

ВВЕДЕНИЕ В 3D-СКАНИРОВАНИЕ

Высокая скорость и сила инноваций

В то время как внимание популярных СМИ остается прикованным к возможностям 3D-печати, другая, возможно, еще более революционная технология коренным образом меняет процессы разработки, проектирования, изготовления, контроля качества и архивирования продуктов. Это 3D-сканирование — сбор данных о физическом объекте для последующего использования в цифровых технологических процессах.

СОГЛАСНО РЕЗУЛЬТАТАМ НЕДАВНЕГО
ИССЛЕДОВАНИЯ MARKETS AND MARKETS,
В БЛИЖАЙШИЕ ПЯТЬ ЛЕТ РЫНОК
3D-СКАНИРОВАНИЯ БУДЕТ РАСТИ
ПОЧТИ НА

15%

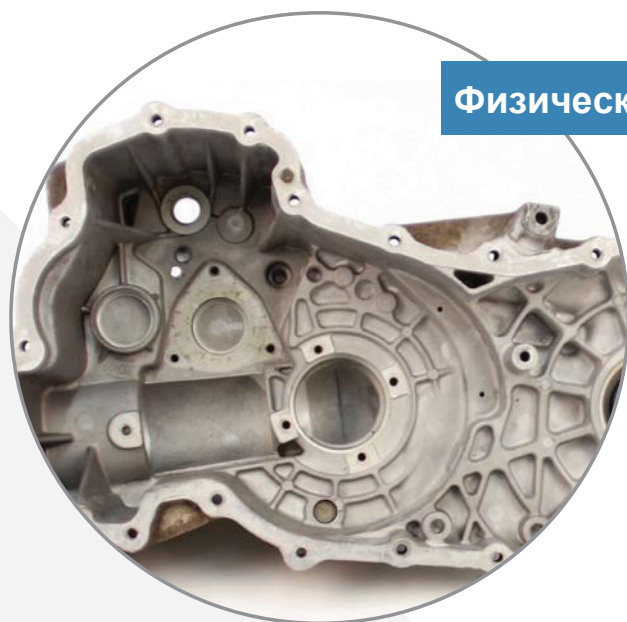
В ГОД, ПРИЧЕМ ЛИДЕРОМ РОСТА
СТАНЕТ СЕГМЕНТ ПОРТАТИВНОГО
3D-СКАНИРОВАНИЯ.

Портативное 3D-сканирование ускоряет и упрощает процесс превращения идеи в готовый продукт благодаря следующим ключевым факторам:

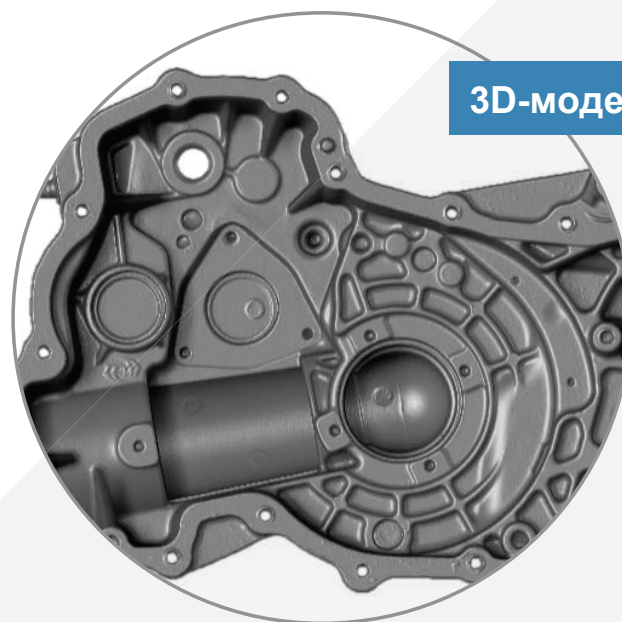
- Удобство и гибкость для решения широкого спектра задач, включая все звенья **управления жизненным циклом продукта (PLM)**
- Простота и автоматизация, делающие технологию доступной не только специалистам, но и любому инженеру
- Более низкий уровень затрат, способствующий расширению рынка
- Высокая **точность**, скорость и надежность для нужд критически важных проектов

Мост между реальным и цифровым мирами

3D-сканеры — это трехмерные измерительные устройства, используемые для сбора данных о физических объектах для последующего моделирования или анализа в цифровой среде. 3D-сканеры последнего поколения не требуют физического контакта со сканируемым объектом.



Физический объект



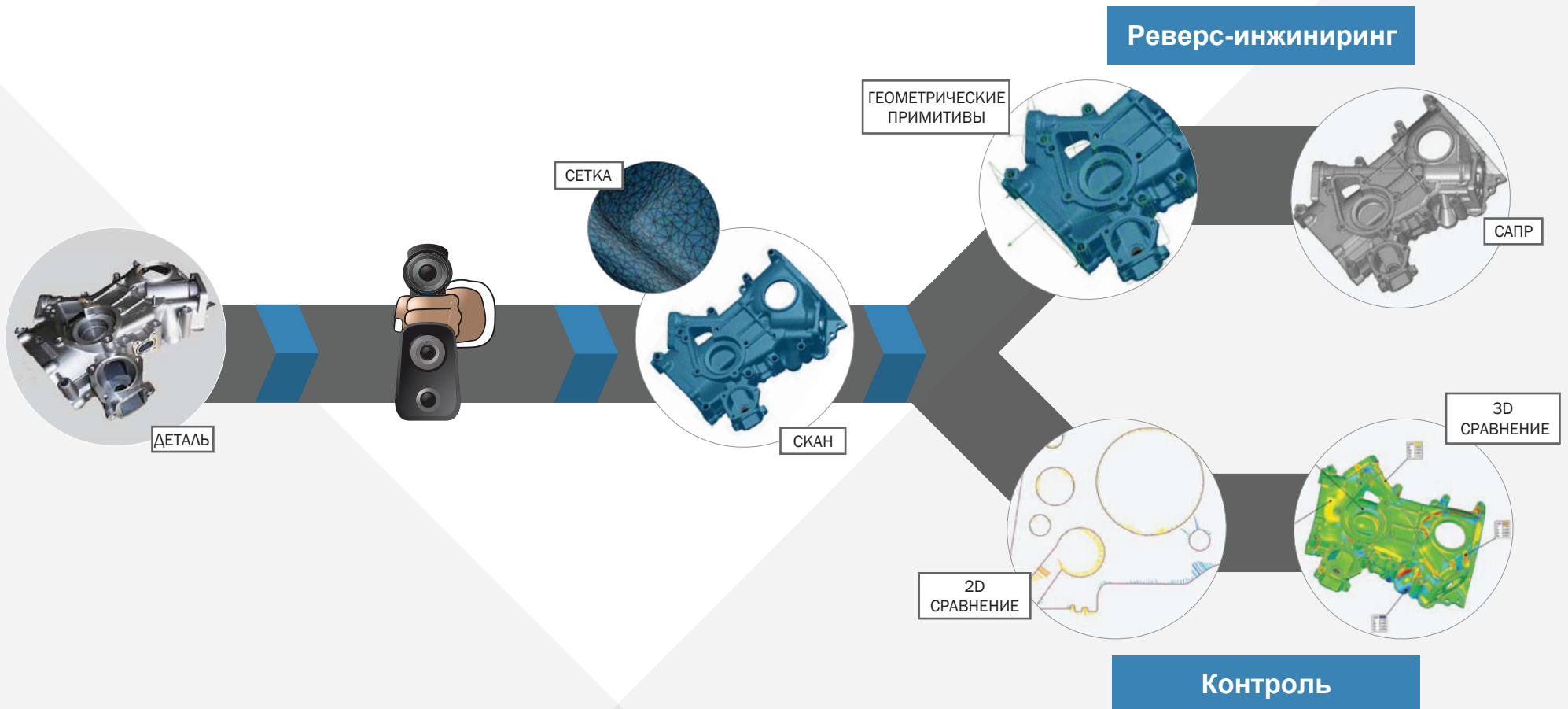
3D-модель

3D-сканеры позволяют выполнить полные или частичные трехмерные измерения физического объекта. Большинство сканеров генерируют совокупность точек чрезвычайно высокой плотности по сравнению с традиционными измерительными устройствами, основанными на принципе точечных измерений.

3D-СКАНИРОВАНИЕ
ОБЫЧНО ПРИМЕНЯЮТ
ДЛЯ РЕШЕНИЯ

2 ЗАДАЧ:

- Определение размеров для создания эталонного CAD-файла для **реверс-инжиниринга** или **быстрого прототипирования**.
- Измерение объекта для анализа и документирования. Это нужно для решения таких задач, как **автоматизированный контроль (CAI)**, **цифровое архивирование** и **автоматизация инженерных расчетов (CAE)**.



Принцип работы 3D-сканеров

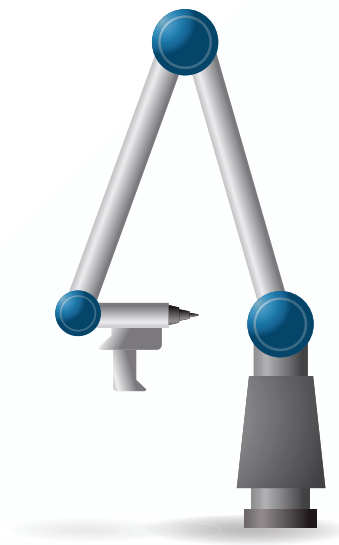
По способу получения данных сканеры делятся на две основные категории:

- СИСТЕМЫ СТРУКТУРИРОВАННОГО ПОДСВЕТА



Получение одиночных изображений или сканов

- СКАНИРУЮЩИЕ МАНИПУЛЯТОРЫ И РУЧНЫЕ СКАНЕРЫ

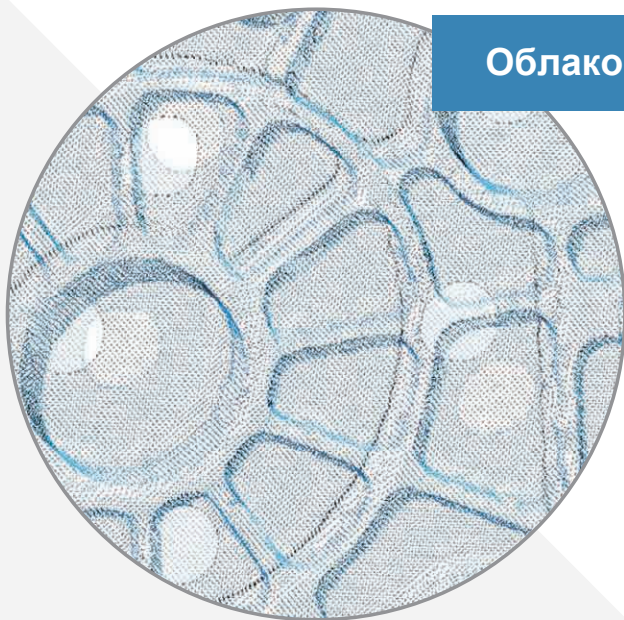


Непрерывная запись изображений

Принцип работы 3D-сканеров

Результаты сканирования воспроизводятся в виде неструктурированных трехмерных данных, обычно в виде **облака точек** или **сетки из треугольников**. Некоторые типы сканеров также собирают данные о цвете и текстуре объекта, если это важно для той или иной задачи.

Изображения/сканы переводятся в общую систему координат, в которой из полученных данных создается полная модель объекта. Этот процесс, известный как **совмещение** или регистрация, может выполняться одновременно со сканированием или в ходе постобработки.



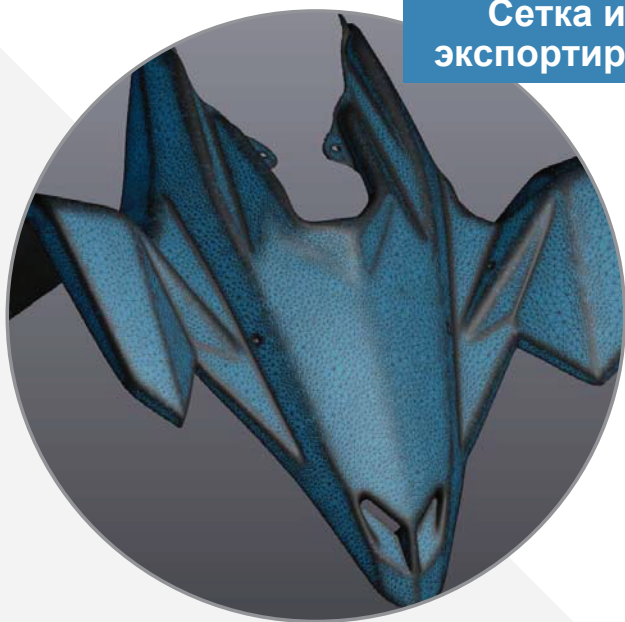
Облако точек



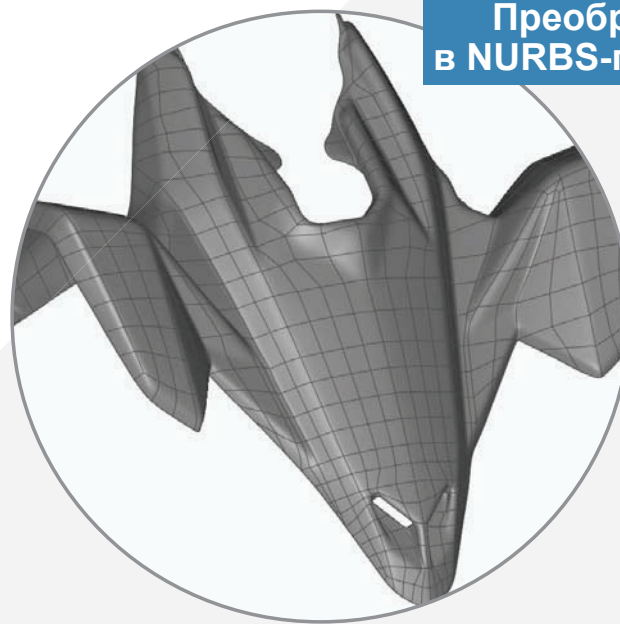
Сетка из треугольников

Принцип работы 3D-сканеров

Для оптимизации данных сканирования, заполнения пробелов, исправления ошибок и улучшения качества данных может использоваться специализированное программное обеспечение. Полученную сетку из треугольников, как правило, экспортируют в файл STL (STereoLithography — стереолитография или Standard Tessellation Language — стандартный язык тесселирования) либо преобразуют в **NURBS**-поверхности (Non-Uniform Rational B-Spline – неоднородный рациональный B-сплайн) для моделирования в САПР.



Сетка из треугольников,
экспортируемая в формат STL



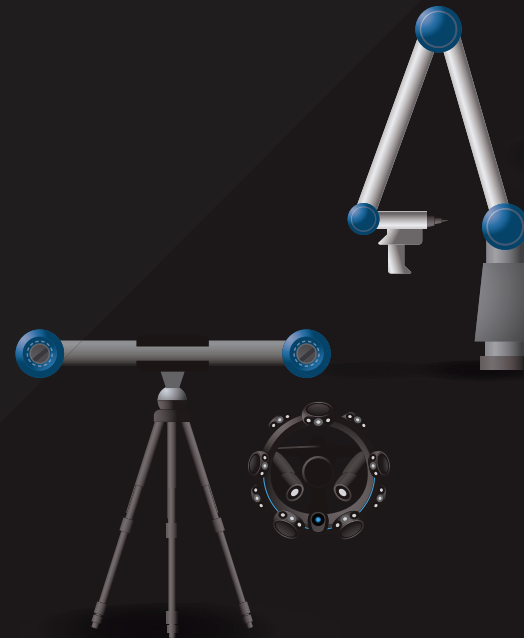
Преобразование
в NURBS-поверхности

Категории 3D-сканирования и методы позиционирования

**СИЛЬНЫЕ И СЛАБЫЕ СТОРОНЫ 3D-СКАНЕРА,
КАК ПРАВИЛО, ОПРЕДЕЛЯЕТ МЕТОД
ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ. ПОЭТОМУ СТОИТ
БОЛЕЕ ПОДРОБНО ОСТАНОВИТЬСЯ
НА МЕТОДАХ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ,
ПРИМЕНЯЕМЫХ В 3D-СКАНЕРАХ
РАЗНЫХ КАТЕГОРИЙ.**

Основные категории 3D-сканеров:

- Измерительные манипуляторы, портативные сканеры для КИМ
- Отслеживаемые 3D-сканеры
- 3D-сканеры структурированного подсвета
- Портативные 3D-сканеры

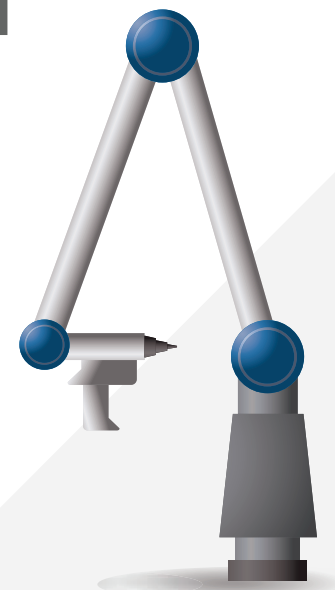


Измерительные манипуляторы, портативные сканеры для КИМ

КИМ (координатно-измерительные машины) и измерительные манипуляторы могут быть оснащены либо фиксированными, либо сенсорными измерительными головками. Также на КИМ можно установить 3D-сканирующую головку.

МЕТОД ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ: МЕХАНИЧЕСКИЕ ЭНКОДЕРЫ

Позиционирование КИМ с переносным манипулятором осуществляется с использованием механических энкодеров, встроенных в манипулятор.



Преимущества

На портативную КИМ можно устанавливать различные инструменты, что позволяет объединить сканирование и зондирование в рамках одного проекта.

Недостатки

Портативная координатно-измерительная машина должна быть зафиксирована на поверхности и для позиционирования использует физическое соединение (манипулятор). Это делает машину уязвимой для вибраций и других внешних воздействий, которые могут повлиять на производительность и качество результата. Кроме того, существуют определенные требования к месту установки машины и форме сканируемого объекта.

Отслеживаемые 3D-сканеры

Оптические трекеры выполняют отслеживание различных измерительных приборов, включая позиционирование 3D-сканера.

МЕТОД ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ: ВНЕШНИЙ ОПТИЧЕСКИЙ ТРЕКЕР

В таких сканерах для позиционирования используется внешний оптический трекер. Обычно для оптической привязки трекера к сканеру применяются метки (например, пассивные или активные).



Преимущества

Отслеживаемые 3D-сканеры обеспечивают довольно высокую точность и отличную прецизионность по всему объему сканирования. Отсутствие физического соединения между сканером и сканируемым объектом обеспечивает свободу перемещения.

Недостатки

Оптическое соединение, которое является преимуществом этой технологии, также является одной из ее слабых сторон. 3D-сканер должен всегда оставаться в пределах прямой видимости трекера. Трекеры часто имеют ограничения по сканируемому объему. Расширенные параметры сканирования усложняют процесс и могут быть источником дополнительной ошибки в измерениях. Наконец, отслеживаемые 3D-сканеры обычно дороже таких решений, как портативные 3D-сканеры.

3D-сканеры на основе структурированного подсвета

Эти сканеры проецируют на объект световой рисунок и анализируют его искажения при попадании на объект. Световой рисунок проецируется с помощью либо ЖК-проектора, либо сканирующего или дифрагированного лазерного луча. Один или два (иногда больше) датчика записывают проецируемый рисунок.

МЕТОД ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ: ПО МЕТКАМ И ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ

Сканер может использовать для позиционирования и совмещения 3D-данных либо исключительно геометрию объекта, либо метки позиционирования (небольшие стикеры, идущие в комплекте с системой, для размещения непосредственно на объекте).

Если используется только одна камера, положение проектора относительно камеры должно быть определено заранее; если используются две камеры, стереоскопическая пара должна быть откалибрована заранее.



Преимущества

Профессиональные сканеры, использующие технологию структурированного подсвета, позволяют получать очень качественные данные. Они, как правило, обеспечивают отличное разрешение, которое позволяет передавать мельчайшие детали объекта.

Недостатки

Хотя сканеры, основанные на технологии белого подсвета, способны получать большой объем данных в одном скане, этот метод не всегда ускоряет работу над проектом в целом. В большинстве случаев требуется многократное сканирование, чтобы охватить сложный объект со всех ракурсов, что крайне трудоемко.

Портативные 3D-сканеры

Сегодня на рынке представлено множество типов портативных 3D-сканеров, преимущественно лазерных или основанных на технологии белого и синего подсвета.

Лазерные сканеры проецируют на объект один или несколько лазерных лучей, в то время как устройства белого подсвета проецируют маску из линий/паттерн. Сканеры обоих типов извлекают 3D-данные посредством анализа полученной деформированной проекции.

МЕТОД ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ: САМОПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ С ПОМОЩЬЮ МЕТОК, ДЕТАЛЕЙ/ТЕКСТУР ОБЪЕКТА ИЛИ ИХ СОВОКУПНОСТИ

В ручных сканерах для создания так называемого стереоскопического изображения используются две камеры. Это позволяет определять положение сканера по отношению к конкретным точкам, которые могут быть метками позиционирования, характерными деталями или текстурами объекта. В некоторых портативных сканерах последних моделей используется так называемое гибридное позиционирование.



Преимущества

Портативные 3D-сканеры удобны в транспортировке и часто проще в использовании, чем сканеры других типов. Они могут использовать несколько методов позиционирования, обеспечивая точность позиционирования за счет использования характерных деталей и текстуры объекта. Самые передовые технологии позволяют сканировать более полумиллиона точек в секунду и перестраивать трехмерную сетку треугольников в процессе сканирования.

Недостатки

Портативные сканеры используют самопозиционирование в более локальном масштабе, что влечет рост погрешности по мере увеличения объема сканирования. Этой проблемы можно избежать, используя методы фотограмметрии и метки позиционирования, позволяющие свести погрешности к минимуму, но эти дополнительные действия увеличивают продолжительность настройки и ограничивают размер сканируемых объектов или поверхностей.

Ускорение и оптимизация процесса управления жизненным циклом продукта

3D-сканирование стало незаменимым инструментом на каждом этапе процесса управления жизненным циклом продукта (PLM). В этом плане особенно актуальны по-настоящему портативные самонастраивающиеся сканеры последнего поколения.

Способность 3D-сканирования преодолеть разрыв между физическими объектами в реальном мире и цифровой средой проектирования чрезвычайно важна для целого ряда отраслей, в которых применяется процесс PLM: аэрокосмической, автомобильной, тяжелой промышленности, отрасли потребительских товаров и многих других.

Благодаря применению 3D-сканеров эти отрасли получили возможность быстрее выводить продукт на рынок, повысить качество, сократить складские расходы и лучше понимать характеристики продукта.

Далее мы рассмотрим преимущества 3D-сканирования на четырех основных этапах управления жизненным циклом продукта:

- Разработка концепции
- Проектирование
- Изготовление
- Обслуживание



3D-сканирование в управлении жизненным циклом продукта: разработка концепции

3D-сканирование используется на этапе разработки концепции в самых разных процессах, включая определение требований и спецификаций, концепт-дизайн (включая реверс-инжиниринг) и концептуальное прототипирование.

Концепция

Требования и спецификации



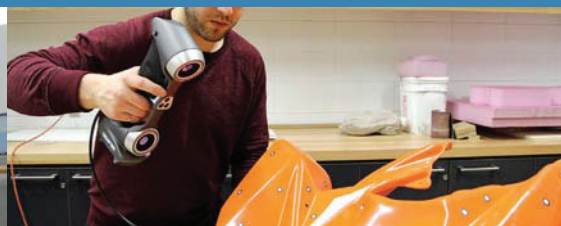
- Конкурентный анализ продукта
- Измерение среды продукта или смежных/окружающих объектов
- Измерение существующих объектов для вторичного рынка или нестандартного оборудования

Концептуальный проект



- Измерение моделей из глины / реверс-инжиниринг
- Измерение моделей и макетов / реверс-инжиниринг
- Стиль и эстетика

Концептуальное прототипирование



- Интеграция модификаций прототипов в CAD-файл
- Анализ формы, экспериментальное прототипирование
- Эргономическое прототипирование

Примеры применения

Как разработать концепцию без промедлений



Midwestern Manufacturing производит трубоукладчики с боковой стрелой, устанавливаемые на новые и бывшие в эксплуатации тракторы таких известных производителей, как Caterpillar, John Deere, Case и Komatsu. Если 3D-модель отсутствует, Midwestern применяет метод реверс-инжиниринга для воспроизведения геометрии трактора и проектирования полностью интегрированного трубоукладчика.

Возможность быстрого создания детальной и точной модели трактора упрощает процесс проектирования и позволяет Midwestern сократить время разработки продукта.

“Детальные 3D-сканы и 3D-модель позволяют нам с высокой точностью спроектировать и интегрировать трубоукладчик с боковой стрелой с существующей платформой (трактором)”,
— говорит вице-президент по конструкторским и технологическим вопросам компании Midwestern.

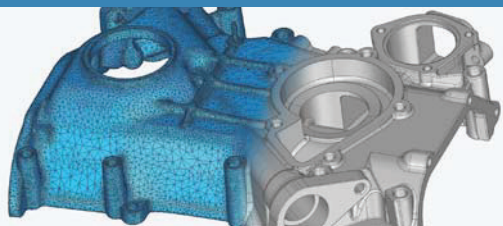
“Высокая точность данных сканирования сводит к минимуму количество изменений, вносимых в платформу. Также мы имеем возможность полностью визуализировать продукт для окончательного утверждения и запуска в производство)”.

3D-сканирование в управлении жизненным циклом продукта: проектирование

3D-сканирование используется в процессе управления жизненным циклом продукта для автоматизированного проектирования (САПР), быстрого прототипирования, а также испытаний, моделирования и анализа (**газогидродинамическое моделирование, конечно-элементный анализ**).

Проектирование

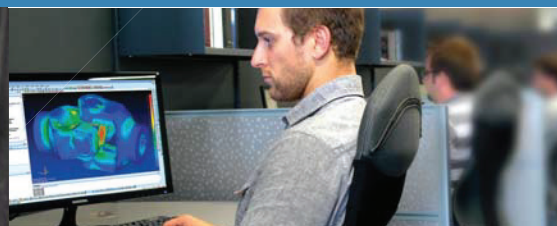
Автоматизированное проектирование > Прототипирование > Испытания, моделирование и анализ



- 3D-сканирование в САПР
- Реверс-инжиниринг (воссоздание конструкторского замысла)
- Дизайн упаковки



- Быстрое прототипирование / производство
- Интеграция модификаций прототипов в CAD-файл
- Контроль прототипа



- Конечно-элементный анализ
- Анализ совместимости
- Анализ деформаций и геометрии

Примеры применения

Разработка продукта по индивидуальному заказу

Инженерно-консалтинговая компания Zeel Design производит детали и транспортные средства на заказ и специализируется в области модернизации конструкции и инжиниринга, автоматизированного проектирования, конечно-элементного анализа, изготовления, обработки на станках с ЧПУ, компоновки и сварки.

Шасси мотоцикла имеет сложную геометрию и неправильные формы, поэтому традиционные методы проектирования модифицированных деталей требуют слишком больших затрат времени и сил. Поскольку 3D-чертежи производителей были недоступны, для сокращения сроков подготовки чертежей в САПР требовалось мощное решение для обратного проектирования.

3D-сканирование позволяет легко и быстро получать высокоточные 3D-изображения узла и всех существующих деталей одновременно и без необходимости трехмерного моделирования. Компании удалось на 70-90% сократить время, затрачиваемое на подготовку чертежей в САПР и на реверс-инжиниринг. Применение самопозиционирующегося ручного лазерного сканера непосредственно в цехе позволила Zeel Design существенно сократить время выполнения проектов.

“Учитывая, как часто мы используем 3D-сканер и сколько рабочего времени мы сэкономили, мы рассчитываем окупить инвестиции в кратчайшие сроки”

— Президент Zeel Design



3D-сканирование в управлении жизненным циклом продукта: производство

3D-сканирование используется на этапе производства в процессе управления жизненным циклом продукта для решения таких задач, как проектирование оснастки, сборка и изготовление, а также контроль качества.

Производство

Проектирование оснастки



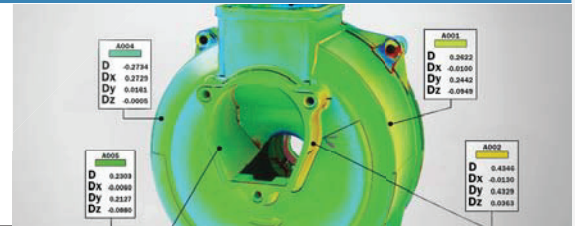
- Реверс-инжиниринг штампов, пресс-форм, приспособлений и моделей
- Обновление CAD-файла в соответствии с фактическими измерениями оснастки
- Контроль / осмотр оснастки

Сборка / изготовление



- Виртуальная сборка
- Программирование оснастки / роботов
- Оценка детали перед обработкой

Контроль качества



- Контроль первого изделия
- Контроль изделия на соответствие САПР
- Контроль качества на предприятии поставщика

Примеры применения

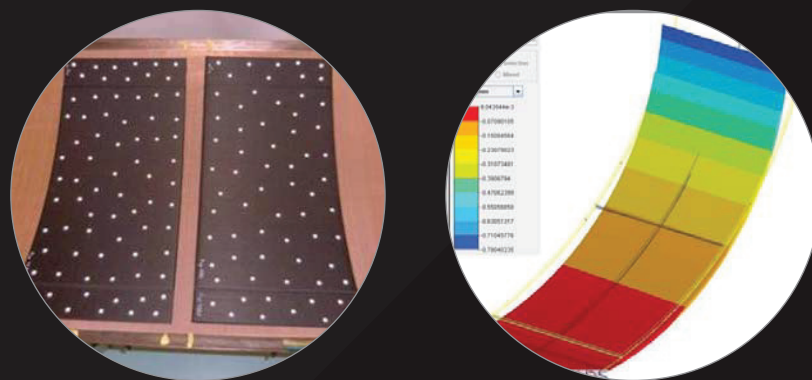
Измерение деформации оснастки и деталей

Компания European Aeronautic Defense and Space (EADS), в настоящее время известная как Airbus Group, осуществляет оптическое 3D-сканирование оснастки для оценки возможной геометрической деформации изделий из углеродного волокна (углерод / эпоксидная смола), а также деформации после изготовления, включая контроль изделия на соответствие САПР.

Сначала в EADS сканируют оснастку, чтобы проверить ее соответствие чертежам в САПР. Затем выполняют сканирование деталей, изготовленных с помощью оснастки, и сравнение данных сканирования.

Второй этап заключается в использовании мощных средств моделирования для оценки деформации изделий перед изготовлением и сравнения с данными сканирования изготовленных изделий.

Универсальность портативного 3D-сканера сделала его незаменимым инструментом для решения этой задачи, благодаря возможности сканировать сложные формы и материалы, плохо поддающиеся сканированию (например, композитные), а также выполнять оцифровку непосредственно на объекте.



“Благодаря скорости настройки и получения данных, простоте, высокому качеству измерений различных поверхностей, а также портативности система позволяет нам быстро сканировать металлическую оснастку и композитные изделия из углеродного волокна. Портативность оборудования дает возможность производить измерения прямо на производственном участке”

Сотрудник отдела неразрушающего контроля и мониторинга целостности компании EADS

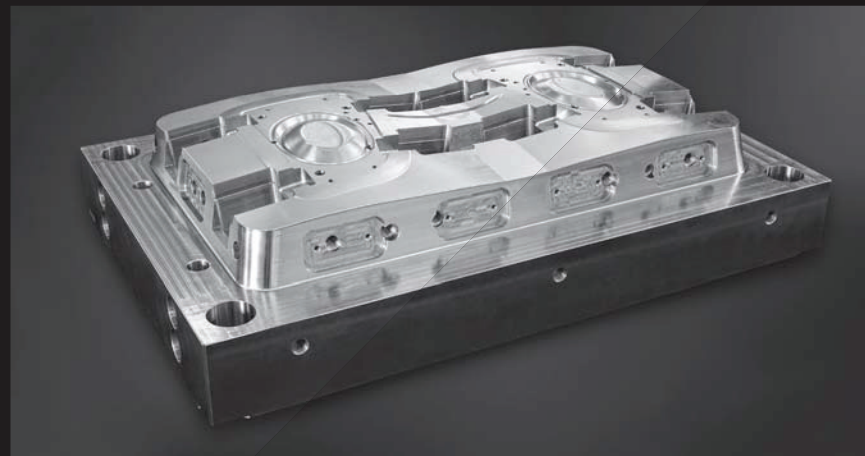
Примеры применения

Приведение пресс-формы в соответствие с САПР в процессе производства

Когда в процессе производства используются пресс-формы и штампы, результат не всегда соответствует исходному CAD-файлу.

Технологии штампования, литья и инжекционного формования пластмасс восприимчивы к таким явлениям, как усадка и восстановление объема, которые приводят к различию между фактической формой штампа и формой штампованного изделия. Поэтому пресс-форму или штамп сложно совместить с геометрией в САПР.

Именно здесь на помощь приходит 3D-сканирование. Данные 3D-сканирования дают представление об отклонениях, которые могут возникнуть при изготовлении пресс-форм и штампов. Возможность точно контролировать геометрию пресс-формы и штампа, а также производимых с их помощью изделий уменьшает количество итераций при проектировании, экономя время и позволяя получать изделия, которые более точно соответствуют CAD-файлам.



3D-сканирование в управлении жизненным циклом продукта: обслуживание

3D-сканирование используется на этапе обслуживания для решения таких задач, как составление документации, техническое обслуживание, ремонт и доработка, замена, утилизация и восстановление изделий.

Обслуживание

Документация	Техническое обслуживание, ремонт и доработка	Замена / утилизация
		
– Исполнительная документация на изделия / оснастку – Маркетинговые презентации, 3D-системы для обучения, компьютерные игровые технологии – Цифровое архивирование	– Анализ износа – Специализированный ремонт / доработка – Исполнительная документация на изделия / оснастку перед обслуживанием	– Реверс-инжиниринг для разработки сменных деталей и деталей для восстановления – Планирование сложной сборки / демонтажа

Примеры применения

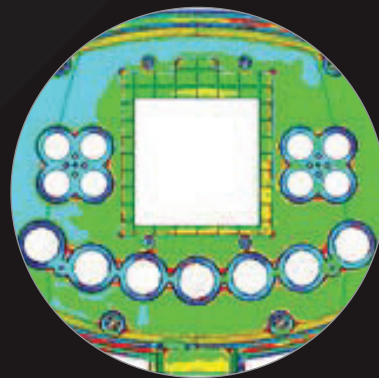
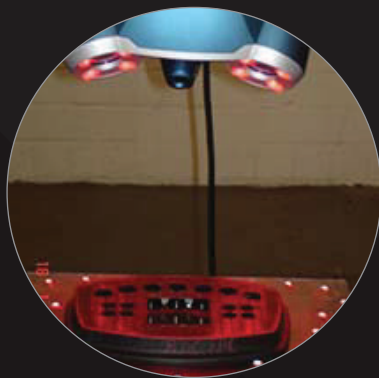
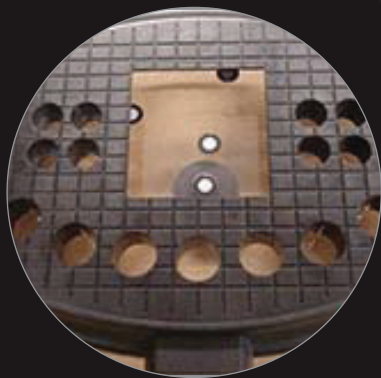
Обратная связь в режиме реального времени

Atlas Weyhausen, производитель колесных погрузчиков и другого тяжелого оборудования, использует портативный 3D-сканер для измерения компонентов и оборудования с целью обеспечения качества и обратной связи по данным прототипов. Компания все чаще экономит время и деньги в тех случаях, когда контроль компонентов должен быть проведен в месте их установки или за границей на производстве поставщика.

Важным преимуществом является наличие цифрового файла компонента. Например, была оцифрована стальная конструкция новой кабины водителя и различные панели, а полученные CAD-файлы доступны в любое время для проведения контроля качества.

“Основное преимущество сканера очевидно”, —
говорит менеджер по обеспечению
качества компании Atlas.

**“Произвольные поверхности легко совмещать
с 3D-данными. Еще одно преимущество —
обратная связь с нашей САПР”.**



Другие сферы применения 3D-сканирования

3D-сканирование используется в **цифровой реконструкции** для получения данных объекта или среды — например, исторического артефакта или снятого с производства изделия — и максимально точного его воспроизведения в целях цифрового архивирования, воссоздания или сохранения.

3D-сканирование используется в **кастомизированном производстве**, позволяя получать практически бесконечные вариации существующих потребительских товаров, в том числе детских игрушек, аксессуаров и одежды.

Оцифровка человеческого тела позволяет изготавливать индивидуальные медицинские устройства и изделия анатомической формы.

Кроме того, 3D-сканирование с успехом используется в следующих областях:

- нефтегазовая промышленность
- здравоохранение
- образование и наука
- компьютерная графика / спецэффекты
- цифровое архивирование
- искусство и архитектура
- виртуальная реальность



Примеры применения

Новая жизнь произведения искусства XIX века

В центре быстрого прототипирования Инженерной школы Милуоки (MSOE) была создана модель капсулы времени на основе данных 3D-сканирования кувшина XIX века с изображением лица (Эджфилд, штат Южная Каролина). Капсула времени стала одним из центральных экспонатов выставки «Кувшины с изображением лица: искусство и обряды Южной Каролины XIX века», организованной Музеем искусств Милуоки.

По традиционной технологии оригинальный кувшин — размером с грейпфрут — должен быть покрыт порошком, чтобы снизить отражательную способность керамической поверхности, но такое обращение с хрупким, ценным экспонатом едва ли возможно.

Специалисты центра покрыли кувшин мелкой черной сеткой с метками, которые стали опорными точками для 3D-сканера. Для масштабирования отсканированной модели и создания ячеек и других элементов капсулы времени использовалось ПО Geomagic. Готовая модель была напечатана на 3D-принтере, затем на нее было нанесено гальваническое покрытие.

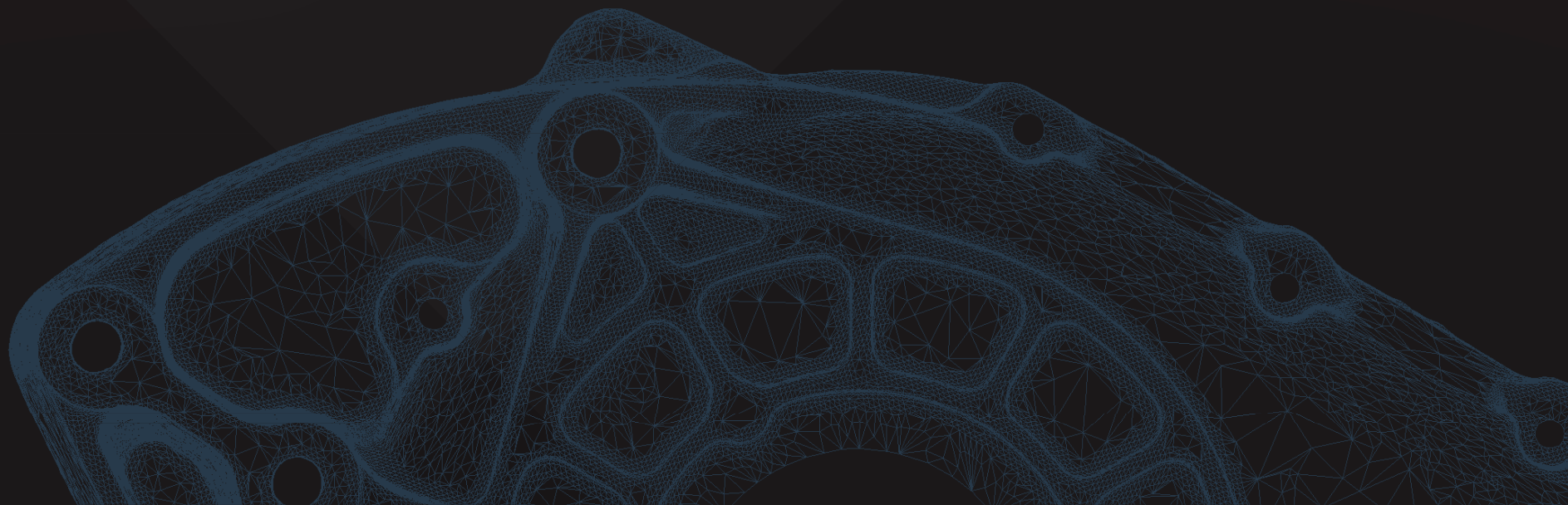


Динамично развивающаяся технология с отличными перспективами

В этой электронной книге приведено общее описание технологии 3D-сканирования и обзор широких возможностей ее применения в самых разных отраслях.

Большинству ключевых разработок в области 3D-сканирования нет и десяти лет. 3D-сканирование — это быстро развивающаяся технология с огромным потенциалом.

Чтобы более подробно ознакомиться с возможностями 3D-сканирования, посетите раздел «Сферы применения» на сайте www.creaform3d.com, а также блог iqvtechnologies.com.



Словарь терминов 3D-сканирования

- **3D-сканер** — устройство, предназначенное для сбора данных о форме и цвете физического объекта для последующей цифровой обработки, например, для создания 3D-модели.
- **CAD / САПР** — система автоматизированного проектирования, то есть создания цифровой модели для разработки, проектирования и изготовления. Модели создают из набора геометрических элементов, таких как треугольники, линии и криволинейные поверхности. Распространенными форматами моделей САПР являются форматы .stp и .igs.
- **CAE** — система инженерных расчетов, выполняющая цифровое моделирование характеристик изделий и узлов. CAE охватывает такие методы моделирования, как конечно-элементный анализ и газогидродинамическое моделирование.
- **CAI** — система автоматизированного контроля; использование 3D-сканирования для сопоставления изготовленного изделия с его CAD-моделью или спецификациями для контроля качества, оценки износа и других видов анализа.
- **NURBS** — неоднородный рациональный би-сплайн; математическая модель, используемая в компьютерной графике и САПР для моделирования кривых и поверхностей.
- **STL** (стереолитография, или стандартный язык тесселяции) — формат файлов, используемый в ПО САПР для стереолитографии, разработанный компанией 3D Systems Inc и поддерживаемый многими другими пакетами программного обеспечения. Файлы STL широко используются для быстрого прототипирования и автоматизированного производства.
- **Быстрое прототипирование** — процесс быстрого изготовления модели физического изделия или узла с использованием 3D-данных STL или САПР. Процесс, как правило, начинается с 3D-сканирования и заканчивается 3D-печатью.
- **Газогидродинамическое моделирование (ГГДМ / CFD)** — цифровой процесс, посредством которого инженеры могут моделировать, как жидкие и газообразные материалы (такие, как воздух, вода и газы), взаимодействуют с различными конструкциями, антропогенными и естественными средами.
- **Динамическая привязка** — функция сканера, обеспечивающая постоянную оптическую привязку измерительного устройства к объекту для повышенной точности в заводских и полевых условиях.

- **Кастомизированное производство** — использование 3D-сканирования и программного обеспечения для изготовления многочисленных вариантов продукта по разумной себестоимости. Также используется термин «массовое производство по индивидуальным заказам». Понятие также может означать возможность создания индивидуальных медицинских и спортивных изделий, таких как протезы, спортивная обувь и зубные имплантаты.
- **КИМ с манипулятором** — координатно-измерительная машина, которая снабжена точечным или шаровым зондом на манипуляторе и позволяет регистрировать трехмерные точки на поверхности физического объекта.
- **Конечно-элементный анализ (КЭА / FEA)** — цифровой процесс, позволяющий инженерам моделировать поведение объекта или узла под различными внешними воздействиями.
- **Нормаль** — в трехмерном пространстве нормаль поверхности является векторным произведением двух (непараллельных) ребер полигонального объекта.
- **Облако точек** — совокупность точек в системе координат. В трехмерной системе координат точки, как правило, описываются координатами в системе XYZ и образуют внешнюю поверхность объекта. Наиболее распространенными форматами облака точек являются форматы .txt, .igs и .ascii.
- **Обратное проектирование (реверс-инжиниринг)** — процесс воссоздания технологических свойств устройства, изделия или системы путем анализа его конструкции, функций и принципа работы. При 3D-сканировании процесс обратного проектирования включает обмер объекта, а затем его воссоздание в виде 3D-модели.
- **Оптический сканер для КИМ** — 3D-сканер, отслеживаемый оптической координатно-измерительной машиной. Оптические камеры КИМ отслеживают пассивные или активные отражатели, установленные на 3D-сканер и на сканируемый объект для динамической привязки в 3D-пространстве.
- **Повторяемость** — изменчивость измерений одного и того же объекта, выполненных одним человеком или инструментом в одинаковых условиях.
- **Разрешение** — определяет уровень детализации данных сканирования и измеряется в миллиметрах (мм). Сопоставимо с разрешением экрана, которое определяется количеством пикселей. При более высоком разрешении количество треугольников в сетке увеличивается.
- **Самопозиционирующиеся лазерные 3D-сканеры** — лазерные системы сканирования, использующие ретро-отражающие метки в качестве точек привязки. Такие сканеры не требуют внешних систем позиционирования, поскольку положение сканера относительно сканируемого объекта определяется триангуляцией двух камер сканера и взаимным расположением меток позиционирования. Сбор данных осуществляется в режиме реального времени.

- **Самопозиционирующиеся 3D-сканеры белого подсвета** — сканер определяет свое положение относительно физического объекта, опираясь на искажение ахроматического рисунка на поверхности сканируемого объекта. Такие сканеры определяют свое положение непрерывно в режиме реального времени по мере перемещения над поверхностью объекта.
- **Сетка из треугольников** — продукт самопозиционирующегося 3D-сканера, сетка, основанная на оптимизированной поверхности и учитывающая условия измерения и повторяемость измерений. Также известна как полигональная модель. Распространенными форматами сетки являются форматы .stl, .obj и .sat. Файл STL может использоваться непосредственно для таких задач, как быстрое прототипирование и автоматизированный контроль, либо может быть преобразован в NURBS-поверхности для САПР.
- **Совмещение** — в 3D-сканировании означает сведение всех данных сканирования в общую систему координат, в которой данные соединяют в полную модель объекта. Совмещение также называют регистрацией.
- **Станок с ЧПУ** — управляемый компьютером фрезерный станок, позволяющий выполнять прецизионную обработку поверхностей по нескольким осям.
- **Точность** — точность сетки определяется отклонением результата сканирования от физического объекта. Она зависит от характеристик используемого сканера и от качества настройки. В 3D-сканировании следует различать точность и разрешение (см. ниже).
- **Триангуляция** — процесс определения местоположения точки путем измерения углов к ней из известных конечных точек фиксированного основания. Точка может быть определена как третья точка треугольника с одной известной стороной и двумя известными углами.
- **Управление жизненным циклом продукта (PLM)** — процесс мониторинга и управления продуктом с момента возникновения замысла и до окончания срока службы.
- **Фотограмметрия** — метод выполнения высокоточных измерений по фотографиям объекта или местности.
- **Цифровая реконструкция** — сканирование физического объекта с целью последующего воссоздания в исходном виде или в другом масштабе.
- **Цифровое архивирование** — возможность сохранять модели физических объектов в цифровом виде, экономя время и деньги.
- **Энкодер КИМ** — оптоэлектронное устройство, которое осуществляет позиционирование путем считывания масштабных инкрементных линий. Энкодер также называют считывающей головкой.



iQB Technologies – официальный
дистрибьютор Creaform в России.
+7 (495) 269-62-22
www.iqb.ru | info@iqb.ru

Авторизованный партнер в вашем регионе:

CREAFORM

AMETEK®
ULTRA PRECISION TECHNOLOGIES

www.creaform3d.com