

## МЕТОДИКА И ПРАКТИКА 3D-СКАНИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ В ЗАДАЧАХ РЕВЕРС-ИНЖИНИРИНГА

*Гришаев А.Н., ст. преп., Луцейкович В.И., ст. преп.*

*Витебский государственный технологический университет,  
г. Витебск, Республика Беларусь*

Реферат. В статье рассматривается методика 3D-сканирования объектов в задачах реверс-инжиниринга. Приведены рекомендации по оптимальному 3D-сканированию разнотипных объектов при помощи оптического 3D-сканера Artec Spider.

Ключевые слова: 3D-сканирование, реверс-инжиниринг, 3D-модель.

Основное направление деятельности совместной учебно-научно-производственной лаборатории аддитивных технологий УО «ВГТУ» и ГП «НТПВГТУ» связано с оказанием услуг реверс-инжиниринга различных изделий на основе технологии 3D-сканирования.

Реверс-инжиниринг (обратное проектирование) представляет собой процесс получения математической модели на основе измерения реального объекта с целью его изучения, усовершенствования, модернизации или копирования (рис. 1).



Рисунок 1 – Схема реверс-инжиниринга изделий

В качестве аппаратных средств реверс-инжиниринга обычно используются 3D-сканеры. 3D-сканер – это высокоточное измерительное устройство, с помощью которого осуществляется процесс определения координат точек, принадлежащих поверхностям физических объектов, а также при необходимости захват текстур и передачу цвета. Область применения 3D-сканеров достаточно широка: 3D-печать, реверс-инжиниринг, цифровое архивирование объектов, реконструкция объектов культурного наследия, проектирование одежды и обуви, разработка дизайн-макетов и т. д.

В настоящее время не существует универсальных методик для сканирования объектов, как следствие, работа с каждым объектом превращается в творческий процесс, в ходе которого вырабатывается индивидуальная методика сканирования для конкретной детали и условий.

Цель статьи – описать методику 3D-сканирования объектов с помощью 3D-сканера Artec Spider и специализированного программного обеспечения Artec Studio на примере решения задачи реверс-инжиниринга детали типа «Рычаг».

На рисунке 2 приведена схема общего алгоритма сборки и обработки данных 3D-сканирования, включающая следующие основные этапы: визуальный анализ объекта и места сканирования, подготовка объекта и условий сканирования, сканирование объекта, обработка данных и экспорт.



Рисунок 2 – Схема общего алгоритма сборки и обработки данных 3D-сканирования

Сканирование объекта начинается с визуального анализа характеристик объекта (размеры, форма, материал и цвет) и условий освещения. На основании анализа разрабатывается техническое задание на сканирование и схема сканирования объекта.

Опыт использования 3D сканера Artec Spider для оцифровки различных объектов позволяет сформулировать ряд рекомендаций по сканированию.

Черные, прозрачные или зеркальные объекты необходимо покрывать специальным матирующим спреем или наносить тонкую краску светло серого цвета.

На однотонные поверхности объекта с недостаточным количеством геометрических и текстурных деталей необходимо наносить специальные метки (рис. 3). Количество меток определяется из расчета, что во время всего сканирования в каждом кадре сканер должен видеть, как минимум 3 метки. Оптимальное количество меток на один кадр – 5 штук.



Рисунок 3 – Сканирование объектов при помощи меток

Для получения наилучших результатов необходимо обеспечить достаточный уровень освещения объекта, при этом свет должен быть средней интенсивности и не прямым. Это предотвратит появление бликов на поверхности сканируемого объекта. Следует избегать условий освещения, при которых на объект попадают тени. При сканировании без текстуры допускается изменение освещения.

Однотонные объекты простой геометрической формы необходимо сканировать: добавив

вспомогательные объекты (например, мятую бумагу) к сканируемой сцене или нарисовав так называемые маркеры (например, X-образной формы) на окружающих поверхностях.

В процессе сканирования объект размещается на поворотном столе. Сканирование производится под углом 45° к объекту сканером, расположенным на расстоянии 200–300 мм, при постепенном вращении стола на 360°.

Уплощенная форма объекта может усложнить процесс сканирования и сборки, так как после двустороннего сканирования область перекрытия двух сканов станет минимальной, что при их совмещении может сильно деформировать модель по толщине. Для решения данной проблемы производится дополнительное сканирование объекта, установленного вертикально.

Обработка полученных сканов проводится в программе Artec Studio в следующей последовательности.

Удаление опорной поверхности и посторонних объектов.

Приведение всех сканов в одну систему координат с помощью инструмента «Сборка».

Оптимизация взаимного положения всех поверхностей в единой системе координат с помощью алгоритма глобальной регистрации.

Удаление полигонального шума, образующегося при сканировании.

Создание полигональной 3D-модели с помощью инструмента «Склейка».

Обработка полигональных моделей (фильтр мелких объектов, заполнение дырок, упрощение полигональной структуры).

Проецирование текстуры отдельных отснятых кадров на склеенную полигональную модель.

Полученная в результате обработки полигональная модель (рис. 4) может быть экспортирована в один из форматов файлов, используемых для 3D-печати или преобразования в CAD модель, например, STL (от англ. Stereolithography).

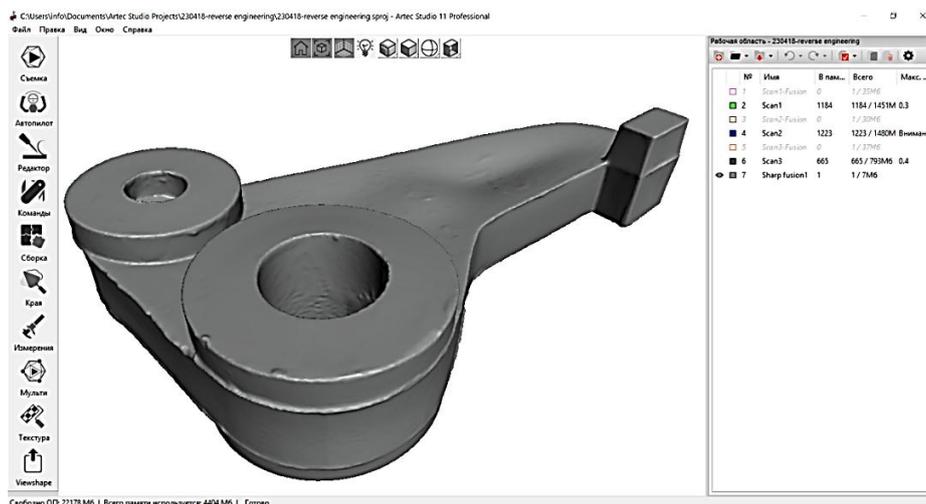


Рисунок 4 – Полигональная модель в окне программы Artec Studio

Предлагаемая методика позволит повысить качество оцифровки и сократить время на обратный инжиниринг изделий.

УДК 004.925.83/.84:[614.844.5:614.884.2]

## ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ПРОТОТИПОВ РОЗЕТОЧНЫХ ОРОСИТЕЛЕЙ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ

*Камлюк А.Н., к.ф.-м.н., доц., Лихоманов А.О., асп., Говор Э.Г., студ.*

*Университет гражданской защиты МЧС Беларуси,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Реферат. Произведен выбор и оценка свойств материала для изготовления