Leica Nova MS50
Техническое описание

PART OF HEXAGON

- when it has to be right

Leica Geosystems

c

Сентябрь, 2013 г.

Давид Эуген Гримм, Ганс-Мартин Цогг

Leica Geosystems AG

Хеербруг, Швейцария

Leica Nova MS50 – новые грани измерительных технологий

Резюме

Расширенный функционал тахеометра, совместимость с ГНСС, работа с изображениями и лазерным сканированием — все это технология **mergeTEC**, которая является ключевым компонентом **Leica Nova MS50**.

mergeTEC объединяет не только технологии, но и работу с данными. Изображения привязываются к измерениям, те дополняют облака точек, которые, в свою очередь, окрашиваются в соответствии с полученными изображениями. Все данные представлены в единой системе координат и привязаны к измерениям ГНСС или опорным точкам.

В данном материале речь пойдет о том, как **Leica Nova MS50** может совмещать в себе функционал тахеометра, GNSS, лазерного сканера, а также работать с фотоизображениями. Кроме того, мы расскажем о принципах работы каждого из упомянутых инструментов.

Введение

Leica Nova MS50 стала результатом 90-летнего труда по разработке инновационных решений. Модель вобрала в себя весь опыт Leica Geosystems в области создания точных, надежных и гибких решений.

Leica MS50 - это часть концепции Leica Nova, которая заключаются в:

- непревзойденных геодезических инструментах, основанных на новейших технологиях,
- интегрированном потоке данных, обеспечивающем простую и наглядную работу,
- доступных по всему миру обслуживании и поддержке.

Быстрее, лучше, умнее, проще. Эти ключевые слова описывают преимущества уникального решения Leica Nova, которое включает в себя весь процесс - от сбора и визуализации данных до принятия решений и представления информации.

Leica Nova MS50 сочетает в себе возможности лазерного сканера, высокоточного тахеометра, работу с изображениями и совместимость с ГНСС. Благодаря технологии mergeTEC

Leica Nova MS50 - это не просто несколько приборов в одном, это единая среда для работы с данными. Изображения синхронизируются со сканами, а сканы - с измерениями тахеометра.

Рисунок 1. Сканирующий тахеометр Leica Nova MS50

С помощью Leica Nova MS50 пользователь может прямо на месте решать, каким именно способом выполнять измерения. Результаты доступны непосредственно в поле, например, объем отвала вычисляется по облаку точек, полученному в результате сканирования Leica Nova MS50.

Leica Nova MS50 – первый в мире сканирующий тахеометр

Первый в мире сканирующий тахеометр Leica Nova MS50 характеризуется непревзойденными точностью, эффективностью, качеством и универсальностью. MS50 обеспечивает угловую точность 1” (по ISO 17123-3) и содержит новый дальномер (EDM), работа которого основана на технологии преобразования аналоговых сигналов (WFD). Точность измерения расстояний составляет 1 мм + 1,5 ppm на отражатель (по ISO 17123-4) и 2 мм + 2 ppm для измерений в безотражательном режиме.

Таблица 1. Качество измерений

Угловая точность (по ISO-17123-3)	1” ГУ и ВУ
Точность измерения расстояния на призму GPR1[1] (по ISO-17123-4)	1 мм + 1,5 ppm
Точность измерения расстояния в безотражательном режиме[2] (по ISO-17123-4)	2 мм + 2 ppm
Диапазон измерений[1] на отражатель	от 1,5 м до 10 000 м
Диапазон безотражательных измерений[2]	от 1,5 м до 2000 м

Новая технология PinPoint R2000 позволяет измерять расстояния в безотражательном

[1] Облачно, без дымки, видимость около 40 км, без рефракции
[2] Объекты в тени, при пасмурной погоде, полутоновый эталон Kodak (отражение 90%)

режиме до 2000 м и не менее 10 000 м на одиночную призму.

Новый электронный дальномер не только обеспечивает расширенный диапазон безотражательных измерений, но также значительно сокращает их время. Время измерения расстояния на призму сокращается приблизительно на 50%, что приводит к существенной экономии.

Для надежной работы в самых суровых условиях Leica Nova MS50 сертифицирована по стандарту IP65 и стандарту MIL (испытание на устойчивость к воздействию *сильного дождя*[3]).

Конструктивно инструмент разрабатывался для работы в самых суровы условиях. Leica Nova MS50 соответствует стандарту IP65 и отвечает стандарту MIL по испытанию на устойчивость к воздействию сильного дождя[3]. Это самый высокий уровень защиты, каким может обладать роботизированный тахеометр.

Инструмент демонстрирует высокие (лучшие в своем классе) показатели автоматизации, включая скорость и ускорение. Кроме того, Leica Nova MS50 поддерживает функцию PowerSearch, гарантирующую быстрый и эффективный поиск отражателя. Быстрая передача данных обеспечивается комбинированным интерфейсом USB – RS232, установленном в неподвижной части прибора, а также технологиями Bluetooth и WLAN. К тахеометру можно подключить радиоручку Bluetooth расширенного радиуса действия для обеспечения удаленной работы на расстоянии до 1000 м.

Для быстрой и гибкой передачи данных сканирующий тахеометр Leica Nova MS50 оборудован интерфейсами WLAN, USB, RS232 и Bluetooth.

Расширенные возможности работы с изображениями в Leica Nova MS50 обеспечиваются двумя камерами: широкоугольной и коаксиальной. Обе камеры позволяют получать изображения с разрешением 5 мегапикселей для выполнения точной геодезической съемки с поддержкой визуализации и сбора информации высокого качества.

Широкоугольная камера размещена в верхней части прибора, а коаксиальная соосна с оптической осью, что позволяет использовать 30-кратное увеличение самой зрительной трубы. Потоковое изображение (20 кадров в секунду) позволяет легко переключаться между обеими камерами.

Функция автофокусировки повышает эффективность измерений и уменьшает усталость глаз наблюдателя.

Уникальной функцией Leica Nova MS50 является возможность трехмерного лазерного сканирования. Функция сканирования органично интегрируется в привычную работу с прибором. Это позволяет сканировать в текущей системе координат прибора. Пользователю будет необходимо установить прибор на станции (по азимуту, по известной задней точке, обратная засечка), а облака точек автоматически регистрируются прямо в поле. Полевая программа для просмотра сканов позволяет проверить облако точек на предмет полноты непосредственно в процессе работы. Область тени можно определить сразу, что сводит к минимуму необходимость в дорогостоящих повторных измерениях. Расчет поверхностей и объемов осуществляется в приложении «Объемы». Набор данных можно дополнить одиночными измерениями со станции.

mergeTEC

mergeTEC - это слияние нескольких новейших технологий:

- расширенный функционал тахеометра
- совместимость с ГНСС
- работа с цифровыми изображениями
- трехмерное лазерное сканирование

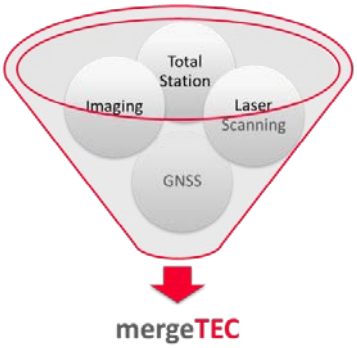


Рисунок 2. mergeTEC — слияние технологий и данных

mergeTEC позволяет выбирать наиболее подходящую технологию измерений для соответствующих задач средствами одного прибора. mergeTEC также гарантирует согласованность всех полученных данных. Пользователю не нужно заботиться о привязке данных сканирования, изображений и TPS-измерений. Он может воспользоваться знакомым методом установки прибора на станции, например, «ориентирование по углу», «по известной задней точке» или «обратная засечка».

[3] MIL-STD-810G, методика 506.5-I

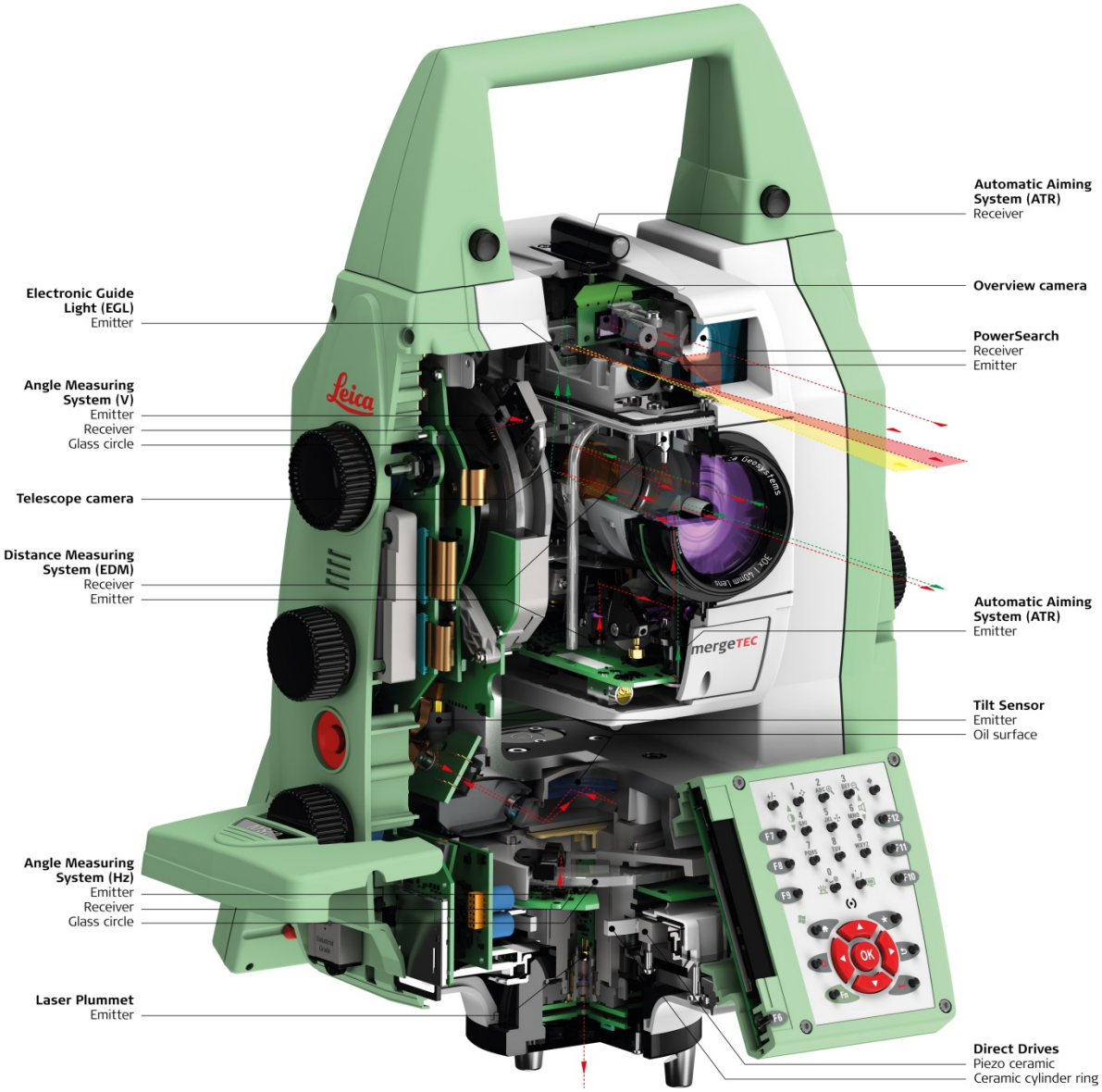


Рисунок 2. Сканирующий тахеометр Leica Nova MS50 в разрезе

Расширенный функционал тахеометра

Leica Nova MS50 - это непревзойденная работа в режиме тахеометра. Моторизация на основе пьезотехнологии обеспечивает быстрое, плавное и бесшумное вращение зрительной трубы. Кроме того, высокая скорость моторизации и технология ATR (автоматического распознавания цели) позволяют достигать оптимальных характеристик слежения за подвижным отражателем.

В Leica Nova MS50 применяется дальномер, гарантирующий высокоточные и быстрые измерения. Возможный диапазон безотражательных измерений составляет до 2000 м, а измерений на одиночный отражатель — не менее 10 000 м.

Leica Nova MS50 работает на базе полевого программного обеспечения SmartWorx Viva. Интуитивно-понятное и простое в эксплуатации полевое программное обеспечение SmartWorx Viva хорошо знакомо пользователям по тахеометрам серии Leica Viva. SmartWorx Viva обеспечивает полную интеграцию новых технологий измерений, таких как работа с изображениями и трехмерное лазерное сканирование, в привычный рабочий процесс. Благодаря знакомому интерфейсу, пользователю проще освоить работу с этим прибором. Специализированные встроенные прикладные программы (например, туннели, дороги) расширяют область применения Leica Nova MS50.

Подключение к ГНСС

Использование ГНСС полностью интегрировано в рабочий процесс. Leica Nova MS50 может работать с несколькими ГНСС-антеннами в составе SmartStation и SmartPole. Это обеспечивает непосредственную привязку к системе координат при отсутствии прямой видимости на опорные точки. Благодаря улучшенным технологиям Leica Geosystems GNSS, координаты определяются быстро и надежно.

Рисунок 4. Leica Nova MS50 в составе SmartStation

Цифровые изображения

mergeTEC и Leica Nova MS50 отвечают последним тенденциям в работе с цифровыми изображениями. Работа с изображениями стала ключевым моментом в процессе измерений. Поэтому прибор снабжен двумя цифровыми камерами с высоким разрешением в 5 мегапикселей: широкоугольной и коаксиальной, соосной с оптической осью.

Ориентируясь по видеопотку, пользователь всегда знает, куда наведен прибор, даже если работает в дистанционном режиме.

Видеопоток в реальном времени можно вывести на экран прибора или контроллера. Также можно выводить изображение с широкоугольной и коаксиальной камер. Находясь у прибора, пользователь может либо просматривать видеопоток, либо работать со зрительной трубой

Функция работы с изображениями Leica Nova MS50 обеспечивает оптимальную поддержку съемки и сбора данных. Использование цифровых изображений повышает эффективность измерений, улучшает качество и надежность полевых измерений.

Таблица 2. Технические характеристики широкоугольной и коаксиальной камер

	Широкоугольная камера	Коаксиальная камера
Датчик	5 МП, КМОП	5 МП, КМОП
Поле зрения (по гориз., по верт.)	15,5° x 11,7° 19,4°по диагонали	1,3° x 1,0° 1,5°по диагонали
Увеличение/масштабирование	8-кратное масштабирование	30-кратное оптическое увеличение 8-кратное масштабирование
Частота обновления видеопотока	20 Гц	20 Гц
Фокус	постоянный фокус от 2 м до бесконечности	диапазон фокусировки: от 1,7 м до бесконечности, автофокусировка
Соотношение пикселя-угла датчика	один пиксель датчика соответствует 67 сс	один пиксель датчика соответствует 5 сс
Разрешение дисплея	VGA	VGA

Геодезическая съемка и работа с изображениями

Съемка с поддержкой изображений обеспечивает пользователя возможностью точного наведения на цель с помощью дисплея и стилуса и трехмерного отображения данных, которые делают процесс измерения более быстрым, простым и понятным. Возможность автоматического наведения на цель с помощью дисплея и стилуса представляет собой удобный и эффективный способ измерений с использованием видеопотока в реальном времени. Прибор поворачивается в направлении, которое указал пользователь на экране прибора или контроллера. Функция трехмерного отображения данных улучшает качество измерений в плане целостности, отображая измеренные точки и точки проекта в изометрии.

С помощью широкоугольной камеры пользователь может выполнить грубое наведение. Коаксиальная камера позволяет точно навестись по видеоизображению, с учетом 30-кратного увеличения (Рисунок 4 Сравнение работы разных камер). Наведение по изображению с помощью коаксиальной камеры обеспечивает угловую точность в 1 ” (по ISO 17123-3).

Рисунок 5. Сравнение работы разных камер

Сбор данных с помощью изображений

Обе встроенные камеры позволяют получать изображения с высоким разрешением. Эти изображения могут быть привязаны непосредственно к наблюдениям. Возможность получения изображений для каждой измеренной точки повышает качество полевой съемки. Кроме того, функция создания скриншотов позволяет оставлять примечания прямо на изображениях, что позволяет лучше понимать полученные данные. Изображения с высоким разрешением из обеих камер можно использовать для фотограмметрический обработки. Фотограмметрическое разрешение 1 пикселя коаксиальной камеры соответствует 2 мм на 200 м.

Коаксиальная камера

Для того чтобы гарантировать точность измерений, коаксиальная камера соосна с оптической осью Leica Nova MS50. Таким образом, 30-кратное увеличение высококачественной оптики может использоваться при выводе видеопотока в реальном времени.

Для максимального удобства работы, снижения усталости глаз наблюдателя или удаленного фокусирования, технология mergeTEC имеет функцию автофокусировки. Функция автофокусировки может работать как в одиночном, так и в непрерывном режиме, всегда обеспечивающем четкое изображение.

Изображения с высоким разрешением можно получать в процессе измерений для фотограмметрии и полноценного сбора данных.

Конструкция зрительной трубы позволяет одновременно выводить сфокусированное изображение на дисплей и в окуляр. (см. Рисунок 6. Вывод изображения в окуляр и). Поэтому при работе можно использовать данные с дисплея и окуляра параллельно.

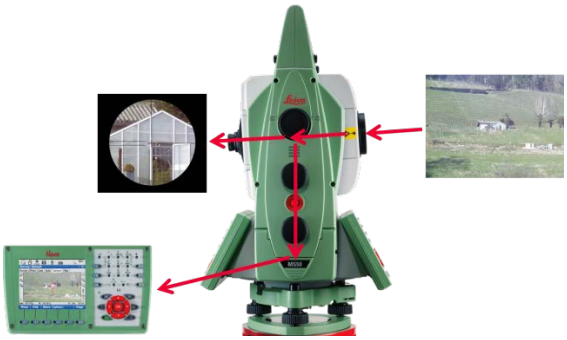


Рисунок 6. Вывод изображения в окуляр и на дисплей обеспечивает одинаково четкое изображение.

Качество оптики гарантируется высокоточными линзами (см. рис. 7) – порропризмой, отражающей входящие лучи на матрицу камеры зрительной трубы и в окуляр для визуального наведения. Модуль фокусировки (фокусирующая линза и бегунок, позволяющий перемещать ее по оптической оси) требует при производстве микрометренной точности, чтобы гарантировать угловую точность измерений 1”. Поверка и юстировка являются ключевыми моментами, позволяющи-

ми добиться высочайшего качества прибора в работе с изображениями.

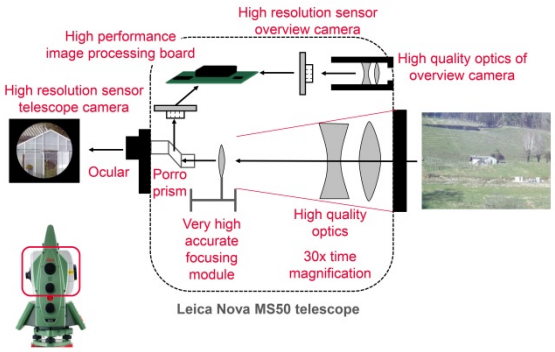


Рисунок 3. Схема зрительной трубы в разрезе

Leica Nova MS50 создавался так, чтобы при наведении на цель можно было одновременно использовать окуляр и видеопоток на дисплее. Возможность одновременно использовать оба источника данных важна для обеспечения гибкости процесса измерений и высочайшей точности даже в условиях неблагоприятной освещенности.

3D-лазерное сканирование

Благодаря дальномеру, использующему технологию WFD, быстрому и точному пьезоприводу, мощному процессору и опыту Leica в лазерном сканировании Leica Nova MS50 объединяет в себе функционал лазерного сканера и тахеометра. Детальные облака точек могут стать частью топографической съемки

Электронный дальномер (EDM)

Leica Nova MS50 имеет электронный дальномер на основе технологии преобразования аналоговых сигналов (WFD). Технология WFD - это специфический способ определения времени распространения луча, основанный на сохранённом векторе сигнала. Преимущества WFD заключаются в скорости, маленьком размере лазерного пятна, высокой точности измерений и увеличенной дальности. По сравнению с фазовыми дальномерами EDM, дальномер на основе технологии WFD примерно на 50% быстрее работает при измерениях на отражатель, хотя точность таких измерений несколько ниже. (см. Таблицу 3). По сравнению с импульсным дальномером WFD обеспечивает более высокую производительность, что объясняется ниже.

Таблица 3. Сравнение разных технологий EDM

Технология	Описание
WFD	▪ скорость ▪ малый размер лазерного пятна (такой же как в фазовом дальномере) ▪ высокая точность ▪ большой диапазон работы ▪ возможность изменения соотношения скорость/точность
Импульсный дальномер	▪ скорость ▪ большой размер лазерного пучка ▪ меньшая точность измерения ▪ измерение не выполняется, если слишком низкое соотношение сигнал-шум
Фазовый дальномер	▪ длительное время измерения ▪ малый размер пучка ▪ самая высокая точность измерения

WFD-дальномер отправляет сигнал. Малая часть каждого импульса направляется прямо на фотоприемник и используется для калибровки. Этот импульс называется стартовым. Оставшаяся часть импульса покидает объектив и отражается объектом. Возвратный импульс называется стоповым. Калибровка выполняется для каждого измерения.

Новый дальномер сочетает в себе преимущества разных дальномеров в плане скорости, дальности и точности.

На больших расстояниях энергия и сопутствующее соотношение сигнал-шум (SNR) одиночного возвратного импульса становятся незначительными. Это затрудняет выделение стопового импульса. Технология WFD многократно накапливает сигналы, отраженные от одной и той же цели. Чем больше сигналов отправлено и принято, тем лучше выделяется стоповый импульс (см. Рис.8). Конечное расстояние определяется по времени между начальным и стоповым импульсами, которые получены путем преобразования накопленных сигналов. Для контроля качества форма начального импульса сравнивается с формой стопового импульса. Если они не совпадают, измерение расстояния является недействительным. Это может случиться, если путь луча пересекся движущимся объектом или угол падения луча очень мал.

Соотношение сигнал-шум (SNR) изменяется как корень квадратный от времени измерения. Например, для времени 9 с SNR в три раза лучшее, чем для времени 1 с. Следовательно, выбор времени измерения сильно влияет на точность измерения расстояния.

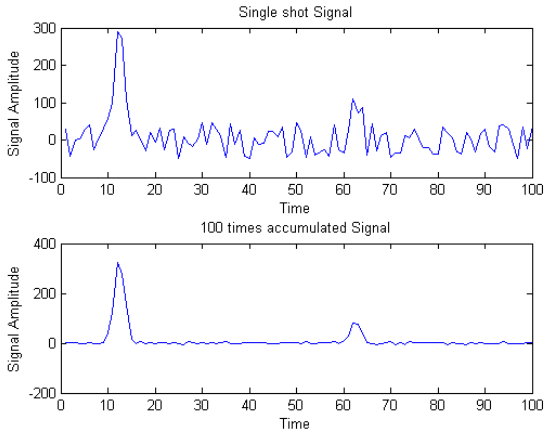


Рисунок 8. Стартовые и стоповые импульсы для одиночного наблюдения и накопленных сигналов

Быстрое измерение расстояния, в сочетании с высокой точностью и дальним радиусом действия, обеспечиваемыми технологией WFD, позволяют выполнять лазерное сканирование.

Процесс сканирования

Тесная интеграция функций сканирования в стандартную работу с тахеометром позволяет использовать возможности трехмерного лазерного сканирования даже тем геодезистам, которые не имеют опыта в этом виде работ.

Область сканирования можно точно задать по изображению. (см.Рис.9).

Рисунок 9. Полигональная область сканирования задается с помощью видеоизображения.

Разные режимы сканирования позволяют выбрать оптимальное соотношение времени сканирования и расстояния до объекта. В зависимости от режима можно сканировать объекты на расстояния до 1000 м. Технология WFD позволяет увеличить время измерения для накопления большего количества сигналов, что обеспечивает увеличение дальности сканирования и уменьшение шума.

Таблица 4. Технические характеристики сканирования для Leica Nova MS50

Скорость сканирования	1000 точек/с до 300 м
Дальность сканирования	до 1000 м
Точность сканирования (уровень шума)	< 1 мм при 50 м 1σ, серая карта Kodak, альбедо 90%
Встроенная визуализация облаков точек	встроенное средство просмотра сканов, включая облака точек в реальном цвете

В Leica Nova MS50 предусмотрено четыре режима сканирования с максимальной частотой до 1000 точек в секунду. На Рис. 10 показаны максимальные расстояния для разных частот сканирования.

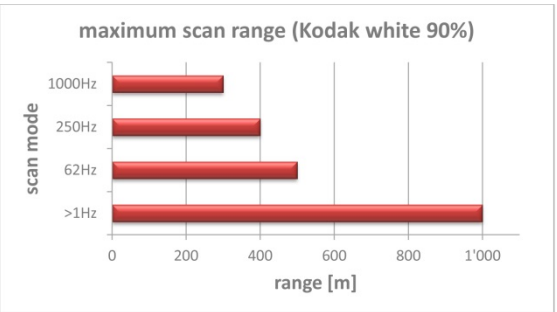


Рисунок 10. Максимальные расстояния сканирования для разных частот

Высокое качество сканирования Leica Nova MS50 характеризуется низким значением шума (менее 1 мм на 50 м). Уровень шума описывает среднее квадратическое отклонение точек облака относительно смоделированной плоскости. В зависимости от режима сканирования уровень шума можно даже снизить (см. Рис. 11).

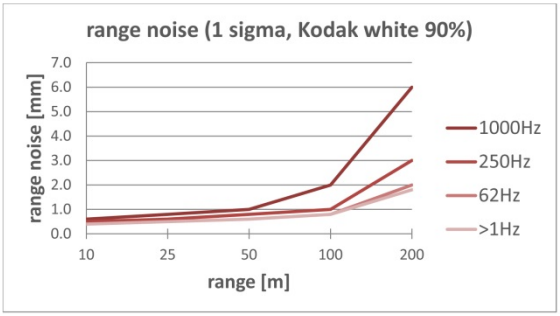
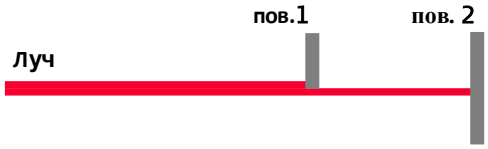


Рисунок 11. Уровень шума (1 σ) разных режимов сканирования относительно дальности сканирования

Для повышения качества облака точек доступны две дополнительные настройки фильтрации. *Фильтр выбросов* удаляет одиночные точки, которые могут быть вызваны нежелательными отражениями или объектами, пересекающими лазерный луч во время сканирования. Так называемый фильтр *смешанных пикселей* удаляет точки, для которых значение дальности неоднозначно: так случается, если лазерный луч падает на две поверхности одновременно (см. Рис.12)

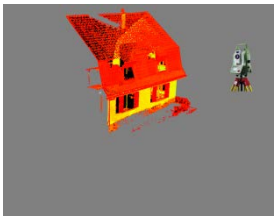


Фильтр смешанных пикселей отсутствует

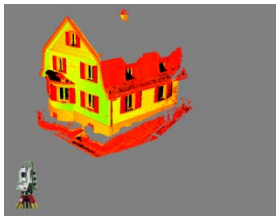
Фильтр смешанных пикселей применен

Рисунок 12. Фильтр смешанных пикселей убирает смешанные пиксели для достижения высокого качества

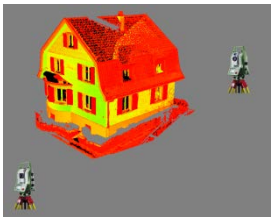
При желании можно выполнить раскраску облака точек по интенсивности отраженного сигнала, по данным фотоизображения или же оставить все точки в одном цвете. Разные схемы раскраски облегчают интерпретацию результатов сканирования. mergeTEC обеспечивает идеальную привязку облаков точек и изображений.



Станция 1



Станция 2



Автоматически привязанное облако точек (слева: Облако точек окрашенное по интенсивности отраженного сигнала, справа: облако точек с окраской RGB)

Рисунок 13. Автоматическая привязка облаков точек непосредственно в поле

Стандартные методы установки прибора на станции позволяют автоматически привязать облако точек к текущей станции. Нет необходимости делать дополнительную точку стояния или сканировать марки. Кроме того, при сканировании к облакам точек применяются геометрические и атмосферные поправки.

Leica Nova MS50 содержит средство просмотра сканов. Целостность скана легко проверить в поле, масштабируя и вращая облако точек на экране прибора. Выполнение этой процедуры непосредственно на месте работы позволяет избежать затратного повторного посещения объекта и его дорогостоящего повторного измерения.

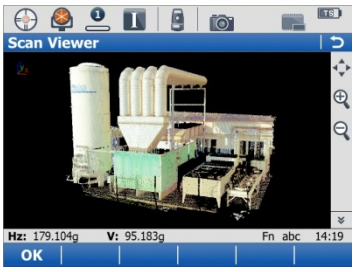


Рисунок 14. Программа просмотра сканов

Обработка данных

Передача данных с поля в офис и обратно, а также обработка данных являются ключевыми вопросами при работе с проектом. Leica Nova поддерживает бесперебойную передачу и обмен данными, а также программное обеспечение обработки данных для офиса:

- Leica Infinity
- Leica MultiWorx
- Leica Cyclone
- Вспомогательные программы от партнеров по программному обеспечению

Leica Infinity — новое офисное программное обеспечение от компании Leica Geosystems — поддерживает обработку различных измерений, изображений и сканов, полученных с помощью Leica Nova MS50. 3D-просмотр позволяет выполнять обработку трехмерных данных, включая облака точек. В программе Leica Infinity можно уравнивать одиночные измерения и, соответственно, обновлять облака точек. Программа Leica Infinity поддерживает стандартный формат файла сканирования .e57 и .pts.

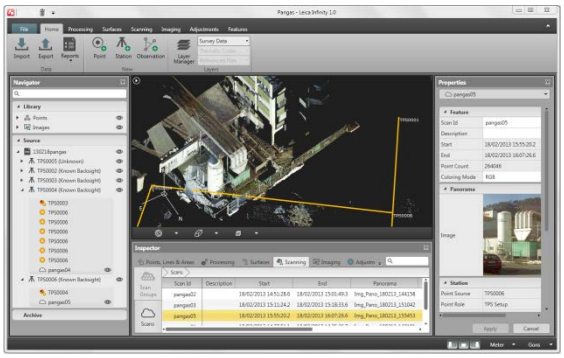


Рисунок 15.4 Программа Leica Infinity для обработки одиночных измерений и облаков точек

С помощью программы Leica MultiWorx, которая является плагином к AutoCAD и Civil 3D компании Autodesk, пользователи могут работать с большими облаками точек в знакомой САПР. Leica MultiWorx содержит простые и мощные инструменты для навигации по облакам точек и создания проектной документации.

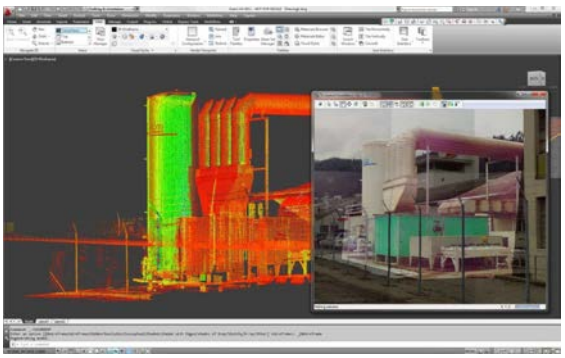


Рисунок 16.5 Плагин Leica MultiWorx для программы AutoCAD

Leica Cyclone — мощное программное обеспечение от компании Leica Geosystems — содержит функцию прямого импорта данных из Leica Nova MS50. Опытные пользователи могут выполнять сшивку и сравнение облаков точек с MS50 и сканеров Leica.

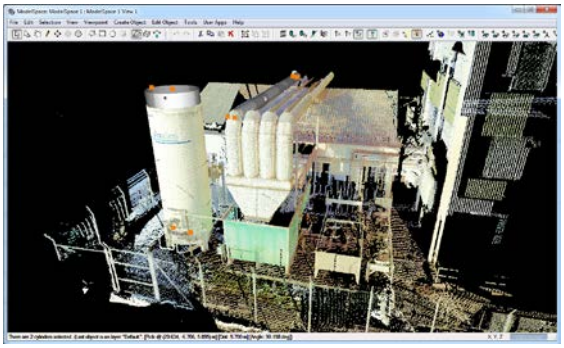


Рисунок 17. Leica Cyclone — специализированное программное обеспечение для обработки облака точек

Заключение

В одном инструменте размерами и весом не превышающем тахеометр объединены функции тахеометра, лазерного сканера, работы с изображениями и ГНСС.

mergeTEC - это сочетание самых передовых технологий и данных. Продуманный рабочий процесс гарантирует отличные характеристики на всех этапах работы: от сбора данных и контроля до обработки и создания отчетов.

Расширенный функционал тахеометра

Новый быстрый и точный дальномер сокращает время наблюдений до 50% и увеличивает дальность измеряемых расстояний. Благодаря высокой скорости моторизации прибор может отслеживать быстрые подвижные цели.

Подключение к ГНСС

ГНСС полностью интегрируется в рабочий процесс и структуру данных, обеспечивая привязку к системе координат. Технологии SmartStation и SmartPole повышают гибкость применения прибора непосредственно в поле.

Работа с изображениями

Усовершенствованная технология работы с цифровыми изображениями, включая широкоугольную камеру и коаксиальную камеру с 30-кратным увеличением, обеспечивают точность съемки и качественный сбор данных даже при работе в дистанционном режиме.

Трехмерное лазерное сканирование

Функция трехмерного лазерного сканирования полностью интегрирована в обычный рабочий процесс, а данные сканирования могут быть объединены с данными съемки, измерениями и изображениями.

Leica Nova MS50 представляет собой новые грани измерительных технологий, благодаря которым пользователь может принимать верные решения прямо в поле.

Независимо от того, выполняете ли вы измерения на строительной площадке, мониторинг плотин или мостов, документируете ДТП или сканируете фасады — вам необходимы надежные и точные измерения. Leica Nova идеально объединила все необходимые вам функции в единое компактное решение.

Leica Nova - это опыт 90 лет в разработке технологий. Это ваше преимущество в принятии не просто более быстрых, но и более взвешенных решений. Leica Nova отражает наше стремление к точности, надежности и гибкости. Быстрее, лучше, умнее, проще - эти ключевые слова описывают преимущества уникального прибора Leica Nova, которое обеспечивает весь процесс от сбора и визуализации данных до принятия решений и представления информации.

Leica Nova - новая грань измерительных технологий.

When it has to be right.

описания и технические характеристики могут изменяться. Все права защищены. – Copyright Leica Geosystems AG, Heerbrugg, Switzerland, 2013 813469en – 09.13 – INT

Swiss Technology
by Leica Geosystems

Дальномер (призма), ATR и PowerSearch:

Лазер 1-го класса в соответствии с требованиями стандарта МЭК 60825-1, по EN 60825-1.

Лазерный отвес:

Лазер 2-го класса в соответствии с требованиями стандарта МЭК 60825-1, по EN 60825-1.

Дальномер (не призма):

Класс лазера 3R в соответствии с требованиями стандарта МЭК 60825-1, по EN 60825-1

Leica Geosystems AG
Хеербруг, Швейцария

www.leica-geosystems.com
www.leica-geosystems.ru

- when it has to be **right**

Leica Geosystems