



## ▶ КАК 3D-СКАНЕР REXSAN И ИНЖЕНЕРНЫЙ АНАЛИЗ С ПОМОЩЬЮ GEOMAGIC ПОМОГЛИ ПРИ ВОССОЗДАНИИ КЛАССИЧЕСКОГО АВТОМОБИЛЯ

**Ю**жнокорейская компания Solutionix разрабатывает и производит высокоточные 3D-сканеры, принцип работы которых базируется на проецировании лучей белого света на сканируемый объект. Эта технология позволяет получать результаты, непревзойденные по точности. Кроме того, 3D-сканеры Solutionix обладают еще одним важным преимуществом, которым дру-

гие производители, использующие ту же технологию, похвастаться не могут. Дело в том, что сканеры Solutionix оснащены сменными линзами, и если, к примеру, вам нужно отсканировать объект кардинально другого размера, вы можете использовать линзы, предназначенные для более обширной зоны сканирования. Объекты разного размера можно сканировать и с использованием одного комплекта линз: сканеры

Solutionix позволяют настраивать зону сканирования, устанавливая линзы в одно из четырех возможных положений. Доступно сканирование глубоких зон объекта с использованием угла триангуляции 10 градусов. Калибровка всех без исключения сканеров Solutionix производится на месте — в отличие от устройств других производителей, которые нужно отправлять в сервисный центр или на завод-изготовитель.



новая модель, Rexcan CS+, предназначенная для сканирования небольших и средних объектов. Процесс сканирования в CS+ полностью автоматизирован, что позволяет нажатием одной кнопки отсканировать весь объект. Новый сканер сочетает в себе превосходное качество и доступную цену.

Для преобразования данных, полученных при 3D-сканировании объектов и последующей работы с полученными трехмерными моделями в самых разнообразных приложениях, разработано

ПО Geomagic. Программные продукты Geomagic Studio, Geomagic Qualify и Geomagic Wrap используются по всему миру. Специалисты высоко ценят преимущества этих программ: простоту обучения и работы, интуитивно понятный интерфейс, высокую скорость. Ну а прежде всего то, что эти программы позволяют сократить сроки вывода продуктов на рынок и заметно улучшить их качество.

Компания Brian Coombs Design использовала 3D-сканер Rexcan 420 с программным обеспечением Geomagic Studio (ведущим ПО в области преобразования трехмерных сканов в высокоточные полигональные и исходные модели САПР для реверс-инжиниринга, дизайна изделий и быстрого прототипирования) при решении проблем, связанных с компоновкой в рамках проекта по воссозданию классического спортивного автомобиля Ford GT40.

Скорость – часть жизни Брайана Кумбса. Он возглавляет команду инженеров, ответственных за проектирование механической конструкции и подвески Bloodhound SSC – британского проекта автомобиля, оснащенного реактивным ракетным двигателем. Этот автомобиль призван сохранить принадлежащий Великобритании мировой рекорд наземной скорости (1610 км/ч).

Однако создается впечатление, что для Брайана Кумбса эта задача не относится к разряду сложных, требующих полной отдачи, поскольку в свободное время в



Модельный ряд компании Solutionix представлен восемью 3D-сканерами, которые различаются между собой характеристиками и ценой. Для сканирования с высокой точностью различных по величине объектов, а также обратного инжиниринга и контроля качества компания Solutionix предлагает 3D-сканеры Rexcan третьей (314, 320) и четвертой (414, 420, 450, 480) серий. Серии различаются между собой используемыми источниками света: в Rexcan3 это галогенные лампы, а в Rexcan4 – светодиоды. Сами модели оснащены камерами с разной разрешающей способностью, что напрямую влияет на точность сканирования.

Для сканирования объектов малого размера – таких, к примеру, как ювелирные изделия, – конструкторы Solutionix создали сканер Rexcan DS2. Он позволяет с высокой точностью сканировать небольшие по размерам и насыщенные деталями объекты. Совсем недавно вышла



своем доме, расположенном в Ирландии, он занимается воссозданием копии классического спортивного автомобиля Ford GT40.

GT40 с доработанным двигателем V8 объемом 5 литров обладает впечатляющей мощностью. К сожалению, в старой копии GT40, которую Кумбс купил в виде сборочного комплекта несколько лет назад, механизмы (в частности – коробка передач) могут и не выдержать такой нагрузки.

"Коробка передач для этого автомобиля стоит очень дорого, – говорит Кумбс. – Поэтому, восстанавливая автомобиль, я решил сконструировать собственную коробку, используя детали, оставшиеся у меня от старого гоночного автомобиля Indy производства Reynard".

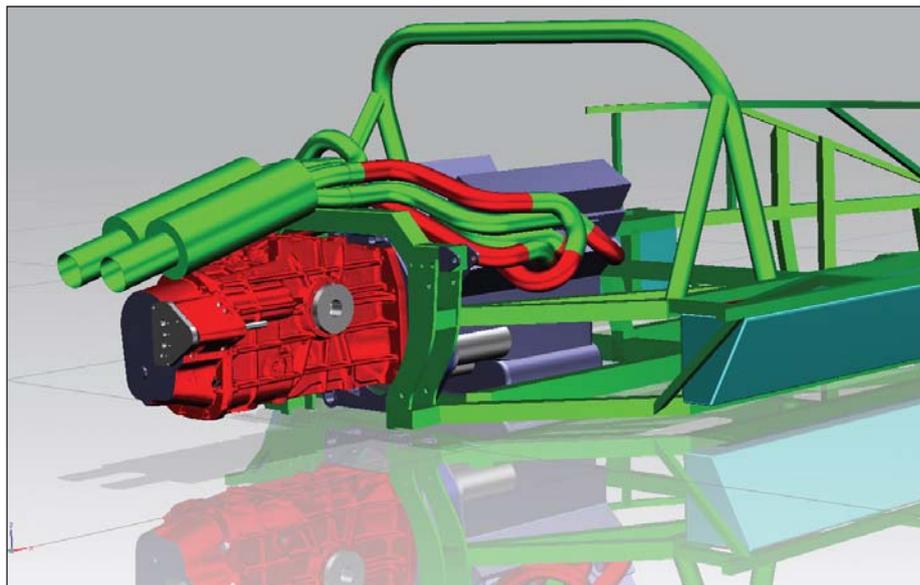
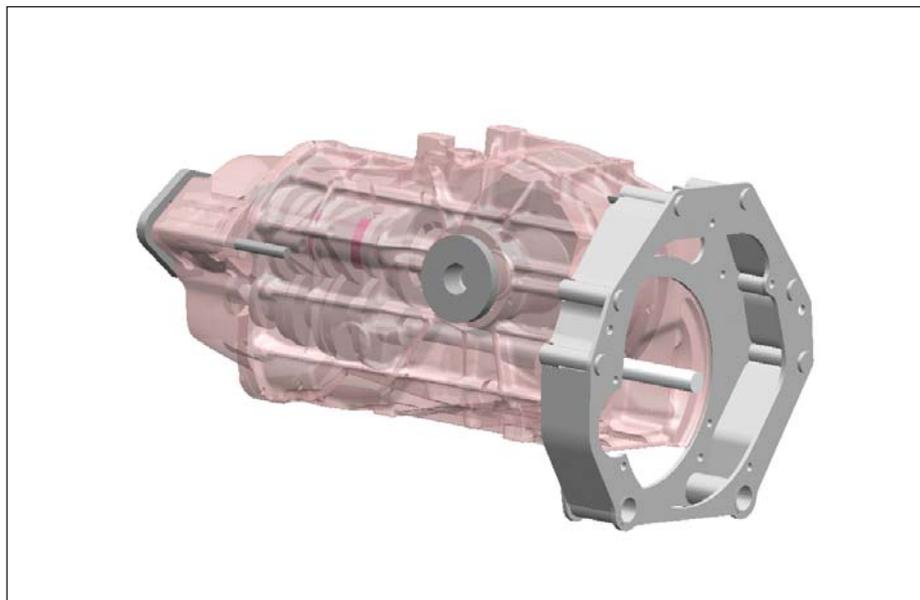
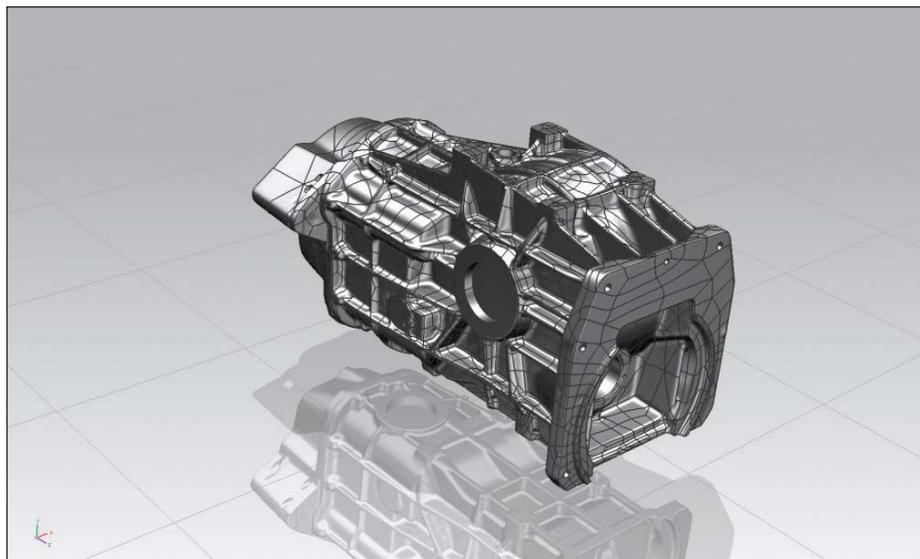
Имея большой опыт проектирования в области автоспорта (о чем свидетельствуют многие годы работы в нескольких гоночных командах, включая команду Red Bull – участницу гонок Формулы-1), Брайан Кумбс обладает достаточными навыками, необходимыми для выполнения этой задачи и, кроме того, знаком с современными технологиями CAD/CAM. Поэтому вместо традиционных ручных методов Кумбс использовал 3D CAD (Siemens NX), чтобы сделать цифровую трехмерную CAD-модель автомобиля, на основе которой можно было бы перепроектировать и создать некоторые новые детали.

Однако даже с учетом этого проектирование коробки передач – дело весьма непростое. Создавая ее из существующих компонентов, необходимо было добиться, чтобы, установленная в соответствующий картер, она вписалась в свободное место под капотом, не задевала другие детали и была правильно расположена по отношению к ним. Конечно, можно было бы построить физическую модель, вручную установить ее на место и произвести необходимые измерения, однако это заняло бы много времени, которого у Кумбса как раз не было.

Тем не менее, оптимальный выход найден. Картер коробки передач был отсканирован 3D-сканером Hexap 420, а затем на основе полученных данных с помощью программного обеспечения Geomagic Studio была создана точная цифровая 3D-модель, пригодная для использования в компоновочных целях в CAD-системе.

### 3D-сканирование

При 3D-сканировании Брайан Кумбс вновь столкнулся со скоростью, правда в



несколько ином аспекте. Как уже сказано, для получения формы картера коробки передач использовался 3D-сканер Rhexan 420, который имеет две CCD-камеры с разрешением 2 мегапикселя (в модельный ряд 3D-сканеров Solutionix также входят сканеры с разрешением 1.4, 5.0, 8.0 мегапикселей) и обеспечивает получение миллионов точек в секунду с точностью до  $\pm 20$  микрон.

Сканер использовался в сочетании с автоматическим поворотным столом Solutionix, рассчитанным на детали весом до 70 кг. После установки картера на поворотном столе сканер был настроен на сканирование сверху под углом 45 градусов. С помощью программного обеспечения Solutionix ezScan, направляющего и координирующего движения поворотного стола, верхняя половина картера была автоматически отсканирована с шагом 10 градусов вращения поворотного стола. После этого картер был перевернут и процесс повторился для сканирования нижней половины.

Приблизительно за один час было получено 72 отдельных скана. Средствами программного обеспечения Solutionix ezScan эти отдельные сканы автоматически сшивались друг с другом для создания из облака точек единой полигональной 3D-модели картера коробки передач. И хотя в объединенную модель вошла лишь пятая часть из приблизительно 50 миллионов полигонов, полученных при сканировании, этого оказалось вполне достаточно. Чтобы ускорить последующую обработку данных, модель была упрощена, в результате чего количество полигонов на плоских поверхностях было уменьшено, а на кривых поверхностях сохранено. Это позволило без ущерба для точности модели сократить количество полигонов приблизительно до 1 миллиона.

### Трехмерная модель поверхности

Следующим шагом стало преобразование полигональной модели в точную цифровую 3D-модель поверхности, пригодную для использования в системе CAD. Для этого модель была экспортирована из системы сканирования Solutionix в программное обеспечение Geomagic Studio. Как мы уже упоминали, это ПО используется для преобразования данных, полученных при 3D-сканировании материальных объектов, в цифровые 3D-модели, пригодные для последующего использования в самых разно-

образных приложениях — от архивирования археологических находок и произведений искусства до инженерного анализа, разработки продуктов в соответствии со специфическими требованиями заказчика и быстрого прототипирования. Прежде всего необходимо было, используя стандартные инструменты Geomagic Studio, восстановить полигональную модель, заполнив "дыры" в тех местах, где при сканировании не удалось полностью получить данные определенных частей картера. В результате этого процесса, который занял не более десяти минут, была получена единая, полностью замкнутая полигональная 3D-модель.



Затем была использована программная функция *Create Features (Создать элементы)* для выбора и идентификации простых геометрических элементов, таких как цилиндры, отверстия и плоскости на модели, которые можно напрямую передать в CAD-систему как параметрические объекты.

На завершающем этапе использовалась команда *Auto.Surface* для преобразования полигональной модели, включающей геометрические элементы, в поверхностную модель на основе NURBS (неравномерного рационального B-сплайна). Этот автоматический процесс довольно прост, выполняется буквально двумя щелчками мыши и занимает около двух минут. Далее была вызвана функция *3D*

*Compare (Сравнить 3D)* — для сравнения полигональной и поверхностной моделей с целью подтвердить геометрическую целостность конечной поверхностной модели.

После этого конечная модель была готова к экспорту в CAD-систему в формате STEP (.stp) — там она может использоваться как отдельная твердотельная модель внутри трехмерной CAD-модели шасси автомобиля, подmotorной рамы и подвески. Это гарантирует, что когда придет время установки новой коробки передач, она правильно встанет на место, полностью согласуясь с другими частями.

### Потребность в скорости

Весь процесс сканирования картера коробки передач и создания его точной цифровой трехмерной поверхностной модели занял приблизительно два часа.

Вот что говорит об этом Брайан Кумбс: "У меня слишком мало свободного времени на мой проект восстановления GT40, а почти автоматический процесс сканирования с использованием сканера и поворотного стола Solutionix в сочетании с автоматической обработкой данных сканирования, обеспеченной Solutionix ezScan и программным обеспечением для обработки полигональных моделей и инженерного анализа Geomagic Studio, очень много времени мне и сэкономил. Большая часть операций выполняется одним или двумя щелчками мыши".

Однако скорость здесь вовсе не следует понимать как компромисс за счет качества.

"Хотя для создания цифровой 3D-модели картера коробки передач потребовалось всего два часа, а это само по себе впечатляет, я был поражен разрешением и точностью исходных данных сканирования, а также качеством конечной трехмерной поверхностной модели, — говорит Кумбс. — Теперь я абсолютно уверен: спроектированное мной в виртуальном мире без проблем будет установлено на реальном автомобиле".

После завершения проекта скорость вновь станет одной из целей Кумбса: на своей перепроектированной и восстановленной копии Ford GT40 он планирует принять участие в гонках.

По материалам компаний  
Solutionix  
и Consistent Software Distribution