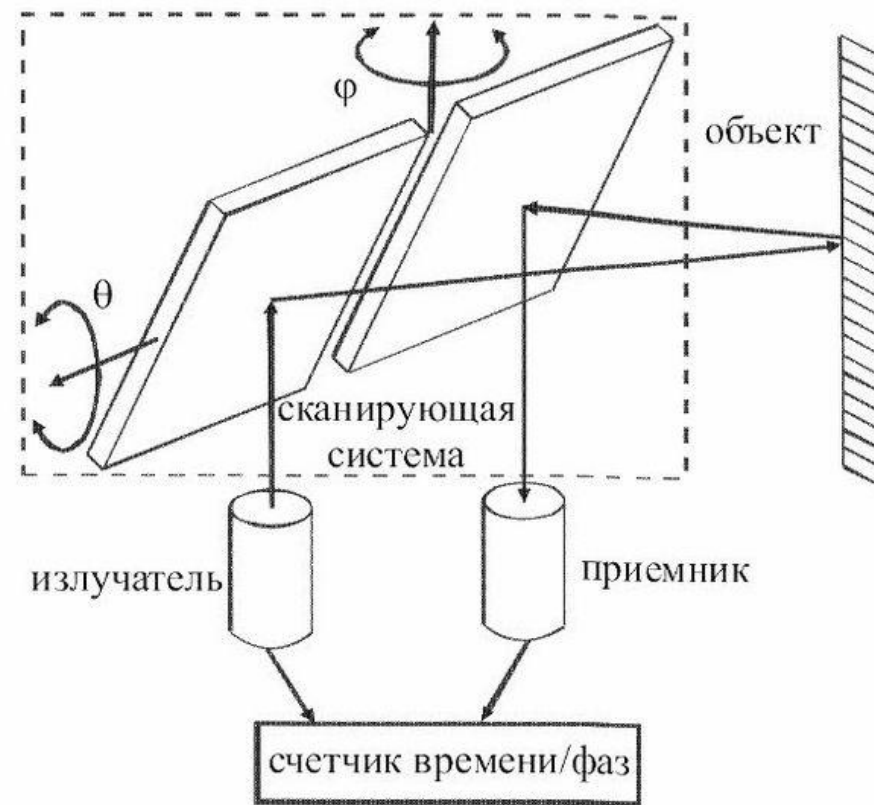
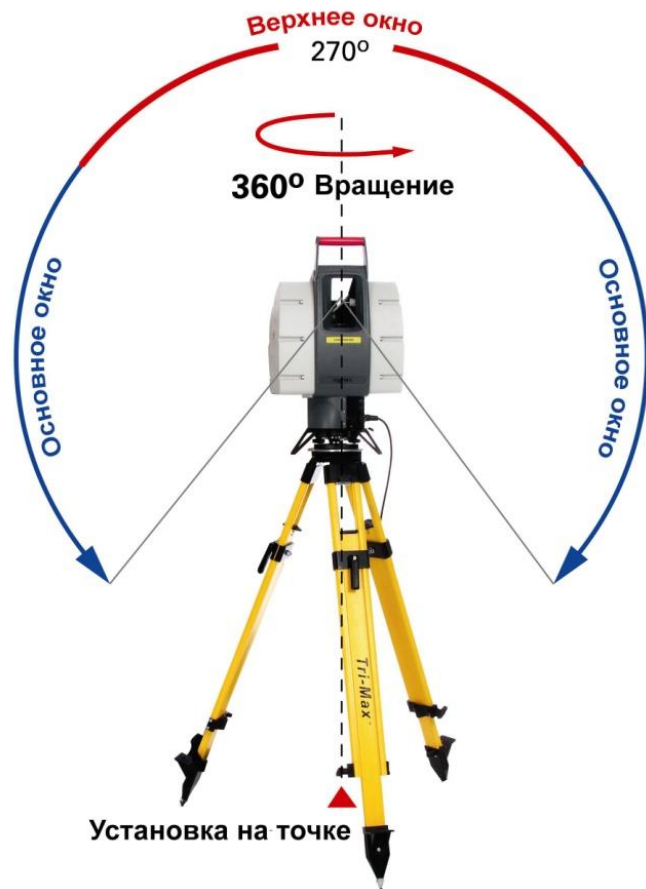


Лазерные сканирующие системы

Области применения лазерных систем сканирования

- - Съёмка площадных объектов насыщенных инфраструктурой (заводские территории, электроподстанции, объекты добычи и транспортировки углеводородов, крупномасштабная топосъёмка);
- - Исполнительная съёмка участков промышленных предприятий подлежащих реконструкции (цеха, установки, пром. площадки) для дальнейшей передачи данных в средства автоматического проектирования - САПР в трехмерном виде;
- - Городской кадастр (планы улиц, площадей);
- - Реконструкция и строительство зданий (архитектурный обмер; установка вентфасадов, авторский надзор по проектам);
- - Реставрация зданий, археологических памятников;
- - Дорожная съёмка (профилирование дорог, съёмка мостов, тоннелей);
- - Съёмка ж/д станций и инфраструктуры;
- - Съёмка тоннелей, мониторинг (в т.ч. оползневых и осыпных участков);
- - Горная промышленность (съёмка и определение объемов и пр.);

Принцип действия



Методы измерения расстояний при сканировании

Существует два основных метода определения расстояний при сканировании:

- 1. Фазовый**
- 2. Импульсный**

Фазовый метод измерения расстояний

основан на определении разности фаз посылаемых и принимаемых модулированных сигналов.

В этом случае расстояние вычисляется по формуле: $R = \frac{\varphi_{2R} * c}{4\pi * f}$, где φ_{2R} — разность фаз между опорным и рабочим сигналом; f — частота модуляции.

Режим работы фазоизмерительного устройства зависит от его температуры, с изменением которой незначительно изменяется фаза сигнала. Вследствие этого точное начало отсчета фазы определить нельзя. С этой целью фазовые измерения повторяются на эталонном отрезке (калибровочной линии) внутри прибора. Главное преимущество фазового метода измерения - более высокая точность, которая может достигать единиц миллиметров.

Импульсный метод измерения расстояний

основан на измерении времени прохождения сигнала от приёмо-передающего устройства до объекта и обратно.

Зная скорость распространения электромагнитных волн c , можно определить расстояние как: $R = c * \tau / 2$,
где τ — время, измеряемое с момента подачи импульса на лазерный диод до момента приёма отражённого сигнала.

Импульсный метод измерения расстояний по точности уступает фазовому методу. Это происходит потому, что фактическая точность каждого измерения зависит от ряда параметров, каждый из которых может оказать влияние на точность конкретного измерения. Таковыми параметрами являются:

- *длительность и форма (в частности, крутизна переднего фронта) зондирующего импульса*
- *отражательные характеристики объекта*
- *оптические свойства атмосферы*
- *текстура и ориентация элементарной поверхности объекта, вызвавшей отражение зондирующего луча по отношению к линии визирования.*

Максимальная дальность измерений: 79 м

Минимальная дальность измерений: 1.0 м

Разрешение: 0.1 мм

Скорость сканирования: $\leq 500\,000$ пикселей/сек.

Ошибка линеаризации на 50м: ≤ 1 мм

Помехи на расстоянии 10 м:

Коэффициент отражения 10% (черная поверхность): 1.1 мм ср. квадр.

Коэффициент отражения 20% (темно-серая поверхность): 0.7 мм ср. квадр.

Коэффициент отражения 100% (белая поверхность): 0.4 мм ср. квадр.

Помехи на расстоянии 25 м:

Коэффициент отражения 10% (черная поверхность): 3.0 мм ср. квадр.

Коэффициент отражения 20% (темно-серая поверхность): 2.0 мм ср. квадр.

Коэффициент отражения 100% (белая поверхность): 1.0 мм ср. квадр.

Помехи на расстоянии 50 м:

Коэффициент отражения 10% (черная поверхность): 7.5 мм ср. квадр.

Коэффициент отражения 20% (темно-серая поверхность): 4.0 мм ср. квадр.

Коэффициент отражения 100% (белая поверхность): 2.5 мм ср. квадр.

Поле зрения (вертикальное/горизонтальное сканирование): 310°/360°

Разрешение (вертикальное/горизонтальное сканирование): 0.0018 °/0.0018 °

Точность (вертикальное/горизонтальное сканирование): 0.007° ср. квадр./0.007° ср. квадр.



Программное обеспечение Cyclone 6.0

Программное обеспечение играет чрезвычайно важную роль в быстрой и эффективной обработке «облаков точек», полученных в результате съемок высокого разрешения. Cyclone включает полный набор программных модулей для наиболее удобной обработки облаков точек.

Cyclone – это набор программных модулей Leica HDS, который считается многими специалистами, работающими в области лазерного сканирования, настоящим стандартом для решения задач сканирования, визуализации, измерения, построения трехмерных моделей и чертежей, анализа данных и представления результата в традиционной форме или для решения других задач. С применением модуля Cyclone CloudWorx процесс обучения сводится к изучению использования трехмерных облаков точек в программных комплексах САПР.

Cyclone-SCAN - управление сканером

Cyclone-SCAN - это модуль для управления работой сканера Leica ScanStation 2.

Пользователь может настраивать плотность сканирования, фильтрацию данных, создавать собственные макрокоманды, сканировать и автоматически распознавать плоские и сферические визирные цели Leica Geosystems HDS

Функциональные возможности Cyclone-Scan

- Пространственное перемещение, масштабирование, разворот в режиме реального времени, изменение цвета точек по материалам цифровой фотографии или по другим условиям для точек, поверхностей и смоделированных тел.
- Трехмерная визуализация во время сканирования
- Регулирование уровня детализации облаков точек и трехмерных моделей для ускорения визуализации.
- Настройки для быстрой переотрисовки облаков точек в сетях треугольников (TIN)
- Прореживание облаков точек (каждая n-ная точка)
- Визуализация облаков точек по значению интенсивности или по цвету
- Ограничение объема визуализируемых точек по выбранному региону или срезу для быстрого черчения
- Предварительная установка среднего расстояния до объекта по единичному направленному измерению
- Автоматическое создание цифровой мозаики для панорамного снимка
- Панорамный просмотр для цифрового изображения

- Геодезическая привязка по пунктам известного геодезического обоснования
- Установка высоты инструмента перед сканированием
- Установка высоты визирной цели
- Функция Установи-и-сканируй (Point-and-scan) QuickScan™ для интерактивной установки горизонтального окна съемки
- Фильтрация для возможного исключения «лишних» данных:
- Ограничение области сканирования по прямоугольнику или произвольному многоугольнику
- Ограничение диапазона по дальности
- Ограничение по интенсивности отраженного сигнала
- Все предварительные установки настройки сканирования могут быть записаны и вызваны в любой момент. Есть готовый список стандартных установок сканирования

- Настройка качества проверки совмещения
- Измерения расстояний, площадей и объемов по отдельным точкам и по готовым моделям:
- Наклонные расстояния
- Расстояния DX, DY, DZ
- Создание и редактирование подписей
- Создание и управление слоями
- Назначение цветов и материалов объектам
- Просмотр с позиции сканера и указание его местоположения
- Искусственная настройка подсветки точек и моделей

- Сохранение/вызов текущих сцен
- Сохранение сцены в качестве файла с изображением (screen-shot)
- Автоматизация при сканировании визирных марок HDS
- Входные форматы:
 - ASCII (XYZ, SVY, PTS, PTX, TXT)
 - Cyclone Object Exchange (COE) (COE Data Transfer Products)
 - BMP, JPEG, TIFF
- Выходные форматы:
 - ASCII (XYZ, SVY, PTS, PTX, TXT)
 - BMP, JPEG, TIFF
 - Cyclone Object Exchange (COE) format (COE Data Transfer Products)

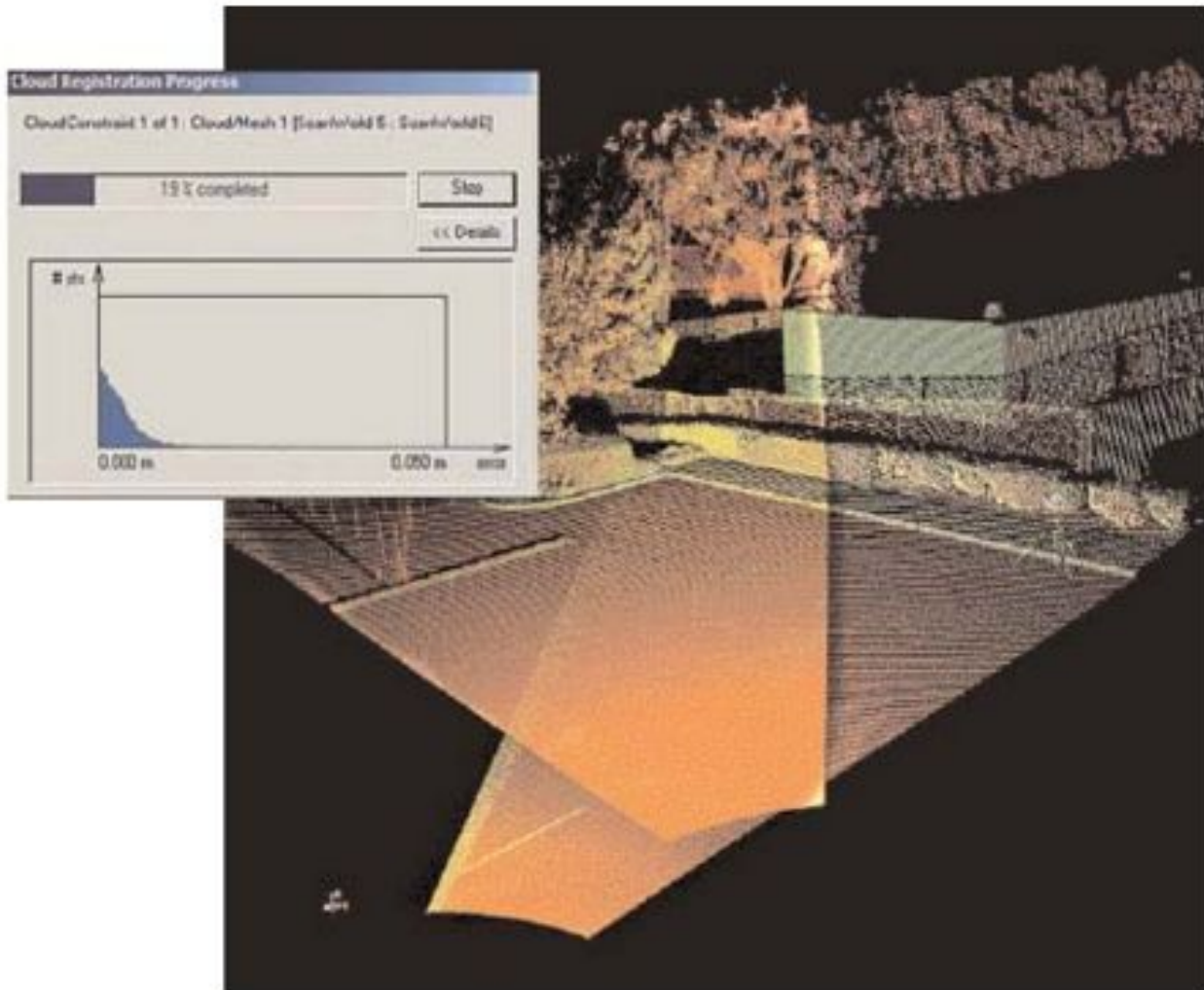
Cyclone-REGISTER - уравнивание облаков точек

В Cyclone-REGISTER есть все функции для быстрого и точного уравнивания облаков точек, сделанных с различных точек съемки. Cyclone-REGISTER автоматически распознает стандартные визирные марки Leica Geosystems HDS, а также связывает сканы по характерным связующим точкам без визирных марок. Это дает возможность оптимального распределения количества точек стояния и визирных марок и экономит время работы в поле и в офисе.

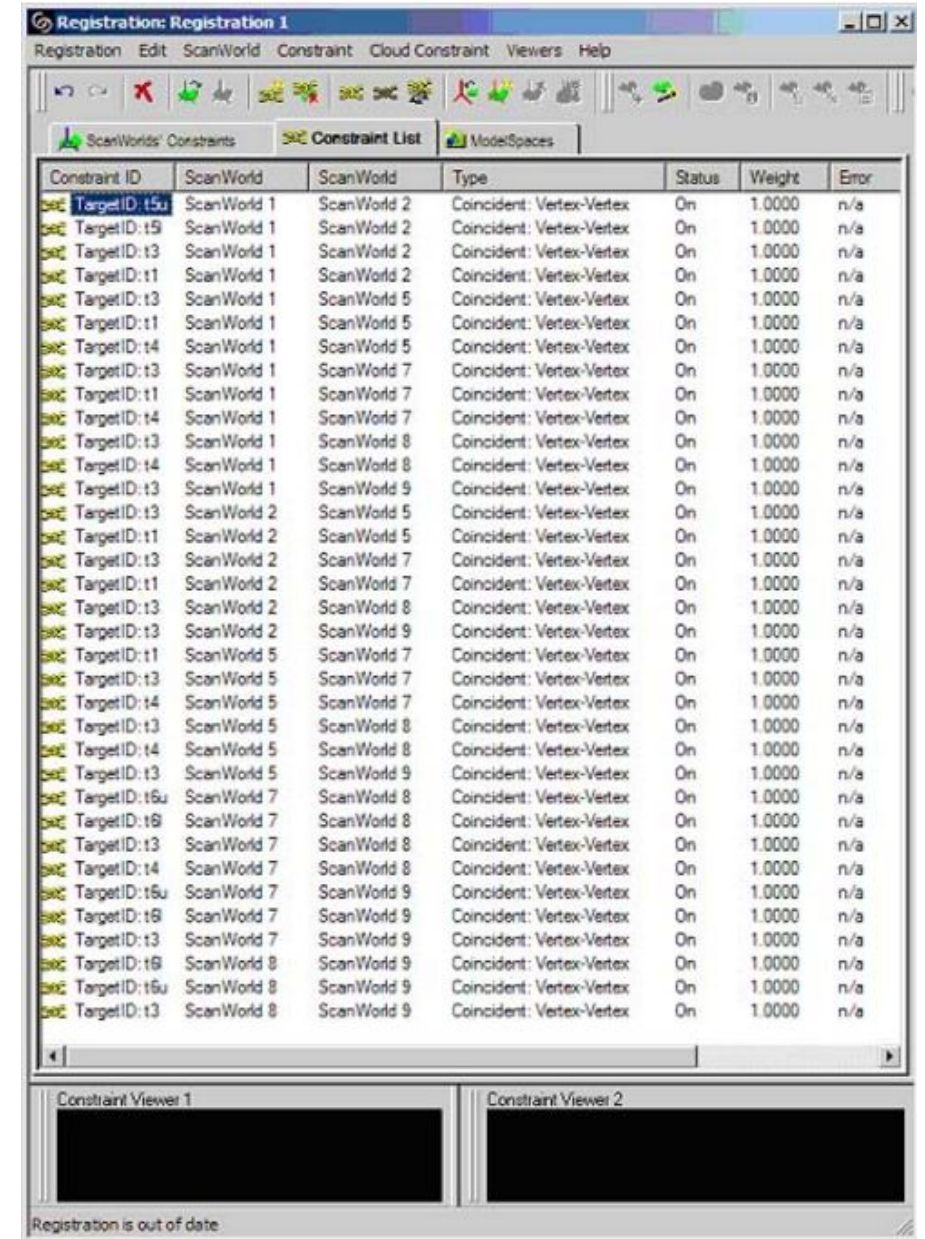
В Cyclone-Register есть две технологии уравнивания облаков точек:

Первая - уравнивание с помощью сканирования и распознавания специальных визирных марок HDS. Марки могут быть как квадратными, так и круглыми, приклеивающимися, с магнитным основанием, устанавливаемыми на штатив, сдвоенные на одной вехе - для удобного определения системы координат, с устанавливаемой призмой - для наилучшего взаимодействия с тахеометрическими измерениями. Все они сделаны таким образом, чтобы их можно было просто найти при полевых съемках и однозначно дешифровать на сканах. Облака точек можно уравнивать в локальную или государственную систему координат с использованием результатов измерений тахеометром на те же визирные марки. Удобный интерфейс уравнивания позволяет отключать или подключать отдельные точки, устанавливать веса, анализировать ошибки - все это служит оптимальному уравниванию.

Вторая технология - поиск связующих точек по общим характерным контурам, отображенным в местах перекрытия отдельных сканов. Эта технология называется построение связующих по облаку точек (Cloud Constraints). Она позволяет уравнивать облака точек без использования визирных марок. На двух сканах выбираются минимум три общих контурных точки. Программа выделяет некоторую область вокруг этих точек и уравнивает общее геометрическое построение как совокупность всех точек. Оценить результат такого уравнивания можно дважды - по цифровому отчету и по визуальному сравнению наложения двух облаков. В результате появляется новая связь, которая уравнивается также как результаты измерения визирных марок. Подобная технология уменьшает время выполнения съемки в поле и позволяет использовать процесс лазерного сканирования более гибко.



Сшивка сканов по общим точкам



Вид списка точек сканирования

Протокол уравнивания облака точек

После каждого уравнивания можно получить детализированный отчет с диагностикой результата уравнивания. В статистический отчет включено все полученные ошибки по каждому отдельному элементу уравнивания, по каждому отдельному облаку точек можно узнать общую среднеквадратическую ошибку преобразования координат и углы разворота.

Status: VALID Registration

Mean Absolute Error:

for Enabled Constraints = 0.006 m

for Disabled Constraints = 0.000 m

Date: 2003.04.28 10:39:06

Database name : Tryon Road

ScanWorlds

ScanWorld 1

ScanWorld 2

ScanWorld 5

ScanWorld 7

ScanWorld 8

ScanWorld 9

Constraints

Name	ScanWorld	ScanWorld	Type	On/Off	Weight	Error	Error Vector
TargetD: 15u	ScanWorld 1	ScanWorld 2	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.002 m	(0.000, -0.002, 0.001) m
TargetD: 15l	ScanWorld 1	ScanWorld 2	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.002 m	(-0.002, 0.000, 0.000) m
TargetD: 13	ScanWorld 1	ScanWorld 2	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.004 m	(0.002, 0.000, -0.003) m
TargetD: 11	ScanWorld 1	ScanWorld 2	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.001 m	(0.001, 0.000, 0.001) m
TargetD: 13	ScanWorld 1	ScanWorld 5	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.008 m	(0.008, -0.001, 0.001) m
TargetD: 11	ScanWorld 1	ScanWorld 5	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.004 m	(-0.004, 0.001, -0.001) m
TargetD: 14	ScanWorld 1	ScanWorld 5	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.007 m	(-0.007, 0.001, 0.000) m
TargetD: 13	ScanWorld 1	ScanWorld 7	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.008 m	(-0.003, 0.001, -0.008) m
TargetD: 11	ScanWorld 1	ScanWorld 7	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.011 m	(0.008, -0.001, 0.008) m
TargetD: 14	ScanWorld 1	ScanWorld 7	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.008 m	(-0.005, 0.000, 0.007) m
TargetD: 13	ScanWorld 1	ScanWorld 8	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.006 m	(0.002, 0.000, -0.006) m
TargetD: 14	ScanWorld 1	ScanWorld 8	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.006 m	(-0.002, 0.000, 0.005) m
TargetD: 13	ScanWorld 1	ScanWorld 9	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.005 m	(0.002, 0.000, -0.005) m
TargetD: 13	ScanWorld 2	ScanWorld 5	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.008 m	(0.005, -0.001, 0.003) m
TargetD: 11	ScanWorld 2	ScanWorld 5	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.005 m	(-0.005, 0.001, -0.002) m
TargetD: 13	ScanWorld 2	ScanWorld 7	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.007 m	(-0.005, 0.001, -0.005) m
TargetD: 11	ScanWorld 2	ScanWorld 7	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.010 m	(0.006, -0.001, 0.007) m
TargetD: 13	ScanWorld 2	ScanWorld 8	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.003 m	(0.000, 0.000, -0.003) m
TargetD: 13	ScanWorld 2	ScanWorld 9	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.002 m	(0.000, 0.000, -0.002) m
TargetD: 11	ScanWorld 5	ScanWorld 7	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.015 m	(0.011, -0.002, 0.009) m
TargetD: 13	ScanWorld 5	ScanWorld 7	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.013 m	(-0.010, 0.002, -0.008) m
TargetD: 14	ScanWorld 5	ScanWorld 7	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.007 m	(0.002, -0.001, 0.007) m
TargetD: 13	ScanWorld 5	ScanWorld 8	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.009 m	(-0.006, 0.001, -0.006) m
TargetD: 14	ScanWorld 5	ScanWorld 8	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.008 m	(0.005, -0.001, 0.006) m
TargetD: 13	ScanWorld 5	ScanWorld 9	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.008 m	(-0.006, 0.001, -0.006) m
TargetD: 16u	ScanWorld 7	ScanWorld 8	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.003 m	(-0.001, 0.000, 0.003) m
TargetD: 16l	ScanWorld 7	ScanWorld 8	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.005 m	(-0.003, 0.001, 0.003) m
TargetD: 13	ScanWorld 7	ScanWorld 8	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.005 m	(0.005, -0.001, 0.002) m
TargetD: 14	ScanWorld 7	ScanWorld 8	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.003 m	(0.003, 0.000, -0.001) m
TargetD: 16u	ScanWorld 7	ScanWorld 9	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.003 m	(-0.001, -0.001, 0.003) m
TargetD: 16l	ScanWorld 7	ScanWorld 9	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.005 m	(-0.002, 0.001, 0.004) m
TargetD: 13	ScanWorld 7	ScanWorld 9	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.005 m	(0.004, -0.001, 0.003) m
TargetD: 16l	ScanWorld 8	ScanWorld 9	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.002 m	(0.002, 0.000, 0.001) m
TargetD: 16u	ScanWorld 8	ScanWorld 9	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.001 m	(0.001, 0.000, 0.000) m
TargetD: 13	ScanWorld 8	ScanWorld 9	Coincident: Vertex-Vertex	On	1.0000	0.001 m	(0.000, 0.000, 0.001) m

ScanWorld Transformations

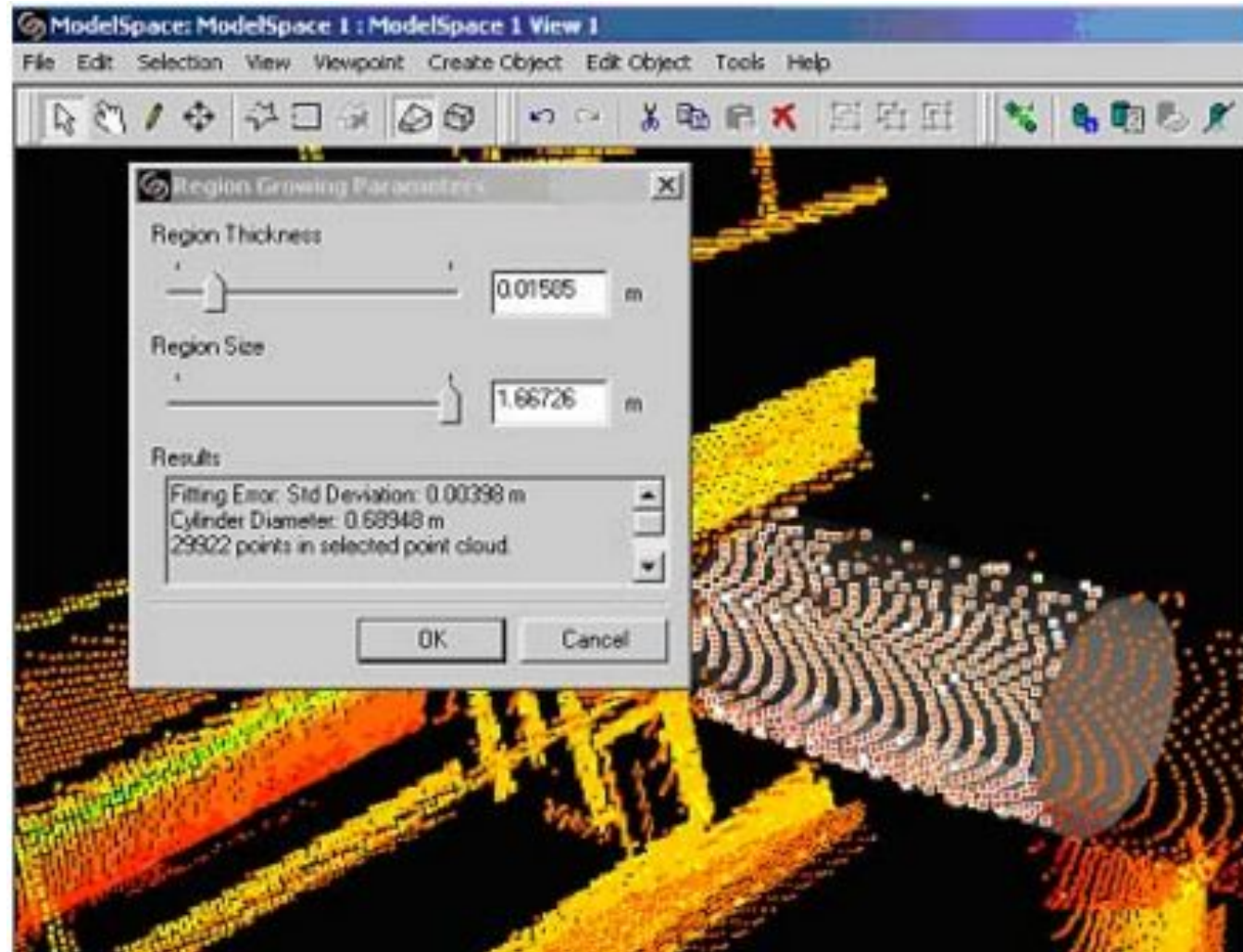
OK

Cyclone-MODEL - измерения, моделирование и чертежи

Этот модуль дает возможность обрабатывать облака точек, превращая их в объекты для экспорта и импорта в программы САПР, такие как AutoCAD, Microstation, 3ds max.

- Управление Уровнем Детализации графического отображения объектов и распределенным обращением к оперативной памяти компьютера – в Cyclone заложена система управления Уровнем Детализации (Level of Detail - LOD) отображаемой графической информации, с помощью которой можно добиться компромисса между быстродействием компьютера и объемом отображаемой информации. Настройки детализации отображения могут быть применены к любым типам объектов (облако точек, цилиндры, поверхности и т.д.). Это очень важная функция особенно при обработке очень больших и сложно структурированных проектов. При отображении удаленных объектов Cyclone генерирует меньше деталей, только для создания визуально-точной картинки. Это дает большой выигрыш в скорости отображения и лучшем использовании оперативной памяти компьютера. Уровень Детализации может быть применен при отображении отдельных сканов, интеллектуального уменьшения количества точек в местах наложения сканов.
- Пространственная навигация с использованием трехмерного ограничителя (Limit Box) – данные проекта могут быть поделены на отдельные квадратные или кубические ограничители. Менеджер Limit Box дает возможность быстрой навигации по отдельным частям большой базы данных.
- Быстрое Автоматизированное моделирование трехмерных объектов – уникальные и мощные средства Cyclone – определение рядом стоящих точек (region growing) дают возможность быстро и точно создавать трехмерные модели из облаков точек. Функция работает следующим образом: выбирается одна или несколько точек, затем с помощью алгоритма наилучшего размещения Cyclone автоматически находит соседние точки, удовлетворяющие условию построения соответствующей фигуры. И алгоритм работает до тех пор, пока вновь найденные точки не будут удовлетворять условию построения фигуры. Таким образом, можно построить цилиндры (трубы), плоскости, сглаженные поверхности. Алгоритм основан на методе наименьших квадратов и все статистические данные (среднеквадратическое отклонение, среднее и максимальное отклонение от среднего и т.д.) показывают надежность построения модели.

Пример определения рядом стоящих точек



Режим
Моделирования Труб
позволяет помимо
построения
трехмерной модели
добавлять
информацию о
спецификации труб,
идентификаторах
линий, толщине труб
и изоляции и
соответствующие
Символьные ключи.

ModelSpace: ModelSpace 1: ModelSpace 1 View 1

File Edit Selection View Viewport Create Object Edit Object Tools Help

Select Table Item

Table: ASMEmetric

Match Table Items Within: 0.00000 m

Name	Nominal	OD	vs Cloud	vs Item	OD dff
20	0.02000	0.02667 m		0.70058	0.70058
25	0.02500	0.03340 m		0.69385	0.69385
32	0.03200	0.04216 m		0.68509	0.68509
40	0.04000	0.04826 m		0.67899	0.67899
50	0.05000	0.06033 m		0.66693	0.66693
65	0.06500	0.07303 m		0.65423	0.65423
80	0.08000	0.08890 m		0.63835	0.63835
90	0.09000	0.10160 m		0.62565	0.62565
100	0.10000	0.11430 m		0.61295	0.61295
125	0.12500	0.14130 m		0.58595	0.58595
150	0.15000	0.16828 m		0.55897	0.55897
200	0.20000	0.21908 m		0.50817	0.50817
250	0.25000	0.27305 m		0.45420	0.45420
300	0.30000	0.32385 m		0.40340	0.40340
350	0.35000	0.35560 m		0.37165	0.37165
400	0.40000	0.40640 m		0.32085	0.32085
450	0.45000	0.45720 m		0.27005	0.27005
500	0.50000	0.50800 m		0.21925	0.21925
600	0.60000	0.60960 m		0.11765	0.11765
700	0.70000	0.71120 m	0.00283	0.01605	0.01605
800	0.80000	0.81280 m		0.08555	-0.08555
900	0.90000	0.91440 m		0.18715	0.18713715
1000	1.00000	1.01600 m		0.28875	-0.28875

Refresh OK Cancel

Leica Cyclone - VIEWER и VIEWER PRO – измерения и визуализация объектов

- **Cyclone-VIEWER Pro** это программа предназначена только для визуализации и измерений. Все функции визуализации и измерений по данным трехмерного лазерного сканирования без необходимости иметь полную лицензию Cyclone. Это возможность распространять базы данных Cyclone пользователям, не имеющим программного модуля Cyclone-MODEL.
- **Cyclone-VIEWER Pro** предоставляет все функции визуализации: вращение, увеличение, навигация, измерения, создание собственных слоев, двумерное черчение по плоскости, а также аннотации и средства импорта и экспорта данных в/из Cyclone, включая облако точек и трехмерные модели.

- **Cyclone-VIEWER** - это версия программы Cyclone, предназначенная только для просмотра баз данных формата '*.imp'. VIEWER - программа, которую можно устанавливать на любой компьютер без лицензии. Это очень хороший способ передавать материалы заказчику или для рекламы без прав изменений и экспорта данных. При просмотре можно видеть, увеличивать и вращать облака точек, модели объектов, промеры, профили и др.

Leica COE (Cyclone Object Exchange) - обмен данными

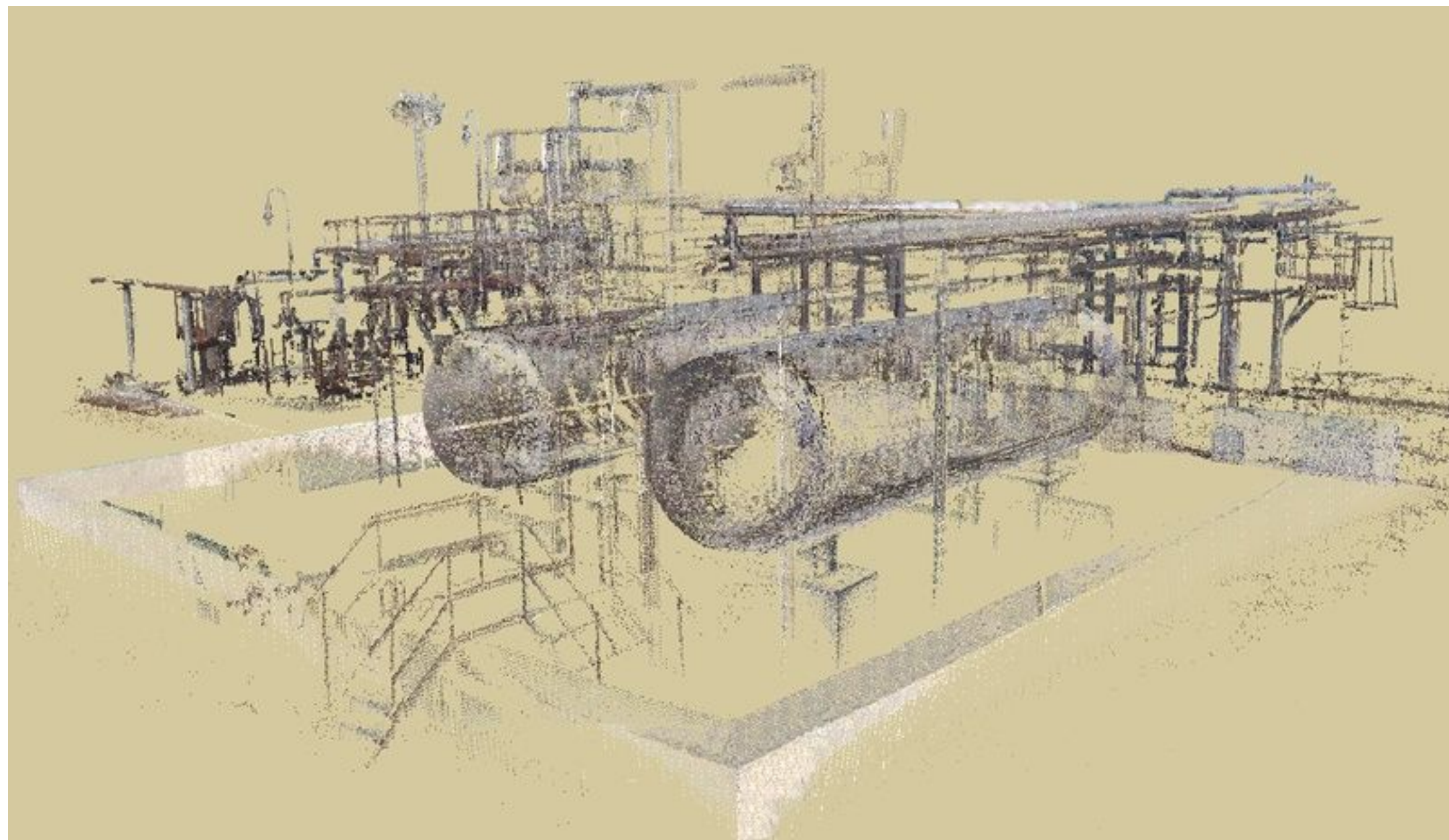
- Cyclone™ Object Exchange (COE) Data Transfer – это программная утилита для обмена данными между Cyclone и AutoCAD (2000 или более новый) и MicroStation.

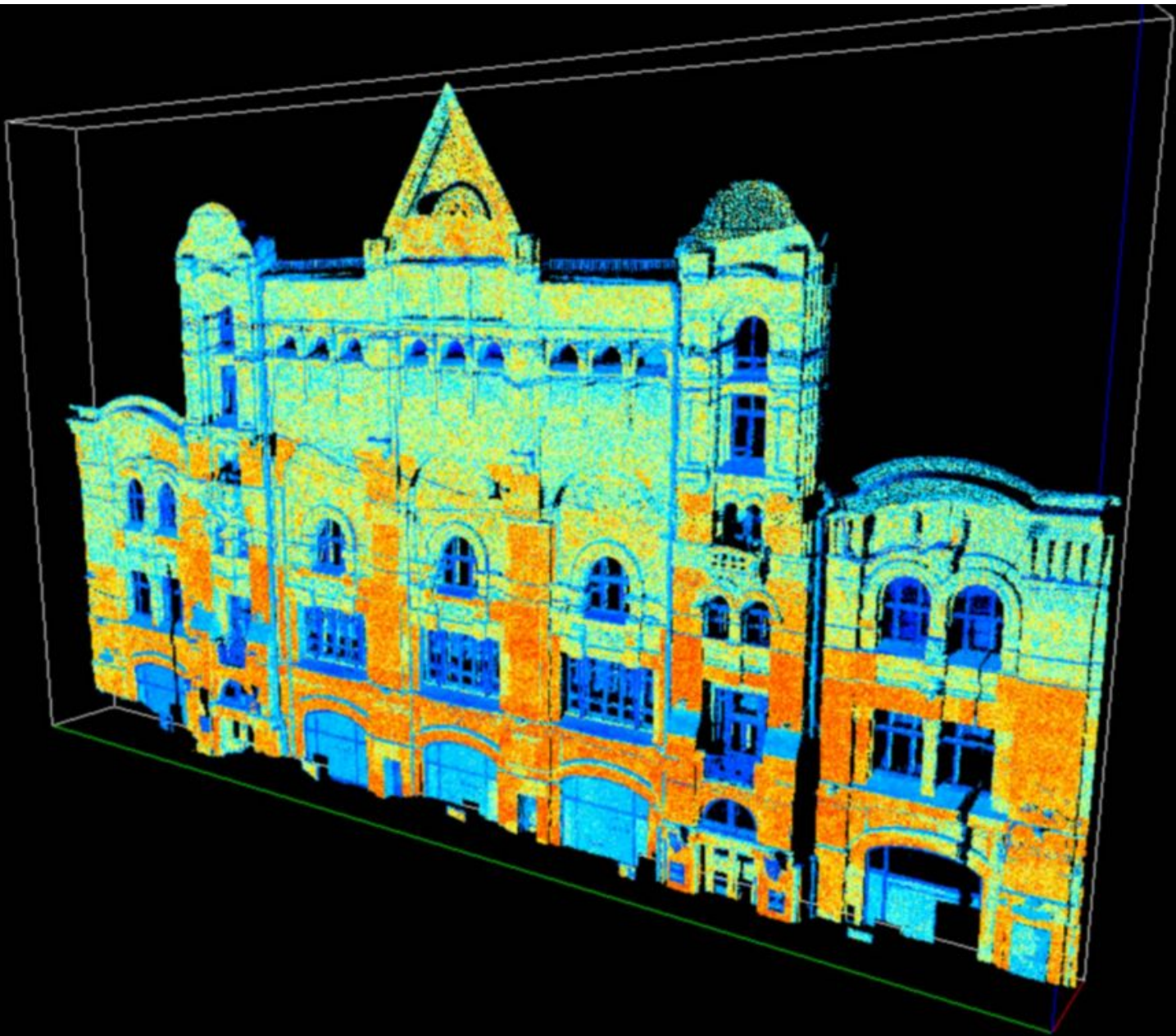
Cyclone CloudWorx для AutoCAD

- Модуль для работы с облаком точек непосредственно из среды AutoCAD и Civil 3d (Autodesk)

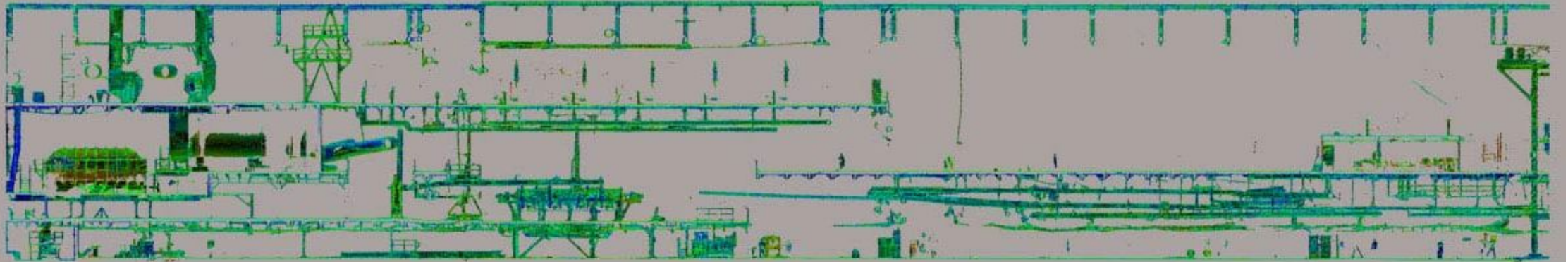
Примеры облаков точек



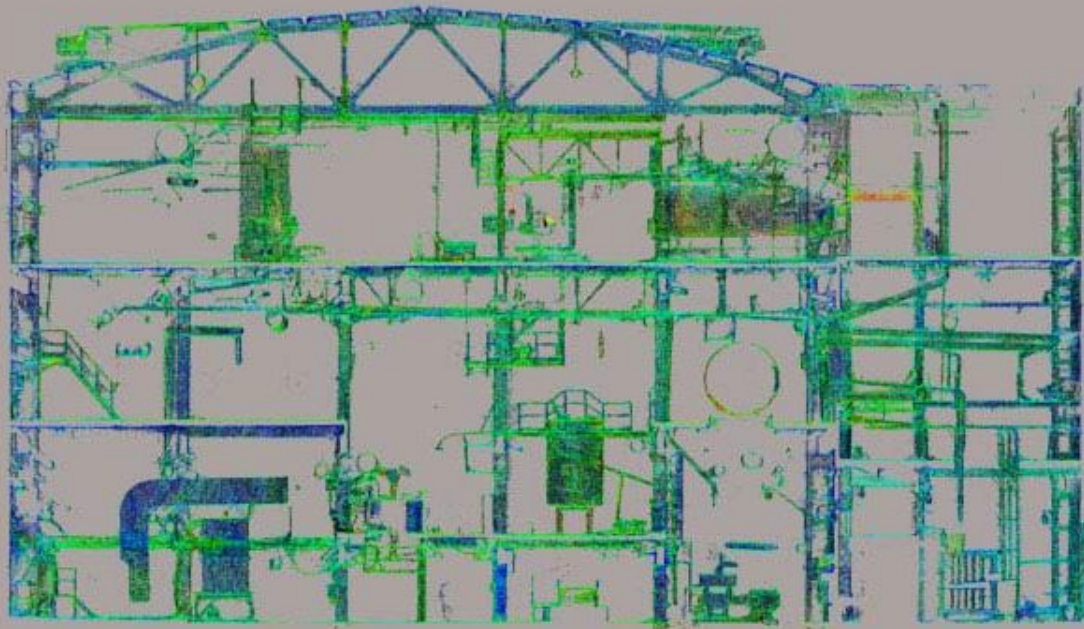




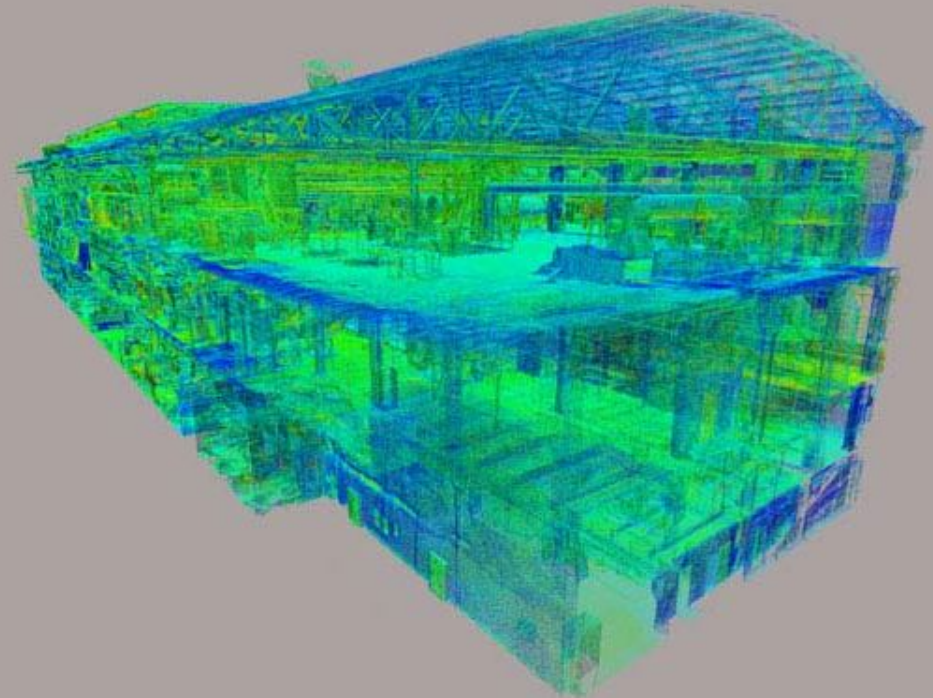
SECTIONS GENERATED DIRECTLY FROM THE POINT CLOUD



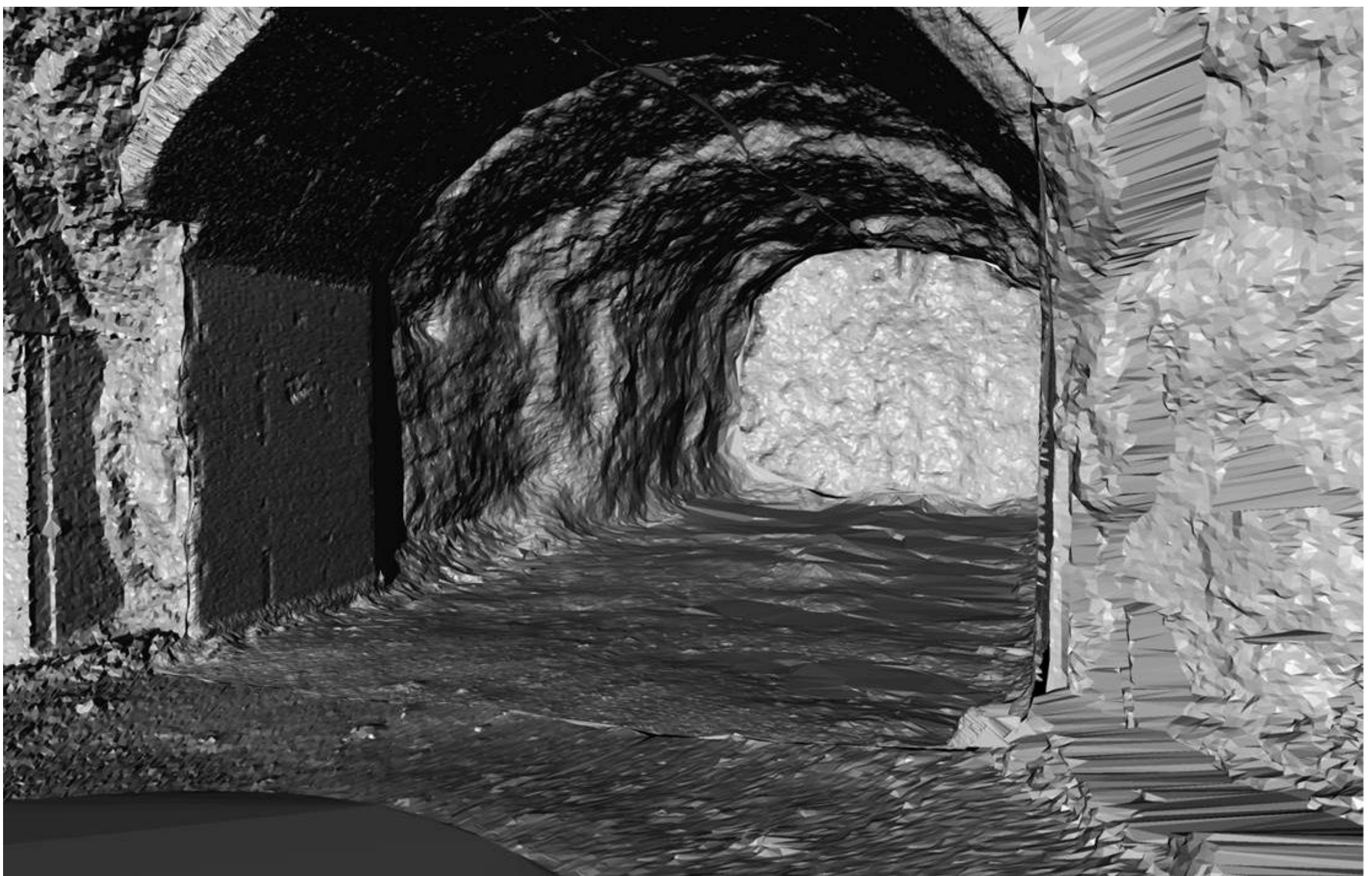
SECTION ALONG THE BUILDING



CROSS SECTION



SUGAR FACTORY BUILDING



Способы размещения сканеров









