является чистым и может привести к покрытию мишеней масляной пленкой или иным загрязнителем.

- Для удаления пыли используйте сжатый воздух из баллона. Перед чисткой мишени позвольте воздуху просто выходить из баллона в течение нескольких секунд. Это позволяет избежать попадания остаточных примесей на стекло мишени. Баллон необходимо держать вертикально, встряхивание его при истечении воздуха не допускается.

Если после удаления пыли мишень SMR нуждается в дополнительной очистке, ее следует производить с помощью водяного пара и ватных тампонов.

- Дышите на SMR и осторожно положите ватный тампон на стекло мишени.
- Мягким движением переместите тампон в одном направлении, вращая его в противоположном направлении. Используйте один тампон для каждого прохода, выбрасывая его после этого.
- Для тщательной очистки каждого компонента требуется несколько тампонов.

Если с помощью водяного пара не удалось удалить загрязнение, произведите очистку высококачественным ацетоном.

- Смочите чистый ватный тампон в ацетоне.
- Мягким движением переместите тампон в одном направлении, вращая его в противоположном направлении.

ВНИМАНИЕ: Не допускается использовать сухие ватные тампоны для чистки сухой оптики, поскольку это увеличивает риск появления царапин.

После очистки на мишени может остаться небольшое количество ватной пыли. Удалите ее с помощью сжатого воздуха из баллона.

Чистка оптики трекера

Окно апертуры трекера и крышки встроенной мишени нуждаются в периодической чистке.

- Удалите пыль с поверхности окна, используя сжатый воздух из баллона.
- При необходимости выполните дополнительную чистку с помощью водяного пара и чистого ватного тампона таким же образом, как и для мишеней SMR (см. выше). Если удалить загрязнение не удастся, используйте денатурированный спирт.

Хранение

Для длительного хранения поместите элементы трекера в их транспортные контейнеры для защиты от неблагоприятного воздействия окружающей среды, пыли и грязи. Хранение устройства должно осуществляться таким образом, чтобы не подвергать его воздействию высоких и низких температур, окружающей среды и сильных вибраций.

Транспортировка

При транспортировке по цеху трекер должен быть смонтирован на высокопрочной подставке с колесами. Перед транспортировкой полностью опустите удлинительную трубу треноги. Избегайте попадания колес в большие трещины на полу. Перетаскивание основания и трекера по полу не допускается, поднимите колеса треноги при перемещении.

При транспортировке трекера на большие расстояния или между корпусами завода поместите элементы системы в их транспортные контейнеры. При транспортировке с помощью вилчатого подъемника поместите транспортные контейнеры на поддон; поднимать и опускать поддон следует с осторожностью.

Глава 8: Получение справочной информации

В данной главе описаны различные способы получения справочной информации при эксплуатации системы FARO Laser Tracker. Эти способы включают файлы справки в электронном виде, печатную документацию и обращение в Отдел пользовательской поддержки FARO.

Интерактивная справка

Основным программным обеспечением для работы с системой FARO Laser Tracker является программа FARO CAM2 Measure, содержащая файл справки, в котором описано большое количество тем и вопросов.

Документация

Настоящее Руководство пользователя описывает эксплуатацию основных аппаратных компонентов системы FARO Laser Tracker. Также в настоящий документ включены вспомогательные руководства FARO, подробно описывающие различные процедуры выполнения диагностики, калибровки и компенсации.

Смотрите разделы «Эксплуатационная проверка» на стр. 17 и «Программа FARO CompIT» на стр. 21.

Другая документация FARO включает в себя Руководство по программе FARO CAM2 Measure и Руководство пользователя для щупа FARO RetroProbe, в котором описана эксплуатация щупа FARO RetroProbe 100/400.

Отдел пользовательской поддержки FARO

Компания FARO предоставляет своим клиентам наилучшую поддержку в нашей отрасли. Свидетельством нашего отношения к поддержке клиентов являются наши изделия, услуги и удовлетворение покупателей. Ниже приведена контактная информация для связи с отделом пользовательской поддержки FARO.

Глава 9: Технические характеристики

В настоящей главе приведены технические характеристики системы FARO Laser Tracker.

Технические характеристики системы FARO Laser Tracker

Размеры

Головка трекера	280 x 535 мм (11 x 21 дюймов)
Контроллер	160 x 180 x 280 мм (6 x 7 x 11 дюймов)

Масса

Головка трекера	16-19 кг (35-41 фунтов)
Контроллер	5 кг (12 фунтов)

Параметры окружающей среды

Рабочая температура	Только для использования в помещении От 4°C (40°F) до 43°C (110°F)
Высота установки над уровнем моря	От уровня моря до 2000 метров (6561 футов)
Влажность	От 0 до 95% без конденсации

Электрические параметры

Контроллер	88-264 В переменного тока, 47-63 Гц, 575 ВА макс.
Предохранители	250В IEC 60127-2 5x20 мм США: плавкий предохранитель с задержкой срабатывания 5А ЕС: плавкий предохранитель с задержкой срабатывания 2,5 А

Уровень звукового давления	< 60 дБ SPL
----------------------------	-------------

Измерительные характеристики FARO Laser Tracker (метрические единицы измерения)

Угловые датчики (поперечные)

Горизонтальная установка	±270°
Вертикальная установка	от +75° + –50°
Разрешение	0,02 арксекунд
Угловая повторяемость	2 мкм + 2 мкм/м
Угловая точность	18 мкм + 3 мкм/м (модель SI) 36 мкм + 6 мкм/м (модель Advantage)
Максимальная скорость угловых измерений	180°/сек

Интерферометр (радиальный)

Максимальная радиальная скорость	4 м/сек
Скорость измерения точек	до 1000 изм./сек
Разрешение	0,158 мкм
Повторяемость	1 мкм + 1 мкм/м при 1000 изм./сек
Точность	10 мкм + 0,8 мкм/м
Мин. измеряемое пространство	0 м
Макс. измеряемое пространство	35 м

SuperADM (радиальный) (только SI)

Максимальная радиальная скорость	Не ограничена
Скорость измерения точек	до 1000 изм./сек
Разрешение	0,5 мкм при 100 изм./сек
Повторяемость	7 мкм + 1 мкм/м при 100 изм./сек
Точность	20 мкм + 1,1 мкм/м при 100 изм./сек
Мин. измеряемое пространство	0 м
Макс. измеряемое пространство	35 м

Измерение горизонтального уровня

Точность	± 2 арксекунды
----------	----------------

Для повторяемости и точности указаны удвоенные значения среднеквадратичного отклонения, измеренные в лабораторных условиях. Все трекеры на заводе изготовителе проходят испытания, чтобы удостовериться, что максимальная погрешность не превосходит удвоенного значения этих величин. Для определения погрешности сложите возведенные в квадрат значения повторяемости и точности и извлеките квадратный корень из полученной суммы. Характеристики, описания и технические параметры устройств могут изменяться.

Глава 10: Эксплуатационная проверка

В настоящей главе описаны процедуры эксплуатационной проверки для системы FARO Laser Tracker. Для проведения проверок используются команды программы FARO CAM2 Measure. Эксплуатационная проверка предназначена для определения условий работы трекера и для контроля воздействия движения воздуха, вибрации и других факторов окружающей среды на точность измерений.

Ссылки

Руководство по началу работы с FARO Laser Tracker – номер FARO 922-01212
Глава 11 «Программа FARO CompIT», стр. 21.

Оборудование

- 1 Система FARO Laser Tracker и вспомогательное оборудование.
- 2 Мишень – сферический ретрорефлектор SMR.
- 3 Установочная тренога или подставка для закрепления мишени SMR в опорной точке.

Условия проведения проверки

Цель эксплуатационной проверки – удостовериться, что трекер обеспечивает заданную точность и стабильность результатов измерений. Проверка должна выполняться после перемещения трекера в помещение с иными условиями эксплуатации.

Подготовка

Установите, подключите питание и запустите трекер. Подробнее этот процесс описан в главе 5 «Подготовка системы FARO Laser Tracker к работе» на стр. 8.

ПРИМЕЧАНИЕ: Выключение питания трекера по окончании рабочего дня не обязательно.

Перезапуск системы необходим только после включения питания.

Включите компьютер и запустите программу CAM2 Measure.

Последовательность действий

Ниже приведена последовательность действий для выполнения эксплуатационной проверки системы FARO Laser Tracker.

Выберите в меню программы CAM2 Measure команды DEVICES < LASER TRACKER < OPERATIONAL CHECK (Alt S, L, O) (устройства < трекер < эксплуатационная проверка). На экране будет отображено диалоговое окно OPERATIONAL CHECKS (эксплуатационная проверка).

Вкладка General Page (общая информация)

На вкладке GENERAL PAGE (общая информация) окна OPERATIONAL CHECKS (эксплуатационная проверка) можно просмотреть информацию о параметрах окружающей среды и мощности отраженного сигнала мишени SMR. Чтобы сохранить эти значения в текстовый файл ASCII, нажмите кнопки SAVE (сохранить) или SAVE AS (сохранить как...).

Поле weather (параметры окружающей среды)

В этом поле отображаются значения температуры давления и влажности окружающей среды.

Пиктограмма показывает источник измерений:

- значок молнии – значения получены с внутренних датчиков трекера;
- значок карандаша – значения введены вручную.

Поле SMR Return Power (мощность отраженного сигнала SMR)

Величина мощности отраженного сигнала показывает интенсивность лазерного луча, отраженного от мишени SMR в трекер. Градации интенсивности:

- Good (хорошая);
- Marginal (допустимая);
- Bad (низкая).

ПРИМЕЧАНИЕ: Наиболее распространенной причиной низкой мощности отраженного сигнала является загрязненность мишени. Для проверки мощности отраженного сигнала SMR:

- 1 Нажмите кнопку SET TARGET TYPE... (установить тип мишени) и выберите тип используемой мишени. Для продолжения нажмите кнопку OK.

Рисунок 10-3. Установка типа мишени

- 2 Поместите мишень в положение нулевой точки на трекере и нажмите кнопку HOME (нулевая точка).

Повторяемость

Цель проверки повторяемости – испытание интерферометра и датчиков с целью убедиться в согласованности результатов измерений трекера. Повторяемость измерений зависит от качества монтажа самого трекера, стабильности мишени и параметров окружающей среды.

Проверка повторяемости

Для проведения проверки повторяемости откройте вкладку REPEATABILITY (повторяемость) в окне OPERATIONAL CHECKS (эксплуатационная проверка).

- В поле POSITION MONITOR (контроль положения) в режиме реального времени отображается положение мишени в сферической системе координат трекера: угол азимута (Az), угол высоты (Ze) и радиальное расстояние (D). В поле «dT» отображается последний результат измерений.
- В поле «Tests» (испытания) находятся кнопки для запуска одной из трех проверок повторяемости.
- Кнопки START TEST (начать испытания) и MEASURE (измерять) используются для выполнения специальных испытаний, а кнопка HOME (возврат луча) используется для возврата луча в нулевую точку при его прерывании.
- В поле «Tests & Detailed Results» (испытания и подробные результаты) отображаются подробные результаты каждой проверки. Для удаления результатов нажмите кнопку CLEAR (очистить).
- Для сохранения результатов проверки в текстовый файл ASCII нажмите кнопки SAVE (сохранить) или SAVE AS (сохранить как...).

Невязка (Повторяемость результатов измерений интерферометра)

Данная операция предназначена для контроля правильности счета интерферометра. Недопустимый результат испытания может свидетельствовать также и о наличии неисправностей в мишени или мусора в гнезде TMR нулевой точки трекера.

- 1 Поместите мишень SMR в гнездо TMR.
- 2 Нажмите кнопку HOME (нулевая точка) на вкладке REPEATABILITY (повторяемость) в окне OPERATIONAL CHECKS (эксплуатационная проверка) для переключения луча лазера на нулевую точку.
- 3 Нажмите кнопку CLOSURE (невязка), затем нажмите кнопку START TEST (начать испытания).
- 4 Извлеките мишень SMR из гнезда TMR и перемещайте ее внутри области измерений, чтобы удостовериться в постоянном отслеживании мишени.
ПРИМЕЧАНИЕ: Убедитесь, что в данном испытании мишень перемещалась по всей области измерения, включая самую дальнюю точку.
- 5 Поместите мишень в гнездо TMR и нажмите кнопку MEASURE (измерение) для регистрации повторяемости.
ПРИМЕЧАНИЕ: Величина Total (всего) в поле Test Results (результаты испытаний) должна находиться в диапазоне $-0,005 \text{ мм} < \text{Total (всего)} < +0,005 \text{ мм}$.
- 6 Повторите описанную процедуру еще два (2) раза, проверяя соблюдение указанного выше условия. Для завершения нажмите кнопку STOP TEST (закончить испытания).
- 7 Если условие пункта (5) не выполняется, верните луч трекера в нулевую точку и повторите шаги с (3) по (5). Если проверка невязки не выполняется, обратитесь за дальнейшими инструкциями на фирму FARO.

Статическая повторяемость

Проверка статической повторяемости позволяет определить возможность трекера повторить результаты измерений мишени SMR, находящейся в фиксированном положении. Мишень остается в опорном положении и не перемещается в течение всех испытаний. Данная проверка важна для определения стабильности положения трекера, измеряемой детали и точек дрейфа.

- 1 Поместите мишень SMR в гнездо TMR.
- 2 Нажмите кнопку HOME (нулевая точка) на вкладке REPEATABILITY (повторяемость) в окне OPERATIONAL CHECKS (эксплуатационная проверка) для возврата луча лазера в исходное состояние.
- 3 Поместите треногу или подставку для мишени на расстоянии около шести (6) метров от трекера. Угловое положение для данного испытания не важно. Используйте контрольную точку на измеряемой детали, если она удалена от трекера на расстояние около шести (6) метров.
- 4 Извлеките мишень из гнезда TMR и переместите ее в выбранное положение для испытаний.

- 5 Нажмите кнопку STATIC (статическая повторяемость), затем нажмите кнопку START TEST (начать испытания).
 - Введите время задержки между измерениями или используйте значение по умолчанию и нажмите кнопку OK.
 - Трекер последовательно повторяет измерение положения мишени. Подождите, пока не будет выполнено около десяти (10) измерений.
- 6 Нажмите кнопку STOP TEST (остановить испытания) и просмотрите результаты.
 - Значение накопленной погрешности в поле «Total» (всего) в поле TEST RESULTS (результаты измерений) не должно превышать величины 0,025 мм.
- 7 Если накопленная погрешность превышает 0,025 мм, повторите испытания в двух других точках.
ПРИМЕЧАНИЕ: Если значение накопленной погрешности постоянно получается большим после нескольких испытаний, убедитесь в стабильности положения трекера, сердечника, основания и треноги/подставки перед повторением данной проверки. Если после многократных испытаний статическая повторяемость отсутствует, обратитесь за дальнейшими инструкциями в службу пользовательской поддержки FARO.

Динамическая повторяемость

Эта операция предназначена для проверки способности трекера получать повторяющиеся результаты измерений положения мишени SMR в нескольких точках области измерений. Данная проверка важна для определения стабильности положения трекера, измеряемой детали и точек дрейфа во время измерений с мишенью.

- 1 Поместите мишень SMR в гнездо TMR.
- 2 Нажмите кнопку HOME (нулевая точка) на вкладке REPEATABILITY (повторяемость) в окне OPERATIONAL CHECKS (эксплуатационная проверка) для возврата луча лазера в исходное состояние.
- 3 В качестве опорной точки используйте подставку мишени, закрепленную на устойчивом основании или на измеряемом объекте на удалении около шести (6) метров до трекера. Используйте контрольную точку на измеряемой детали, если она удалена от трекера на расстояние около шести (6) метров.
 - **ПРИМЕЧАНИЕ:** Установочная тренога, поставляемая вместе с трекером, НЕ ЯВЛЯЕТСЯ достаточно устойчивым основанием мишени в этой проверке.
- 4 Извлеките мишень из гнезда TMR и переместите ее в опорное положение для испытаний.
- 5 Нажмите кнопку DYNAMIC (динамическая повторяемость), затем нажмите кнопку START TEST (начать испытания).
 - Вначале трекер измеряет опорное положение мишени. После этого извлеките мишень и перемещайте ее по всей области измерений, убедившись, что она отслеживается трекером.
- 6 Верните мишень в опорное положение и нажмите кнопку MEASURE (измерение).
- 7 Нажмите кнопку STOP TEST (остановить испытания) и просмотрите результаты.
 - Значение погрешности в поле Total (всего) в зоне Test Results (результаты испытаний) не должно превышать величины 0,025 мм.
- 8 Если погрешность превышает 0,025 мм, повторите испытания в двух других точках.
ПРИМЕЧАНИЕ: Если значение погрешности постоянно получается большим после нескольких испытаний, проверьте стабильность установки трекера, сердечника, основания и треноги/подставки перед повторением данной проверки. Если после многократных испытаний проверка динамической повторяемости не выполняется, обратитесь за дальнейшими инструкциями в службу пользовательской поддержки FARO.

После проверок и калибровок

Сейчас трекер готов к проведению точных измерений. Кроме эксплуатационных проверок перед каждым измерительным циклом для проверки точности измерений следует выполнять автокомпенсацию и обратное визирование. *Смотрите разделы «Автокомпенсация» на стр. 21 и «Быстрое обратное визирование» на стр. 22.*

Глава 11: Программа FARO CompIT

Целью данной главы является обучение работе с программой предварительного контроля и компенсации FARO CompIT. Перед чтением этого раздела Вы должны практически ознакомиться с работой системы FARO Laser Tracker и программой CAM2 Measure. Программа FARO CompIT предоставляет возможность проведения предварительных испытаний для быстрой оценки точности измерений трекера. Она также позволяет осуществлять регулировку параметров, корректирующих точность визирования трекера, радиальное расстояние до опорной точки, точность ADM и прецизионный уровень.

Начало работы

Чтобы открыть диалоговое окно HARDWARE CONFIGURATION (настройка аппаратуры), в меню программы CAM2 Measure выберите команды DEVICES < HARDWARE CONFIG (Alt S, H) (устройства < настройка аппаратуры).

Нажмите кнопку CompIT для запуска программы FARO CompIT.

Диалоговое окно CompIT

После нажатия кнопки CompIT на экране отображается диалоговое окно CompIT.

В этом окне находятся кнопки для запуска всех процедур предварительного контроля и компенсации.

- Self Comp (автокомпенсация): запуск процедуры автокомпенсации. *Смотрите раздел «Автокомпенсация» на стр. 21.*
- Pointing (визирование): запуск процедуры CompIT для визирования. *Смотрите раздел «Процедура CompIT для визирования» на стр. 23.*
- R0: запуск процедуры CompIT для R0. *Смотрите раздел «Процедура CompIT для R0» на стр. 25.*
- Level (уровень): запуск процедуры CompIT для горизонтального уровня. *Смотрите раздел «Процедура CompIT для горизонтального уровня» на стр. 32.*
- ADM: запуск процедуры CompIT для ADM. *Смотрите раздел «Процедура CompIT для ADM» на стр. 29.*
- Backsights (обратное визирование): запуск процедуры быстрого обратного визирования. *Смотрите раздел «Быстрое обратное визирование» на стр. 22.*
- Customize (настройка): регулировка различных параметров процедур компенсации. *Смотрите раздел «Настройка» на стр. 34.*
- Log (журнал): просмотр результатов предыдущих запусков процедур компенсации и предварительного контроля.
- Exit (выход): выход из программы FARO CompIT.

Рекомендуется выполнять процедуры быстрого обратного визирования и предварительный контроль ADM один раз в сутки.

ПРИМЕЧАНИЕ: Во всех функциях *CompIT* используется мишень SMR размером 1,5 дюймов, кроме процедуры CompIT для R0, где допускается выбор типа мишени.

Автокомпенсация

Для повышения точности измерений процедуру автокомпенсации рекомендуется выполнять перед каждым измерительным циклом.

Оборудование

- 1 Система FARO Laser Tracker и вспомогательное оборудование

Последовательность действий

Установите, подключите питание и запустите трекер. Смотрите главу 5 «Подготовка системы FARO Laser Tracker к работе» на стр. 8.

- 1 Нажмите кнопку SelfComp (автокомпенсация) в диалоговом окне CompIT.

- 2 Начинаяется выполнение процедуры автокомпенсации.
- 3 По завершении процедуры результаты будут выведены в диалоговом окне SELF COMPENSATION RESULTS (результаты автокомпенсации).
 - Поле Before (до): результаты предыдущей автокомпенсации.
 - Поле After (после): только что полученные результаты.
 - Поле Change (изменение): разница между новыми и предыдущими результатами.
 - Кнопка Report (отчет): создание текстового файла для сохранения и/или печати результатов.
 - Кнопка Update (обновить): сохранение новых результатов в трекере.
 - Кнопка Cancel/Done (отмена/закончить): завершение процедуры автокомпенсации.

Быстрое обратное визирование

После успешного завершения процедуры автокомпенсации для контроля точности измерений трекера выполните проверку обратного визирования. Процедура быстрого обратного визирования позволяет проверить точность трекера с минимальными помехами выполняемым измерениям. С помощью этой процедуры можно измерить отклонения обратного визирования в любой точке пространства измерений трекера. Измерение погрешности обратного визирования осуществляется без перемещения или поворота трекера.

Оборудование

- 1 Система FARO Laser Tracker и вспомогательное оборудование.
- 2 Мишень – сферический ретрорефлектор SMR размером 1,5 дюйма.
- 3 Установочная тренога.

Последовательность действий

Установите, подключите питание и запустите трекер. Смотрите главу 5 «Подготовка к работе системы FARO Laser Tracker» на стр. 8.

- 1 Нажмите кнопку Backsights (обратное визирование) в диалоговом окне CompIT.
- 2 Программа предложит поместить мишень SMR и/или трекер в любую точку. Для данной проверки мишень рекомендуется установить на устойчивую подставку. Допускается использование установочной треноги трекера.
 - Поле Desired value (заданное значение): поместите мишень и трекер в любую точку.
 - Поле Current value (текущее значение): измеренные значения угла азимута, угла высоты и радиального расстояния для текущего положения мишени SMR.
 - Поле Backsight Error (погрешность обратного визирования): измеренная погрешность обратного визирования. Чтобы вывести список всех прошлых значений погрешности обратного визирования нажмите кнопку SHOW TABLE (показать таблицу).
 - Кнопка Cancel (отмена): завершение проверки обратного визирования без сохранения новых результатов и измененных параметров.
- 3 Поместите мишень на устойчивую подставку и, убедившись, что трекер отслеживает ее положение, нажмите кнопку MEASURE (измерение). Программа CompIT выполнит измерения положения мишени в режиме прямого и обратного визирования и вычислит разницу между результатами измерений – погрешность обратного визирования.

ПРИМЕЧАНИЕ: Если мишень SMR не займет устойчивого положения в течение 60 секунд, будет выдано сообщение об ошибке. В этом случае перед повторением операции проверьте устойчивость установки мишени и трекера.
- 4 После выполнения измерений обратного визирования в текущей точке программа предложит поместить мишень в следующую точку. Поместите мишень на другую устойчивую подставку и, убедившись, что трекер отслеживает ее положение, нажмите кнопку MEASURE (измерение).

ПРИМЕЧАНИЕ: Убедитесь, выполнив не менее трех измерений, что проверка произведена по всему пространству измеряемой детали.

- 5 Выполнив последнее измерение обратного визирования, нажмите кнопку CONTINUE (продолжить). Результаты проверки будут отображены в диалоговом окне QUICK BACKSIGHTS RESULTS (результаты обратного визирования).
 - Поле Quick Backsight Check Results (Результаты проверки обратного визирования): результаты проверки – Pass (пройдена) или Failed (нет).
 - Поле Recommendation (рекомендации): рекомендации по разрешению возникших проблем.
 - Кнопка Details (подробности): отображение подробных результатов измерений, которые можно сохранить в текстовом файле.
 - Кнопка Continue (продолжить): завершение операции обратного визирования и переход к процедуре CompIT для визирования. *Смотрите раздел «Процедура CompIT для визирования» на стр. 23.*
 - Кнопка Cancel/Done (отмена/закончить): завершение проверки.

Процедура CompIT для визирования

Процедура CompIT для визирования предназначена для проверки и компенсации ошибок при измерении углов в трекере. Эта процедура состоит из двух частей:

- Предварительный контроль: предварительная проверка отклонения при обратном визировании в пространстве измерений трекера.
- Компенсация погрешности визирования: уменьшение погрешности при обратном визировании.

ПРИМЕЧАНИЕ: Решение о проведении компенсации визирования принимается на основе результатов предварительного контроля. Данную процедуру рекомендуется выполнять вместо автокомпенсации при измерениях большой дальности (более 20 метров) и при необходимости обеспечить наибольшую точность. В остальных случаях следует использовать процедуру автокомпенсации.

Оборудование

- 1 Система FARO Laser Tracker и вспомогательное оборудование.
- 2 Мишень – сферический ретрорефлектор SMR размером 1,5 дюйма.
- 3 Установочная тренога.

Последовательность действий

Установите, подключите питание и запустите трекер. Смотрите главу 5 «Подготовка к работе системы FARO Laser Tracker» на стр. 8.

ПРИМЕЧАНИЕ: Для обеспечения наилучших результатов рекомендуется провести стабилизацию трекера в условиях рабочей окружающей среды. Процедура CompIT для визирования состоит из двух частей:

- предварительный контроль;
- компенсация визирования.

Предварительный контроль

- 1 Нажмите кнопку Pointing (визирование) в диалоговом окне CompIT.
- 2 Программа CompIT предложит поместить мишень в нулевую точку, а затем помещать ее в различные заданные точки для проведения измерений. Регулировка угла азимута для наведения на мишень осуществляется поворотом трекера на сердечнике.

ПРИМЕЧАНИЕ: В данной процедуре включен режим автоматического сброса, поэтому при прерывании луча верните мишень в нулевую точку для автоматического наведения трекера на нее.

- Поле Desired value (заданное значение): заданные значения углов азимута, высоты и радиального расстояния.
- Поле Current value (текущее значение): измеренные значения углов азимута, высоты и радиального расстояния до мишени. Пока измеренные значения отличаются от заданных, они отображаются красным цветом. При совпадении с приемлемой точностью измеренного положения мишени с заданным значением отображаются зеленым цветом. Если мишень удалена от трекера на расстояние, превышающее заданное, значение в поле радиального расстояния

выводится желтым цветом. Трекер начинает измерения при достижении устойчивого совпадения текущих значений с заданными.

- Поле Backsight Error (погрешность обратного визирования): последнее измеренное значение погрешности обратного визирования. Чтобы вывести список всех предыдущих значений погрешности, нажмите кнопку SHOW TABLE (показать таблицу).
 - Кнопка Cancel: завершение предварительного контроля без сохранения новых результатов и измененных параметров.
- 3 Поместите мишень SMR на установочную треногу или иную устойчивую подставку. Координаты первого заданного значения:
- угол азимута 90°, угол высоты 90°, расстояние 6 метров.
- 4 Перемещайте мишень и/или поворачивайте трекер до тех пор, пока измеренные значения не будут отображаться зеленым цветом. При достижении заданных координат мишени программа CompIT начнет автоматический контроль устойчивости измеренных величин. После выполнения условия устойчивости программа измеряет положение мишени с помощью прямого и обратного визирования и вычисляет разницу между этими значениями – погрешность обратного визирования.
- Координаты остальных заданных положений мишени:
- угол азимута -45°, угол высоты 90°, расстояние 2 метра;
 - угол азимута 45°, угол высоты 135°, расстояние 2 метра.
- 5 Перемещайте мишень и/или поворачивайте трекер до тех пор, пока все три измеренных значения не будут отображаться зеленым цветом для второй точки. Аналогичным образом повторите операцию и для третьей точки.
- Вы можете продолжить контроль и для задаваемых пользователем точек, если они лежат в пределах измеряемого пространства трекера. Например, можно провести проверку в контрольных и предельных точках измеряемой детали.
- 6 Выполнив последнее измерение, нажмите кнопку CONTINUE (продолжить). Результаты проверки будут отображены в диалоговом окне INTERIM TEST RESULTS (результаты предварительного контроля).
- Поле Pointing Interim Test Results (результаты предварительного контроля наведения): результат контроля – Pass (пройден) или Failed (нет).
 - Поле Recommendation (рекомендация): рекомендация следующего действия: нажать кнопку Continue (продолжить) или Cancel (отмена).
 - Кнопка Details (подробности): отображение подробных результатов измерений, которые можно сохранить в текстовом файле.
 - Кнопка Continue (продолжить): завершение предварительного контроля и переход к процедуре компенсации погрешности визирования. *Смотрите раздел «Компенсация погрешности визирования» на стр. 24.*
 - Кнопка Cancel/Done (отмена/закончить): завершение выполнения процедуры.

Компенсация погрешности визирования

При нажатии кнопки CONTINUE (продолжить) в окне INTERIM TEST RESULTS (результаты предварительного контроля) на экране откроется диалоговое окно STANDARD POINTING COMPENSATION (стандартная компенсация визирования).

ПРИМЕЧАНИЕ: В данной процедуре включен режим автоматического сброса, поэтому при прерывании луча верните мишень в нулевую точку для автоматического наведения трекера на нее.

- Поле Desired value (заданное значение): заданные значения углов азимута, высоты и радиального расстояния.
- Поле Current value (текущее значение): измеренные значения углов азимута и высоты и радиального расстояния для мишени. Пока измеренные значения отличаются от заданных, они отображаются красным цветом. При совпадении с приемлемой точностью измеренного положения мишени с заданным значением отобразятся зеленым цветом. Если мишень удалена от трекера на расстояние, превышающее заданное, значение в поле радиального расстояния

выводится желтым цветом. Трекер начинает измерения при достижении устойчивого совпадения текущих значений с заданными.

- Поле Backsight Error (погрешность обратного визирования): последнее измеренное значение погрешности обратного визирования. Чтобы вывести список всех предыдущих значений погрешности, нажмите кнопку SHOW TABLE (показать таблицу).
 - Кнопка Cancel: завершение компенсации погрешности наведения без сохранения новых результатов и измененных параметров.
- 1 Поместите мишень SMR на установочную треногу или иную устойчивую подставку. Координаты первого заданного значения:
 - угол азимута любой, угол высоты 90°, расстояние 2 метров.
 - 2 Перемещайте мишень и/или поворачивайте трекер до тех пор, пока измеренные значения не будут отображаться зеленым цветом.

При достижении заданных координат мишени программа CompIT начнет автоматический контроль устойчивости измеренных величин. После выполнения условия устойчивости программа измеряет положение мишени с помощью прямого и обратного визирования и вычисляет разницу между этими значениями – погрешность обратного визирования.

Координаты остальных заданных положений мишени:

 - угол азимута любой, угол высоты 90°, расстояние 3,6 метра;
 - угол азимута любой, угол высоты 90°, расстояние 5,2 метра;
 - угол азимута любой, угол высоты 90°, расстояние 6,8 метра;
 - угол азимута любой, угол высоты 90°, расстояние 8,4 метра;
 - угол азимута любой, угол высоты 90°, расстояние 10 метров.
 - 3 Выполнив последнее измерение, нажмите кнопку CONTINUE (продолжить). Результаты проверки будут отображены в диалоговом окне POINTING COMPENSATION RESULTS (результаты компенсации визирования).
 - Поле Pointing Compensation Results (результаты компенсации визирования): результат процедуры компенсации – Pass (пройдена) или Failed (нет).
 - Поле Recommendation (рекомендация): рекомендации по разрешению возникших проблем.
 - Кнопка Details (подробности): отображение подробных результатов измерений, которые можно сохранить в текстовом файле.
 - Кнопка Update (обновить): обновление параметров компенсации и завершение процедуры.
 - Кнопка Cancel (отмена): завершение выполнения без сохранения изменений.

Процедура CompIT для R0

Данная процедура предназначена для проверки и регулировки радиального расстояния от апертуры лазера до мишени, установленной в нулевой точке на трекере, и смещения осей трекера. Для выполнения этой операции квалифицированным оператором обычно достаточно около пятнадцати минут.

Проверку и компенсацию R0 рекомендуется выполнять в процессе ежегодной заводской поверки. Предварительный контроль R0 для проверки точности измерения этого расстояния можно проводить в любое время.

Оборудование

- 1 Система FARO Laser Tracker и вспомогательное оборудование.
- 2 Мишень – сферический ретрорефлектор SMR.
- 3 Один или два (если есть в наличии) тяжелых инструментальных станда.
- 4 Две высокопрочных подставки для мишеней.

Последовательность действий

Установите, подключите питание и запустите трекер. Смотрите главу 5 «Подготовка к работе системы FARO Laser Tracker» на стр. 8.

Подготовка

- 1 Установите подставку для мишени в горизонтальном положении на инструментальный стенд.
- 2 Установите вторую подставку для мишени в горизонтальном положении на второй инструментальный стенд. Если второго стенда нет в наличии, установите подставку на бетонную стену или стальную колонну на высоте трекера.

ПРИМЕЧАНИЕ: Установочная тренога, поставляемая вместе с трекером, **НЕ ЯВЛЯЕТСЯ** подходящим стендом для этой процедуры.

Предварительный контроль R0

- 1 Нажмите кнопку R0 в диалоговом окне CompIT.
 - 2 Программа CompIT осуществляет поиск и установку соединения с трекером. Выберите размер используемой мишени SMR.
 - 3 В диалоговом окне R0 CompIT отображается требуемое взаимное расположение трекера и мишеней. Поместите трекер и мишени в соответствующие точки.
 - Поместите мишени на расстоянии около 1,5 метров от трекера.
 - Каждая мишень должна находиться на высоте апертуры трекера.
 - После завершения установки мишеней нажмите кнопку CONTINUE (продолжить).
 - 4 Произведите визирование трекера на точки Point 1 (точка 1) и Point 2 (точка 2).
 - Выберите элемент POINT 1 (точка 1) в диалоговом окне R0 CompIT. При этом луч лазера будет ориентирован по соответствующим углам азимута и высоты.
 - Поместите мишень SMR на подставку на стенде и передвигайте стенд и/или трекер до тех пор, пока луч не попадет точно в центр мишени.
 - Выберите элемент POINT 2 (точка 1), чтобы направить луч на вторую мишень.
 - Поместите мишень SMR на подставку на стенде и передвигайте стенд до тех пор, пока луч не попадет точно в центр мишени. *Не двигайте* трекер, поскольку он уже наведен на первую мишень.
- ПРИМЕЧАНИЕ:** Для быстрого переключения между точками 1 и 2 нажмите кнопку TOGGLE POINT (переключить точку).
- 5 Поместите мишень в нулевую точку на трекере и нажмите кнопку CONTINUE (продолжить).
 - 6 Удерживая луч на мишени, перенесите ее на подставку в точке 1. При этом программа контролирует положение мишени и ожидает ее остановки. Когда положение мишени в пространстве стабилизируется, будет произведено автоматическое измерение положения точки 1.
 - 7 Удерживая луч на мишени, перенесите ее на подставку в точке 2. При этом программа также контролирует положение мишени и ожидает ее остановки. Когда положение мишени в пространстве стабилизируется, будет произведено автоматическое измерение положения точки 2.
 - 8 Удерживая луч на мишени, перенесите ее в нулевую точку на трекере.

ПРИМЕЧАНИЕ: При прерывании луча в процессе измерений он автоматически переключается на нулевую точку. В этом случае процедуру необходимо повторить.
 - 9 После измерения положения SMR в нулевой точке и точках 1 и 2 программа проверяет невязку интерферометра. Если величина невязки не находится в допустимых пределах, повторите измерения для каждой точки.
 - 10 Программа CompIT проверяет визирование трекера на точки 1 и 2.

Характеристика визирования отображается как процент допустимой ошибки в совмещении осей. Величина 0% соответствует полному совпадению осей трекера и мишеней в точках 1 и 2. Если это значение превышает 100%, необходимо повторить проверку. Рекомендуется добиться как можно меньшего несовпадения осей.
 - 11 При использовании мишени SMR размером 1,5 дюйма программа в режиме обратного визирования переключает луч трекера в нулевую точку. Перед продолжением работы необходимо повторить измерение положения точек 1, 2 и невязки интерферометра в этом режиме.

12 Переместите трекер за точку 2.

- Переместите трекер из текущего положения (позиция S1 в текущем диалоговом окне) в новое место (позиция S2) за точку 2.
- Трекер должен находиться на расстоянии около 1,5 метров от точки 2.
- Нажмите кнопку CONTINUE (продолжить).

ВНИМАНИЕ: При перемещении трекера из позиции S1 в позицию S2 **не допускается** изменение положения подставок в точках 1 и 2. Если положение подставок было изменено, необходимо повторить предварительный контроль R0.

13 Произведите визирование трекера в позиции S2.

- Удерживая луч на мишени SMR, перенесите ее на подставку в точке 1.
- Закройте мишень SMR рукой и уберите ее из точки 1. Луч лазера должен оставаться наведенным на точку 1.
- Поместите мишень SMR на подставку в точке 2 так, чтобы стеклянное окно было повернуто в сторону, противоположную трекеру. Если трекер отвизирован правильно, лазерный луч попадет в центр мишени SMR.

При необходимости извлеките мишень из подставки в точке 2 и опять установите ее в точке 1, чтобы трекер начал ее отслеживание. Удерживая луч трекера на мишени, передвиньте его соответствующим образом. Повторите проверку визирования в точке 2.

- Нажмите кнопку CONTINUE (продолжить).

14 Луч переключается на нулевую точку. Повторите измерения точек 1, 2 и невязки интерферометра.

15 Программа CompIT проверяет визирование трекера на точки 1 и 2. Характеристика визирования отображается как процент допустимой ошибки в совмещении осей. Величина 0% соответствует полному совпадению осей трекера и мишеней в точках 1 и 2. Если это значение превышает 100%, необходимо повторить проверку. Рекомендуется добиться как можно меньшего несовпадения осей.

16 Завершив последнее измерение, нажмите кнопку CONTINUE (продолжить). Результаты измерений будут отображены в диалоговом окне R0 INTERIM TEST (предварительный контроль R0).

- Поле Interim Test Results (результаты предварительного контроля): результат проверки – Pass (пройдена) или Failed (нет).
- Поле Recommendation (рекомендация): рекомендации по разрешению возникших проблем.
- Кнопка Details (подробности): отображение подробных результатов измерений, которые можно сохранить в текстовом файле.
- Кнопка Continue (продолжить): переход к выполнению компенсации R0.
- Кнопка Cancel/Done (отмена/закончить): завершение выполнения процедуры.

Компенсация R0

При нажатии кнопки CONTINUE (продолжить) в окне R0 INTERIM TEST (предварительный контроль R0) запускается процедура компенсации R0. При этом луч лазера переключается в нулевую точку. Выполнение процедуры компенсации R0 начинается с положения трекера в позиции S2.

- 1 Удерживая луч на мишени SMR, перенесите ее на подставку в точке 1. При этом программа контролирует положение мишени и ожидает ее остановки. Когда положение мишени в пространстве стабилизируется, будет произведено автоматическое измерение положения точки 1.
- 2 Удерживая луч на мишени SMR, перенесите ее на подставку в точке 2. При этом программа также контролирует положение мишени и ожидает ее остановки. Когда положение мишени в пространстве стабилизируется, будет произведено автоматическое измерение положения точки 2.
- 3 Удерживая луч на мишени SMR, перенесите ее в нулевую точку на трекере.

ПРИМЕЧАНИЕ: При прерывании луча в процессе измерений он автоматически переключается на нулевую точку. В этом случае процедуру необходимо повторить.

- 4 После измерения положения SMR в нулевой точке и точках 1 и 2 программа проверяет невязку интерферометра. Если величина невязки не находится в допустимых пределах, повторите измерения для каждой точки.
- 5 Переместите трекер в позицию S1.
ВНИМАНИЕ: При перемещении трекера из позиции S2 в позицию S1 **не допускается** изменение положения подставок в точках 1 и 2. Если положение подставок было изменено, необходимо повторить предварительный контроль R0.
 - Переместив трекер в позицию S1, нажмите кнопку CONTINUE (продолжить).
- 6 Выполните визирование трекера на точки 1 и 2.
 - Выберите элемент POINT 1 (точка 1) в окне R0 STATION 1 ALIGNMENT (визирование в позиции S1 для R0), чтобы ориентировать луч по соответствующим углам азимута и высоты.
 - Поместите мишень SMR на подставку в точке 1 и передвиньте трекер так, чтобы луч попал точно в центр мишени.
 - Выберите элемент POINT 2 (точка 2), чтобы направить луч на вторую мишень.
 - Поместите мишень SMR на подставку на стенде в точке 2 и передвиньте трекер так, чтобы луч попал точно в центр мишени.

Может потребоваться несколько попыток визирования трекера на точки 1 и 2. Для быстрого переключения между точками 1 и 2 нажмите кнопку TOGGLE POINT (переключить точку).

ВНИМАНИЕ: *Изменение положения подставок мишеней в точках 1 и 2 во время визирования не допускается.*
- 7 Поместите SMR в нулевую точку и нажмите кнопку CONTINUE (продолжить).
- 8 Удерживая луч на мишени SMR, перенесите ее на подставку в точке 1. При этом программа контролирует положение мишени и ожидает ее остановки. Когда положение мишени в пространстве стабилизируется, будет произведено автоматическое измерение положения точки 1.
- 9 Удерживая луч на мишени SMR, перенесите ее на подставку в точке 2. При этом программа также контролирует положение мишени и ожидает ее остановки. Когда положение мишени в пространстве стабилизируется, будет произведено автоматическое измерение положения точки 2.
- 10 Удерживая луч на мишени SMR, перенесите ее в нулевую точку на трекере.
ПРИМЕЧАНИЕ: При прерывании луча в процессе измерений он автоматически переключается на нулевую точку. В этом случае процедуру необходимо повторить.
- 11 После измерения положения SMR в нулевой точке и точках 1 и 2 программа проверяет невязку интерферометра. Если величина невязки не находится в допустимых пределах, повторите измерения для каждой точки.
- 12 Программа CompiT проверяет визирование трекера на точки 1 и 2. Характеристика визирования отображается как процент допустимой ошибки в совмещении осей. Величина 0% соответствует полному совпадению осей трекера и мишеней в точках 1 и 2. Если это значение превышает 100%, необходимо повторить проверку визирования. Рекомендуется добиться как можно меньшего несовпадения осей.
- 13 При использовании мишени SMR размером 1,5 дюйма программа в режиме обратного визирования наводит луч трекера в нулевую точку. Перед продолжением работы необходимо повторить измерение положения точек 1, 2 и невязки интерферометра в этом режиме.
- 14 Завершив последнее измерение, нажмите кнопку CONTINUE (продолжить). Результаты компенсации визирования будут отображены в диалоговом окне R0 COMPENSATION RESULTS (результаты компенсации R0).
 - Поле Compensation Result (результат компенсации): результат проверки – Pass (пройдена) или Failed (нет).
 - Поле Recommendation (рекомендация): рекомендации по разрешению возникших проблем.
 - Кнопка Details (подробности): отображение подробных результатов измерений, которые можно сохранить в текстовом файле.
 - Кнопка Update (обновить): обновление параметров компенсации и завершение процедуры.
 - Кнопка Cancel (отмена): завершение выполнения компенсации R0 без сохранения изменений.

Процедура ComptT для ADM

Данная процедура предназначена для проверки точности измерений радиального расстояния системой ADM (измерение абсолютного расстояния). Если погрешность измерений системы ADM превышает допустимое значение, предпринимаются меры по ее уменьшению.

Оборудование

- 1 Система FARO Laser Tracker и вспомогательное оборудование.
- 2 Мишень – сферический ретрорефлектор SMR размером 1,5 дюйма.
- 3 Мишень – сферический ретрорефлектор SMR размером 0,5 дюйма.
- 4 Переходник для мишени SMR размером 0,5 дюйма для установки ее в нулевой точке.
- 5 Одна (1) высокопрочная подставка для мишеней.

Для предварительного контроля ADM мишень SMR размером 0,5 дюйма и переходник для нее не требуются.

ПРИМЕЧАНИЕ: Предварительный контроль ADM можно выполнять ежедневно для проверки точности измерения расстояния. Перед выполнением компенсации ADM обратитесь в службу пользовательской поддержки FARO.

Последовательность действий

Установите, подключите питание и запустите трекер. *Смотрите главу 5 «Подготовка к работе системы FARO Laser Tracker» на стр. 8.*

Предварительный контроль ADM

- 1 Нажмите кнопку ADM в диалоговом окне ComptT. Программа переключает луч лазера на нулевую точку и запускает процедуру автоматической настройки. Измеряется радиальное расстояние до точки 1 (нулевая точка) с помощью интерферометра и в режиме ADM. Разница между результатами измерений отображается в поле ADM-IFM.
 - Поле Desired value (заданное значение): заданные значения углов азимута и высоты и радиального расстояния.
 - Поле Current value (текущее значение): измеренные значения углов азимута и высоты и радиального расстояния для мишени. Пока измеренные значения отличаются от заданных, они отображаются красным цветом. При совпадении измеренного положения мишени с приемлемой точностью с заданным значения отобразятся зеленым цветом. Если мишень удалена от трекера на расстояние, превышающее заданное, значение в поле радиального расстояния выводится желтым цветом. Трекер начинает измерения при достижении устойчивого совпадения текущих значений с заданными.
 - Поле ADM Error (ошибка ADM): последнее вычисленное значение погрешности измерения ADM. Чтобы вывести список всех предыдущих значений погрешности, нажмите кнопку SHOW TABLE (показать таблицу).
 - Кнопка Cancel (отмена): завершение предварительного контроля без сохранения новых результатов и измененных параметров.
- 2 Удерживая луч на мишени SMR, перенесите ее на подставку, находящуюся на заданном расстоянии от трекера (точка 2). При совпадении с приемлемой точностью измеренного положения мишени с заданным значение расстояния отобразится зеленым цветом. Если мишень удалена от трекера на расстояние, превышающее заданное, значение в поле радиального расстояния выводится желтым цветом.

Трекер начинает измерения при достижении устойчивого совпадения текущего значения расстояния с заданным положением точки 2. При этом расстояние будет измерено с помощью интерферометра и системы ADM. Разница между результатами измерений отображается в поле ADM-IFM.

- 3 Удерживая луч на мишени SMR, перенесите ее на подставку, находящуюся на следующем заданном расстоянии от трека (точка 3).
- 4 Удерживая луч на мишени SMR, переместите ее в нулевую точку. При этом программа ComprIT проверяет значение невязки интерферометра. Если величина невязки не находится в допустимых пределах, повторите измерения для каждой точки. Выполнив последнее измерение, нажмите кнопку CONTINUE (продолжить). Результаты проверки будут отображены в диалоговом окне ADM INTERIM TEST RESULTS (результаты предварительного контроля ADM).
 - Поле ADM Interim Test Results (результаты предварительного контроля ADM): результат контроля – Pass (пройден) или Failed (нет).
 - Поле Recommendation (рекомендация): рекомендация следующего действия: нажать кнопку Continue (продолжить), More (дополнительно) или Done (закончить).
 - Кнопка Details (подробности): отображение подробных результатов измерений, которые можно сохранить в текстовом файле.
 - Кнопка Continue (продолжить): переход к процедуре компенсации ADM. *Смотрите раздел «Компенсация ADM» на стр. 30.*
 - Кнопка More (дополнительно): выполнение дополнительных измерений с целью контроля ADM. Для каждой группы точек предварительного контроля выполняется 5 измерений. Неполные группы точек не допускаются. Чтобы выполнить измерения расстояния до заданных точек, установите мишень в соответствующее место и нажмите кнопку MEASURE (измерение).
 - Кнопка Cancel/Done (отмена/закончить): завершение выполнения процедуры ADM ComprIT.

Компенсация ADM

При нажатии кнопки CONTINUE (продолжить) в окне ADM INTERIM TEST RESULTS (результаты предварительного контроля ADM) запускается процедура компенсации ADM. Эта процедура состоит из двух частей:

- грубая компенсация ADM;
- точная компенсация ADM.

Грубая компенсация ADM

- 1 Чтобы начать процедуру грубой компенсации ADM, нажмите кнопку CONTINUE (продолжить) в окне ADM COARSE COMPENSATION (грубая компенсация ADM).

Программа ComprIT автоматически переключает лазер на нулевую точку и измеряет положение мишени в ней (точка 1).
- 2 Удерживая луч на мишени SMR, перенесите ее на подставку, находящуюся на заданном расстоянии от трека (точка 2). При совпадении с приемлемой точностью измеренного положения мишени с заданным значением расстояния отобразится зеленым цветом. Если мишень удалена от трека на расстояние, превышающее заданное, значение в поле радиального расстояния выводится желтым цветом.

Трекер начинает измерения при достижении устойчивого совпадения текущего значения расстояния с заданным положением точки 2. При этом расстояние будет измерено с помощью интерферометра и системы ADM.
- 3 Выполните аналогичные действия для точек 3 и 4.

ПРИМЕЧАНИЕ: При прерывании луча в процессе измерений он автоматически переключается на нулевую точку. В этом случае процедуру необходимо повторить.
- 4 Удерживая луч на мишени SMR, перенесите ее в нулевую точку.
- 5 После измерений в нулевой точке и точках 1-4 выполняется проверка значения невязки интерферометра. Если величина невязки не находится в допустимых пределах, повторите измерения для каждой точки.
- 6 Аналогичным образом выполните измерения для точек 5-8. После измерения положения мишени в точке 8 будет выполнена проверка невязки интерферометра.
- 7 Возьмите мишень SMR размером 0,5 дюйма и поместите ее на переходник для установки в нулевой точке не трека. Эта мишень будет использоваться в оставшихся измерениях процедуры грубой компенсации ADM.

ПРИМЕЧАНИЕ: Если у Вас нет мишени SMR размером 0,5 дюйма, используйте мишень размером 1,5 дюйма. Однако это может привести к погрешностям при измерении деталей с помощью мишени размером 0,5 дюйма в режиме ADM.

- 8 Программа CompiT автоматически переключает лазер на нулевую точку и измеряет положение мишени в ней (точка 9).
- 9 Выполните измерения для точек 10-13 так же, как и для точек 1-4 и 5-8. После измерения положения мишени в точке 13 будет выполнена проверка невязки интерферометра.
- 10 Выполнив последнее измерение, нажмите кнопку CONTINUE (продолжить). Результаты будут отображены в диалоговом окне ADM COARSE COMPENSATION RESULTS (результаты грубой компенсации ADM).
 - Поле ADM Coarse Compensation Results (результаты грубой компенсации ADM): результат контроля – Pass (пройден) или Failed (нет).
 - Поле Recommendation (рекомендация): рекомендация следующего действия: нажать кнопку Update (обновить) или Cancel (отмена).
 - Кнопка Details (подробности): отображение подробных результатов измерений, которые можно сохранить в текстовом файле.
 - Кнопка Update (обновить): обновление параметров компенсации и переход к процедуре точной компенсации ADM. *Смотрите раздел «Точная компенсация ADM» на стр. 31.*
 - Кнопка Cancel (отмена): завершение выполнения компенсации ADM без сохранения изменений.

Точная компенсация ADM

- 1 Чтобы начать процедуру точной компенсации ADM, нажмите кнопку CONTINUE (продолжить) в окне ADM COARSE COMPENSATION RESULTS (результаты грубой компенсации ADM).
- 2 Установите мишень SMR размером 1,5 дюйма в нулевой точке и нажмите кнопку CONTINUE (продолжить). Программа CompiT автоматически переключает лазер на нулевую точку и измеряет положение мишени в ней (точка 14).
- 3 Удерживая луч на мишени SMR, перенесите ее на подставку, находящуюся в точке 15. При совпадении с приемлемой точностью измеренного положения мишени с заданным значение расстояния отобразится зеленым цветом. Если мишень удалена от трека на расстояние, превышающее заданное, значение в поле радиального расстояния выводится желтым цветом. Трекер начинает измерения при достижении устойчивого совпадения текущего значения расстояния с заданным положением точки 15. При этом расстояние будет измерено с помощью интерферометра и системы ADM.
- 4 Выполните аналогичные измерения для точек 16-21.

ПРИМЕЧАНИЕ: При прерывании луча в процессе измерений он автоматически переключается на нулевую точку. В этом случае процедуру необходимо повторить.
- 5 Удерживая луч на мишени SMR, перенесите ее в нулевую точку.
- 6 После измерений в нулевой точке и точках 14-21 выполняется проверка значения невязки интерферометра. Если величина невязки не находится в допустимых пределах, повторите измерения для каждой точки.
- 7 Выполнив последнее измерение, нажмите кнопку CONTINUE (продолжить). Результаты будут отображены в диалоговом окне ADM FINE COMPENSATION RESULTS (результаты точной компенсации ADM).
 - Поле ADM Fine Compensation Results (результаты точной компенсации ADM): результат контроля – Pass (пройден) или Failed (нет).
 - Поле Recommendation (рекомендация): рекомендации по разрешению возникших проблем.
 - Кнопка Details (подробности): отображение подробных результатов измерений, которые можно сохранить в текстовом файле.
 - Кнопка Update (обновить): обновление параметров компенсации и завершение выполнения процедуры.
 - Кнопка Cancel (отмена): завершение выполнения компенсации ADM без сохранения измененных параметров точной компенсации.

Процедура CompiT для горизонтального уровня

Данная процедура предназначена для проверки точности измерения горизонтального уровня с помощью внутреннего прецизионного уровня FARO Laser Tracker. Если погрешность измерения горизонтального положения превышает допустимое значение, предпринимаются меры по ее уменьшению.

Оборудование

- 1 Система FARO Laser Tracker и вспомогательное оборудование.
- 2 Мишень – сферический ретрорефлектор SMR размером 1,5 дюйма.
- 3 Три (3) высокопрочных подставки для мишеней.
- 4 Шайба толщиной около 1/4 дюйма.

Последовательность действий

Установите, подключите питание и запустите трекер. *Смотрите главу 5 «Подготовка к работе системы FARO Laser Tracker» на стр. 8.*

Подготовка

Выполните процедуру CompiT для визирования. Смотрите раздел «Процедура CompiT для визирования» на стр. 23.

Предварительный контроль уровня

- 1 Нажмите кнопку Level (уровень) в диалоговом окне CompiT.
- 2 Программа CompiT осуществляет поиск и установку соединения с трекером. После этого пользователю будет предложено установить трекер и три мишени. Расположение трекера и мишеней показано в диалоговом окне LEVEL INTERIM TEST (предварительный контроль уровня)
 - Поместите каждую мишень на расстояние около 7,5 метров от трекера на одной линии с осями трекера X, Y и -Y. Расположите трекер на треноге таким образом, чтобы одна из ее ног находилась на одной линии с осью трекера X. Не приклеивайте подставки для мишеней к поверхности.

ПРИМЕЧАНИЕ: Если нет возможности установить мишени на расстоянии 7,5 метров от трекера, измените параметры контроля на закладке Level Interim Test (предварительный контроль уровня) в диалоговом окне Customize (настройки). Смотрите раздел «предварительный контроль уровня» на стр. 32.

- Нажмите кнопку CONTINUE (продолжить).
- 3 Удерживая луч на мишени SMR, перенесите ее на подставку 1. Перенесите подставку и мишень в заданное положение точки 1 с координатами:
 - угол азимута -90°, радиальное расстояние 7,5 метров.
 - 4 При совпадении с приемлемой точностью измеренного положения мишени с заданным значение расстояния отобразится зеленым цветом. Если мишень удалена от трекера на расстояние, превышающее заданное, значение в поле радиального расстояния выводится желтым цветом.
 - 5 С помощью маркера отметьте место установки подставки и нажмите кнопку CONTINUE (продолжить).
 - 6 Аналогичным образом установите положение точек 2 и 3.
 - 7 Закрепите подставки на поверхности с помощью клея для горячего склеивания. Когда клей высохнет, нажмите кнопку CONTINUE (продолжить).
 - 8 Удерживая луч на мишени SMR, перенесите ее на подставку в точке 1. При этом программа контролирует положение мишени и ожидает ее остановки. После фиксации мишени в точке 1 выполняется измерение положения SMR в режиме прямого и обратного визирования.
 - 9 Аналогичным образом выполните измерения для точек 2 и 3.
 - 10 После этого программа автоматически выполняет точное измерение горизонтального уровня. Во время измерений **не допускается** перемещение и прикосновение к трекеру.

- 11 Наклоните трекер, поместив шайбу толщиной 1/4 дюйма под одну из ног треноги, находящуюся не на линии оси X трекера. Нажмите кнопку CONTINUE (продолжить).
Программа переключает луч лазера в нулевую точку, после чего необходимо повторить измерения для точек 1, 2 и 3.
- 12 После завершения измерений для точки 3 программа автоматически выполняет точное измерение горизонтального уровня. Во время измерений **не допускается** перемещение и прикосновение к трекеру.
- 13 Извлеките шайбу из-под треноги и нажмите кнопку CONTINUE (продолжить).
- 14 Результаты измерений будут отображены в диалоговом окне LEVEL INTERIM TEST RESULTS (результаты предварительного контроля уровня).
 - Поле Interim Test Results (результаты предварительного контроля): результат контроля – Pass (пройден) или Failed (нет).
 - Поле Recommendation (рекомендация): рекомендации по разрешению возникших проблем.
 - Кнопка Details (подробности): отображение подробных результатов измерений, которые можно сохранить в текстовом файле.
 - Кнопка Continue (продолжить): переход к процедуре компенсации уровня. *Смотрите раздел «Компенсация уровня» на стр. 33.*
 - Кнопка Cancel/Done (отмена/закончить): завершение выполнения процедуры CompIT для горизонтального уровня.

Компенсация уровня

Чтобы начать процедуру грубой компенсации уровня, нажмите кнопку CONTINUE (продолжить) в окне LEVEL INTERIM TEST RESULTS (результаты предварительного контроля уровня). Существует два варианта выполнения компенсации уровня:

- частичная компенсация уровня – трекер установлен только в вертикальном положении;
- полная компенсация уровня – трекер установлен в вертикальном и боковом положениях.

Процедура частичной компенсации выполняется в случае, если не пройден предварительный контроль уровня. Смотрите раздел «*Предварительный контроль уровня*» на стр. 32. Полная компенсация обычно выполняется только при обслуживании трекера на заводе-изготовителе.

ПРИМЕЧАНИЕ: Чтобы выполнить полную компенсацию уровня, *необходимо* иметь возможность установки и закрепления трекера в горизонтальном положении.

Частичная компенсация уровня

- 1 В диалоговом окне LEVEL COMPENSATION (компенсация уровня) нажмите кнопку PARTIAL (частичная) и затем нажмите ОК.
- 2 Установите трекер в вертикальном положении.
ПРИМЕЧАНИЕ: Убедитесь, что шайба, использовавшаяся в предварительном контроле, не находится под треногой.
 - Нажмите кнопку CONTINUE (продолжить).
- 3 Программа CompIT автоматически выполнит точное измерение горизонтального уровня. Во время измерений **не допускается** перемещение и прикосновение к трекеру.
- 4 После завершения измерений результаты будут отображены в диалоговом окне LEVEL COMPENSATION RESULTS (результаты компенсации уровня).
 - Нажмите кнопку Update (обновить), чтобы запомнить параметры компенсации.
 - Нажмите кнопку Repeat (повторить), чтобы повторить измерения уровня.
 - Нажмите кнопку Cancel (отмена), чтобы завершить процедуру компенсации уровня без запоминания изменений.
- 5 После нажатия кнопки UPDATE (обновить), необходимо повторить операцию предварительного контроля уровня, чтобы проверить работу трекера с новыми параметрами. *Смотрите раздел «Предварительный контроль уровня» на стр. 32.*

Настройка

Данная команда используется для изменения параметров по умолчанию программы CompIT. Всякий раз при запуске CompIT загружаются заводские значения по умолчанию, поэтому ранее сделанные изменения не влияют на процесс калибровки.

ВНИМАНИЕ: Изменение этих параметров может привести к неоптимальной компенсации и ухудшению точности измерений.

Последовательность действий

Установите, подключите питание и запустите трекер. *Смотрите главу 5 «Подготовка к работе системы FARO Laser Tracker» на стр. 8.*

- 1 Нажмите кнопку Customize (настройки) в диалоговом окне CompIT.
- 2 Откроется диалоговое окно CUSTOMIZE FARO CompIT (настройка программы FARO CompIT) с шестью закладками для настройки параметров: General (общие настройки), Pointing Interim Test (предварительный контроль визирования), Pointing Compensation (компенсация визирования), ADM CompIT (процедура CompIT для ADM), Level Interim Test (предварительный контроль уровня) и Repeatability (повторяемость).
 - Чтобы загрузить заводские настройки или настройки по умолчанию, нажмите кнопку LOAD DEFAULT SETTINGS (загрузить настройки по умолчанию).
 - Чтобы загрузить сохраненные ранее настройки, нажмите кнопку LOAD SAVED SETTINGS (загрузить сохраненные настройки).
 - Для сохранения внесенных изменений нажмите кнопку OK.

Закладка General (общие настройки)

Закладка GENERAL (общие настройки) окна CUSTOMIZE FARO CompIT (настройка программы FARO CompIT) предназначена для изменения общих параметров CompIT.

- Поле Units – единицы измерений для всех процедур: дюймы или миллиметры.
- Поле Stability Tolerance (допуск устойчивости) – предельно допустимое отклонение расстояния при контроле устойчивости положения мишени.
- Поле Stability Duration (продолжительность устойчивого положения) – время ожидания при проверках устойчивости положения. Любые измерения начинаются только после того, как значение расстояния до мишени SMR было стабильным в течение этого времени.
- Поле Closure Tolerance (допуск невязки) – максимальная величина невязки интерферометра.
- Поле Samples Per Measurement (число отсчетов в измерении) – число замеров в каждом измерении. Результат измерения вычисляется как среднее арифметическое всех замеров.

Закладка ADM CompIT (Настройки CompIT для ADM)

Закладка ADM CompIT TEST (настройки CompIT для ADM) окна CUSTOMIZE FARO CompIT (настройка программы FARO CompIT) предназначена для изменения параметров процедуры CompIT для ADM.

- Поле Maximum Range (максимальное расстояние) – максимальная дистанция измерений. Величины расстояний до заданных позиций пропорциональны максимальному расстоянию.

Закладка Level Interim Test (предварительный контроль уровня)

Закладка LEVEL INTERIM TEST (предварительный контроль уровня) окна CUSTOMIZE FARO CompIT (настройка программы FARO CompIT) предназначена для изменения параметров предварительного контроля горизонтального уровня.

- Поле Distance (расстояние) – расстояние от трекера до мишеней.

Закладка Pointing Interim Test (предварительный контроль визирования)

Закладка POINTING INTERIM TEST (предварительный контроль визирования) окна CUSTOMIZE FARO CompIT (настройка программы FARO CompIT) предназначена для изменения параметров предварительного контроля визирования трекера.

- Use Custom Target Locations (использовать пользовательские местоположения мишеней) – включает использование в этой процедуре положений мишени, задаваемых пользователем. Введите координаты трех точек вручную или нажмите кнопку CUSTOM TARGET LOCATION WIZARD (мастер задания положения мишеней), чтобы ввести более трех значений координат.
- Custom Target Locations (пользовательские местоположения мишеней) – введите вручную значения угла азимута, угла высоты и расстояния для каждого положения мишени.

Закладка Pointing Compensation (компенсация визирования)

Закладка POINTING COMPENSATION (компенсация визирования) окна CUSTOMIZE FARO CompIT (настройка программы FARO CompIT) предназначена для изменения параметров компенсации визирования трека.

- Поле Compensation Type (тип компенсации) – выберите тип компенсации.
- Поле Standard (стандартная) – компенсация по 6 точкам.
- Поле Full (полная) – компенсация по 8 точкам.
- Поле Custom Compensation (компенсация, заданная пользователем) – компенсация по точкам, задаваемым пользователем.
- Поле Custom Compensation Parameters (параметры компенсации, заданной пользователем) – введите вручную максимальное расстояние и число мишеней. В процедуре компенсации визирования требуется использование не менее трех мишеней.

Закладка Repeatability (повторяемость)

Закладка REPEATABILITY (повторяемость) окна CUSTOMIZE FARO CompIT (настройка программы FARO CompIT) предназначена для изменения параметров контроля повторяемости в программе CompIT.

- Поле Repeatability Tolerance (допуск на повторяемость) – максимальная погрешность в последовательных замерах для каждого измерения.
- Поле Repeatability Iterations (число повторов) – число последовательных замеров для каждого измерения.
- Поле Repeatability Max Iterations (максимальное число повторов) – максимальное число попыток замеров для каждого измерения.

Глава 12: Меню Devices программы CAM2 Measure

В меню DEVICES (оборудование) находятся все команды, используемые для настройки измерительного оборудования. Также эти команды доступны на панелях инструментов Devices (оборудование) и Device Position (положение оборудования).

Установка измерительного оборудования

В меню DEVICES выберите команду DEVICES < DEVICE SETUP (оборудование < установка оборудования). В диалоговом окне DEVICE SETUP (установка оборудования) выберите основное измерительное устройство. По умолчанию это система FARO Laser Tracker. Чтобы изменить его, выберите устройство из списка и нажмите кнопку START (начать). После этого программа устанавливает связь с выбранным устройством.

Программа CAM2 Measure осуществляет установку связи с основным измерительным устройством. Сохранить в файле настройки другое устройство для первоначальной установки связи невозможно.

Настройка оборудования

В меню DEVICES выберите команду DEVICES < HARDWARE CONFIG (оборудование < настройка оборудования). В диалоговом окне HARDWARE CONFIGURATION (настройка оборудования) можно выполнить следующие действия:

- просмотреть текущий IP адрес, используемый для связи с системой FARO Laser Tracker;
- установить число отсчетов за одно измерение;

- установить число отсчетов за один цикл сканирования;
- установить число отсчетов на обновление положения;
- установить число отсчетов на компенсацию;
- установить радиус поиска;
- открыть окно управления трекером;
- установить доступ к программе CompIT.

Чтобы сохранить изменения, нажмите кнопку OK. Чтобы отменить все внесенные изменения, нажмите кнопку CANCEL. Изменения, выполненные в окне HARDWARE CONFIG (настройка оборудования) сохраняются для дальнейшего использования.

Tracker IP Address/Model (IP адрес/модель трекера): введите IP адрес трекера. В списке History (история) отображены все ранее использовавшиеся адреса. Выберите модель трекера.

Samples/Measurement (число отсчетов на измерение): число отсчетов на одно измерение в режиме точечных измерений. Результат каждого измерения вычисляется как среднее арифметическое отсчетов.

Samples/Scan (число отсчетов при сканировании): число отсчетов на одно измерение в режиме сканирования. Результат каждого измерения вычисляется как среднее арифметическое отсчетов.

Samples/Position Update (число отсчетов на обновление положения): число отсчетов между обновлениями положения в любом окне DRO программы CAM2 Measure.

Samples/Comp (число отсчетов на компенсацию): число отсчетов на точку компенсации в конце команды измерения. Точка компенсации определяет направление корректировки значений, полученных от щупа.

Search Radius (радиус поиска): величина радиуса поиска для процедуры съемки. Смотрите раздел «Съемка» на стр. 40.

Щупы

Выберите команду DEVICES < PROBES (оборудование < щупы). В диалоговом окне PROBES (щупы) можно выполнить следующие действия:

- выбрать диаметр мишени SMR или щупа Retroprobe;
- выбрать переходник для использования с выбранной мишенью SMR;
- добавить новый щуп;
- изменить параметры существующих щупов.

Изменение параметров щупов

Чтобы изменить параметры выбранного щупа, нажмите кнопку EDIT (правка) в окне PROBES (щупы). Изменив название, высоту, смещение или единицы измерения, нажмите кнопку OK. Чтобы выйти без сохранения изменений, нажмите кнопку CANCEL (отмена).

ПРИМЕЧАНИЕ: Невозможно изменить параметры стандартных щупов и переходников.

Чтобы создать новый щуп, выполните следующие действия:

- 1 В окне PROBES (щупы) нажмите кнопку ADD (добавить).
В ниспадающем списке SMR SIZE (размер SMR) выберите размер мишени SMR для нового щупа.
- 2 Введите название в поле NAME (название).
- 3 В поле DIMENSIONS (размеры) введите значения высоты и смещения для создаваемого щупа.
- 4 Выберите единицы измерения высоты и смещения.
- 5 Чтобы сохранить созданный щуп, нажмите кнопку OK. Чтобы выйти без сохранения, нажмите CANCEL (отмена).

ПРИМЕЧАНИЕ: Для выполнения команды PROBES (щупы) в программе CAM2 Measure используется клавиша вызова «P». Подробную информацию смотрите в Руководстве по программе CAM2 Measure.

Меню Laser Tracker

В Меню Laser Tracker содержатся специальные команды для системы FARO Laser Tracker.

Окно управления трекером

Выберите команду DEVICES < LASER TRACKER < TRACKER PAD (оборудование < трекер < окно управления трекером). В диалоговом окне TRACKER PAD можно выполнить следующие действия:

- инициализировать трекера;
- навести трекер на заданную нулевую точку;
- включить и выключить двигатели трекера;
- включить и выключить отслеживание;
- переключить трекер в режим прямого или обратного визирования;
- запустить поиск мишени;
- выделить луча;
- задать способы управления лучом;
- просмотреть и изменить настройки для измерения параметров атмосферы;
- просмотреть настройки датчика температуры и изменить настройки сигнализации для датчиков;
- просмотреть пузырьковый уровень;
- вручную установить расстояние до мишени.

Initialize (инициализация): запуск инициализации угловых датчиков. Данная операция необходима в случае, если двигатели выключились, и их повторное включение с помощью кнопки TURN MOTORS OFF (двигатели выкл) невозможно. Двигатели трекера выключаются при прикладывании усилия или чрезмерного момента к их осям.

Home (нулевая точка): наведение трекера на нулевую точку.

Motors Off (двигатели выкл): включение и выключение двигателей.

Turn Tracking Off (отслеживание вкл/выкл): включение и выключение отслеживания мишени лазером.

Backsight (обратное визирование): переключение трекера между режимами прямого и обратного визирования.

Search (поиск): запуск поиска мишени.

Highlight Beam (выделение луча): кратковременное вращение лазерного луча.

Drive Options (способы управления лучом): ручное наведение лазерного луча в точки, где отслеживание мишени затруднено.

Visual Drive (визуальное управление): наведение лазерного луча на мишень с помощью компьютерной мыши.

Для визуального управления лучом выполните следующие действия:

- 1 Поместив курсор мыши в центр диалогового окна, нажмите и удерживайте кнопку мыши.
- 2 Медленно двигайте мышью в любом направлении, пока луч трекера не окажется возле мишени.
- 3 Нажмите кнопку SEARCH... (поиск...), введите параметры поиска и нажмите кнопку SEARCH (поиск), чтобы навестись на мишень.
- 4 Чтобы закончить выполнение команды, нажмите кнопку CLOSE (закрыть).

Angular Drive (угловое управление): наведение лазерного луча на мишень с помощью задания углов азимута и высоты.

Для углового управления лучом выполните следующие действия:

- 1 Введите значения углов азимута и высоты в радианах. При необходимости поставьте отметку на триггерной кнопке USE ESTIMATED DISTANCE (использовать оценку расстояния) и введите приближенное расстояние до мишени.
- 2 Чтобы навести луч на заданную точку, нажмите кнопку MOVE (переместить). Повторяйте эти действия до тех пор, пока луч не окажется возле мишени.
- 3 Нажмите кнопку SEARCH... (поиск...), введите параметры поиска и нажмите кнопку SEARCH (поиск), чтобы навестись на мишень.
- 4 Чтобы закончить выполнение команды, нажмите кнопку CLOSE (закрыть).

Manual Drive (ручное управление): наведение лазерного луча на мишень вручную. Для ручного управления лучом выполните следующие действия:

- 1 Нажмите кнопку TURN MOTORS OFF (двигатели выкл) для выключения двигателей.
- 2 Наведите луч на область возле мишени, осторожно поворачивая головку трекера.
- 3 Нажмите кнопку TURN MOTORS OFF (двигатели вкл).
- 4 Нажмите кнопку SEARCH (поиск), чтобы навестись на мишень.
- 5 Чтобы закончить выполнение команды, нажмите кнопку CLOSE (закрыть).

Weather Settings (параметры атмосферы): выбор и настройка источников информации о параметрах атмосферы. Вариант HARDWARE (оборудование) позволяет использовать встроенную в трекер систему измерения параметров атмосферы. При выборе варианта MANUAL (вручную) эти параметры вводятся вручную.

- 1 Для ручного ввода параметров атмосферы выполните следующие действия:
- 2 Для каждого параметра поставьте отметку в радиокнопку MANUAL (вручную).
- 3 Введите значения параметров атмосферы.
- 4 Чтобы запомнить введенные значения, нажмите кнопку APPLY (применить). Чтобы закончить выполнение команды, нажмите кнопку OK.

ПРИМЕЧАНИЕ: Если перед нажатием кнопки APPLY (применить) нажать кнопку CANCEL (отмена), то выполнение команды будет завершено без запоминания изменений.

Temperature Sensor Configuration (настройка датчика температуры):

Просмотр и настройка всех датчиков температуры, подключенных к контроллеру.

Bubble Level (пузырьковый уровень): просмотр ориентации трекера относительно горизонтальной плоскости.

Set distance (установить расстояние): ввод расстояния до точки.

- 1 Чтобы задать расстояние до точки, выполните следующие действия:
- 2 Наведите луч трекера на мишень.
- 3 Переместите мишень в требуемую точку.
- 4 Введите расстояние.
- 5 Чтобы запомнить введенные значения, нажмите кнопку APPLY (применить). Чтобы закончить выполнение команды, нажмите кнопку OK.

ПРИМЕЧАНИЕ: Если перед нажатием кнопки APPLY (применить) нажать кнопку CANCEL (отмена), то выполнение команды будет завершено без запоминания изменений.

Управление нулевыми точками

Выберите команду меню DEVICES < LASER TRACKER < MANAGE RESET POINTS (оборудование < трекер < управление нулевыми точками). В диалоговом окне MANAGE RESET POINTS (управление нулевыми точками) можно выполнить следующие действия:

- Включить или выключить функцию Auto Reset (автоматический возврат в нулевую точку).
- Выбрать нулевую точку.
- Просмотреть имеющиеся нулевые точки.

Чтобы установить нулевую точку:

- 1 Выберите нулевую точку из списка.
- 2 Нажмите кнопку OK, чтобы установить новую нулевую точку.

Создание нулевой точки

Выберите команду меню DEVICES < LASER TRACKER < CREATE RESET POINT (оборудование < трекер < создать нулевую точку). Программа предложит произвести измерение положения точки. Информацию по измерению положения точек смотрите в Руководстве пользователя на программу CAM2 Measure.

ПРИМЕЧАНИЕ: Созданные в данной команде точки не устанавливаются автоматически текущими нулевыми точками. Используйте для этого команду Manage Reset Points (управление нулевыми точками). *Смотрите раздел «Управление нулевыми точками» на стр. 38.*

Установка режима измерения расстояния

Выберите команду меню DEVICES < LASER TRACKER < SET DISTANCE MODE (оборудование < трекер < установить режим измерения расстояния).

В диалоговом окне SET DISTANCE MODE (режим измерения расстояния) можно выполнить следующее действие:

- установить один из режимов измерения расстояния: только с использованием интерферометра, с использованием интерферометра с установкой по ADM или только режим ADM.

Interferometer Only (только интерферометр): в этом режиме для измерения расстояний используется только лазерный интерферометр. В случае потери мишени трекером для повторного ее захвата используйте команду RESET (нулевая точка). *Смотрите раздел «Возврат в нулевую точку» на стр. 39.* Захват мишени можно также осуществить в нулевой точке TMR на трекаре с помощью команды HOME (нулевая точка).

Interferometer Set by ADM (интерферометр с установкой по ADM): в этом режиме для измерения расстояний используется лазерный интерферометр. В случае потери мишени трекером возобновление слежения может производиться с помощью системы ADM. После определения расстояния до мишени с помощью ADM возобновляется измерение расстояния интерферометром. Это устраняет необходимость использования команды RESET (нулевая точка). *Смотрите раздел «Возврат в нулевую точку» на стр. 39.*

ПРИМЕЧАНИЕ: В режиме сканирования используйте определение расстояния с помощью только интерферометра или с помощью интерферометра с установкой по ADM.

ADM Only (только ADM): в этом режиме для измерения расстояний используется только система ADM. В случае потери мишени трекером возобновление слежения производится с помощью ADM. Это устраняет необходимость использования команды RESET (нулевая точка). *Смотрите раздел «Возврат в нулевую точку» на стр. 39.* Не следует использовать данный режим при сканировании. В этом случае измерение расстояния производится в режиме интерферометра с установкой по ADM.

ПРИМЕЧАНИЕ: для выполнения команды SET DISTANCE MODE (режим измерения расстояния) в программе CAM2 Measure используется клавиша вызова «N». Подробнее о клавишах вызова смотрите Руководство по программе CAM2 Measure.

Возврат в нулевую точку

Выберите команду меню DEVICES < LASER TRACKER < RESET (оборудование < трекер < нулевая точка). Луч трекара переключится на нулевую точку.

ПРИМЕЧАНИЕ: для выполнения команды RESET (нулевая точка) в программе CAM2 Measure используется клавиша вызова «T». Подробнее о клавишах вызова смотрите Руководство по программе CAM2 Measure.

Визирование лазера

Выберите команду меню DEVICES < LASER TRACKER < AIM (оборудование < трекер < визирование). В диалоговом окне AIM (визирование) можно выполнить следующее действие:

- выбрать точку визирования.

Выполните следующие действия:

- 1 Выберите точку из списка в окне AIM (визирование). Луч перемещается в заданную точку. Если захвата мишени не произошло, используйте команду Search (поиск).
- 2 Для завершения команды нажмите кнопку OK или CANCEL (отмена).

Поиск мишени

Выберите команду меню DEVICES < LASER TRACKER < SEARCH (оборудование < трекер < поиск). Эта команда предназначена для поиска мишени. Система начинает автоматически перемещать луч лазера по окружности в поисках мишени.

Съемка

Выберите команду меню DEVICES < LASER TRACKER < SURVEY (оборудование < трекер < съемка). Эта команда предназначена для автоматического измерения положения группы точек.

ПРИМЕЧАНИЕ: для данной команды необходимо, чтобы тип мишеней во всех точках был одинаковым. В диалоговом окне Survey (съемка) можно выполнить следующие действия:

- ввести параметры новой съемки;
- выбрать созданную ранее съемку.

Previous Surveys (ранее созданные съемки): нажав на стрелку вниз, выберите созданную ранее съемку. При этом в диалоговом окне будут отображены загруженные параметры выбранной съемки. Использование ранее созданных съемок является хорошей отправной точкой для создания новых.

Select Features (выбрать точки): выбор точек съемки.

Iterations (повторения): число измерений группы точек, входящих в съемку. Выберите значение INFINITE (бесконечно) или USER SPECIFIED (задается пользователем) и введите число повторений.

- Infinite (бесконечно) – измерение положения группы точек до тех пор, пока пользователь не нажмет кнопку STOP в диалоговом окне LASER TRACKER SURVEY (съемка с помощью трекера).
- User Specified (задается пользователем) – измерение положения группы точек указанное количество раз.

Feature Time Out (время ожидания в точке): введите значение времени (в секундах), в течение которого луч будет ориентирован по координатам точки в ожидании мишени.

Survey Repeat Delay (задержка повторения съемки): введите задержку между окончанием одной съемки и началом следующей.

Home Frequency (период возвращения в нулевую точку): поставьте отметку в триггерной кнопке HOME FREQUENCY (период возвращения в нулевую точку) и введите время в секундах. Этот параметр устанавливает период возвращения луча лазера в нулевую точку. В режиме ADM команда Home (нулевая точка) используется для автоматической регулировки, что позволяет поддерживать высокую точность измерений с ADM.

ПРИМЕЧАНИЕ: Если поставлена отметка в триггерной кнопке Home Frequency (период возвращения в нулевую точку), то во время съемки в нулевой точке обязательно *должна* находиться мишень.

Display User Intervention Dialog If Target Not Found (вывести сообщение в случае необнаружения мишени): Поставьте отметку в этой триггерной кнопке, чтобы при отсутствии мишени выводилось предупреждающее сообщение

Aim Point (точка визирования): выберите точку визирования.

- Nominal (заданное значение) – лазерный луч визируется по заданным координатам каждой точки.
- Last Measured (последнее измерение) – лазерный луч визируется по соответствующим последним измеренным координатам каждой точки.

Deviation Results (вычисление отклонения): выберите вариант вычисления отклонения.

- Nominal (заданное значение) – величина отклонения вычисляется как разность измеренного и заданного значения положения точки.
- Last Measurement (последнее измерение) – величина отклонения вычисляется как разность текущего и предыдущего измеренных положений каждой точки.

Store Readings (сохранять результаты измерений): выберите вариант сохранения результатов измерений для группы точек, входящих в съемку. Для просмотра результатов измерений используйте команду REVIEW FEATURES (просмотреть точки).

- All (все) – после каждого измерения результат по каждой точке добавляется в текущий файл.

- Over Write With Last (сохранять последний результат) – в текущий файл добавляются результаты последнего измерения для каждой точки; все предыдущие результаты для соответствующих точек удаляются.
- Append Last (добавить последний результат) – в текущий файл добавляются результаты последнего измерения для каждой точки.
- None (нет) – Результаты измерений при съемке в файле не сохраняются.

Relocation (перемещение): выберите вариант перемещения. Процедура перемещения с помощью ряда измерений определяет новое положение устройства.

- None (нет) – нет перемещения.
- Before each Cycle (перед каждым циклом) – выберите не менее трех точек из списка для перемещения. Эти точки определяют положение устройства перед измерением положения точек, входящих в съемку.
- After Cycle (после цикла) – выберите не менее трех точек из списка для перемещения и введите число циклов. После выполнения заданного числа циклов съемки выбранные точки определяют положение устройства перед следующим измерением положения точек, входящих в съемку.

Display Windows (окна индикации): выберите варианты отображения окон цифровой индикации (DRO). Эти окна открываются при измерении положения группы точек.

- One (одно) – открывается одно окно DRO для отображения текущих результатов измерений.
- All (все) – окно DRO открывается для каждой точки. Максимальное количество окон – восемь (8).

Чтобы начать съемку, выполните следующие действия:

- 1 Измерьте положение точек съемки.
- 2 Выберите команду меню DEVICES < LASER TRACKER < SURVEY (оборудование < трекер < съемка).
- 3 В окне SELECT FEATURES (выбор точек) выберите точки для проведения съемки.
- 4 При необходимости измените параметры съемки в диалоговом окне LASER TRACKER SURVEY (съемка с помощью трекера).

ПРИМЕЧАНИЕ: Ранее созданные съемки можно выбрать из раскрывающегося списка PREVIOUS SURVEYS (ранее созданные съемки).

- 5 Чтобы начать измерения, нажмите кнопку START (начать).
- 6 После выполнения заданного количества циклов измерения или после нажатия кнопки STOP (останов) для сохранения результатов измерений в текстовом файле нажмите кнопку EXPORT (сохранить).
- 7 Для завершения команды нажмите мышью кнопку «X» в верхнем правом углу окна LASER TRACKER SURVEY (съемка с помощью трекера).

ПРИМЕЧАНИЕ: При нажатии на кнопку CANCEL (отмена) результаты измерений не сохраняются.

Проверка интерферометра

Выберите команду меню DEVICES < LASER TRACKER < INTERFEROMETER CHECK (оборудование < трекер < проверка интерферометра) для выполнения проверки интерферометра. В окне Closure (невязка) отображается расстояние между мишенью и нулевой точкой. *Смотрите раздел «Управление нулевыми точками» на стр. 38.*

Эксплуатационная проверка

Выберите команду меню DEVICES < LASER TRACKER < OPERATIONAL CHECK (оборудование < трекер < эксплуатационная проверка). Эта команда предназначена для выполнения эксплуатационных проверок системы FARO Laser Tracker. Подробная информация приведена в главе 10 «Эксплуатационная проверка» на стр. 17.

Техническая поддержка

Компания FARO Technologies Inc. берет на себя обязательства по оказанию наилучшей технической поддержки наших клиентов. Условия обслуживания подробно описаны в разделе «Условия обслуживания промышленного оборудования» настоящего руководства. В случае возникновения проблем при эксплуатации нашего оборудования перед обращением в Отдел технической поддержки выполните следующие действия.

- Прочтите соответствующий раздел инструкции. Во многих случаях решение проблемы находится там.
- Зайдите на страницу поддержки покупателей на сайте FARO в Интернет по адресу www.faro.com и выполните поиск в базе данных технической поддержки. Эта функция доступна 24 часа в сутки 7 дней в неделю. Перед заходом на сайт FARO приготовьте заводской номер Вашей системы.
- Как можно более подробно изложите письменно наблюдаемую проблему. Чем больше информации вы соберете, тем легче будет разрешить проблему. В качестве руководства используйте таблицу в приложении А.
- Если проблема остается, перед обращением в службу технической поддержки приготовьте заводской номер Вашей системы.

Вы можете обращаться напрямую в отдел технической поддержки, если имеете на это право в соответствии с условиями обслуживания FARO (*смотрите Приложение D: Условия промышленного обслуживания*). Время работы отдела технической поддержки с 8:00 до 17:00 восточного поясного времени (EST), рабочие дни – с понедельника по пятницу. Вы также можете послать описание проблемы по факсу в любое время суток.

ДЛЯ ВСЕХ КЛИЕНТОВ

- НОМЕР ФАКСА ОТДЕЛА ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ (407) 333-8056
- Адрес электронной почты support@faro.com

Ответ на факсы, посланные в нерабочее время (рабочее время: с 8:00 до 17:00 восточного поясного времени (EST), с понедельника по пятницу) обычно отсылается до 12:00 EST следующего рабочего дня. При отправке факсов обязательно используйте **Форму обслуживания клиентов**, приведенную в приложении D: *Условия промышленного обслуживания* настоящего руководства. Укажите Ваш номер факса, номера телефонов и имя сертифицированного клиента.

ДЛЯ СЕРТИФИЦИРОВАННЫХ КЛИЕНТОВ

- НОМЕР ТЕЛЕФОНА СЛУЖБЫ ПОДДЕРЖКИ (800) 736-2771 США / (407) 333-3182

Время работы отдела технической поддержки с 8:00 до 17:00 восточного поясного времени (EST), рабочие дни – с понедельника по пятницу. Если персонал был занят другими звонками, оставьте голосовое сообщение. Вам перезвонят не позднее, чем через 4 часа. Обязательно оставьте подробное описание проблемы и Ваш заводской номер. Чтобы мы смогли связаться с вами, не забудьте указать Ваше имя, номер факса и точный номер телефона.