

**РЕВЕРС-ИНЖИНИРИНГ НА БАЗЕ 3D-СКАНИРОВАНИЯ И 3D-ПЕЧАТИ***А. С. ЛАПУШКИН, М. Ю. НИКИТЕНКО**Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Для работников инженерного дела первичным документом является чертеж, который необходимо правильно составить, а при производстве работ – правильно прочитать. В современном мире чертежи не отходят на второй план, но вместе с этим появляются перспективные способы представления и обработки инженерной информации. Сканеры и принтеры для сканирования и печати бумажных документов вошли в повседневную жизнь любого человека. На сегодняшний день сделать копию бумаги с напечатанным текстом не составляет труда, ровно так же, как и не составляет труда перевести ее в формат картинки и далее в формат, пригодный для редактирования. Объекты физические, которые в пространстве имеют форму, размеры и свойства, также поддаются такому редактированию. С ними можно производить такие же операции, при этом современные промышленные 3D-сканеры и 3D-принтеры отвечают на вопрос, как это сделать.

Под промышленным 3D-сканированием подразумевается процесс анализа какого-либо физического объекта и получение определенных данных, на основе которых создается полигональная модель предмета. Используя цифровые модели объектов реально существующего мира можно повышать качество продукции и избегать рисков возникновения браков и недочетов в процессе производства.

3D-сканеры подразделяются на контактные и бесконтактные. Контактные 3D-сканеры исследуют объект непосредственно через физический контакт, пока сам предмет пребывает на поверочной плите, отшлифованной и отполированной до определённой степени шероховатости поверхности. Бесконтактные сканеры используют определённые виды излучения или просто свет и сканируют объект через отражение света или прохождение излучения через объект или среду.

При проведении испытаний объектов железнодорожного подвижного состава и объектов инфраструктуры 3D-сканеры могут найти применение при проверке соответствия продукции необходимым стандартам. Так, с помощью 3D-сканера можно провести контроль качества изделия. Процесс сравнения физических данных и САД-модели эталона может быть полезным методом для определения уровня износа, точности сборки и анализа разрыва детали. В настоящее время лазерные триангуляционные сканеры, устройства, использующие структурированный свет и сканирование контактов, являются ведущими технологиями, которые применяются в промышленных целях. Контактные методы сканирования являются хоть и самыми медленными, но наиболее точными.

Особенно важное значение имеет применение 3D-сканера перед проведением обследований деталей подвижного состава или железнодорожного пути. При подготовке к испытаниям нередко оказывается неизвестной точная геометрия площадки контакта испытываемой детали с другими механизмами и возникает вопрос о форме рабочего органа приспособления, создающего нагрузку на объект испытаний. Данный вопрос поддается решению при применении 3D-сканера, на основании построенной 3D-модели которого можно сделать выводы о нагружающей поверхности.

Нередко происходит так, что технологии проведения испытаний, используемые длительное время, претерпевают доработки под современные стандарты и возникает задача, состоящая в доработке испытательного оборудования. Для решения этой задачи и проводится 3D-сканирование, создание 3D-модели готового изделия и ее воспроизводства в целях улучшения. Следует отметить, что 3D-модель, полученную при сканировании и последующей доработке, можно использовать как эталон при проверке качества новой физической детали, изготовленной для требуемой задачи.

Порядок 3D-печати включает создание модели как в системах САД-моделирования так и при использовании 3D-сканера, приведение модели к формату для печати и саму печать, которая требует временных затрат.

Последовательность печати и образец распечатанного 3D-макета железнодорожного рельса из пластика PLA представлен на рисунке 1.

Также 3D-макеты могут применяться при обучении персонала, а также в образовательном процессе. Например, шаблон для вписывания кривых (рисунок 1) может быть изготовлен с помощью технологий указанных выше. Такие шаблоны применяются в учебном процессе, но требуют высокой точности при их изготовлении.

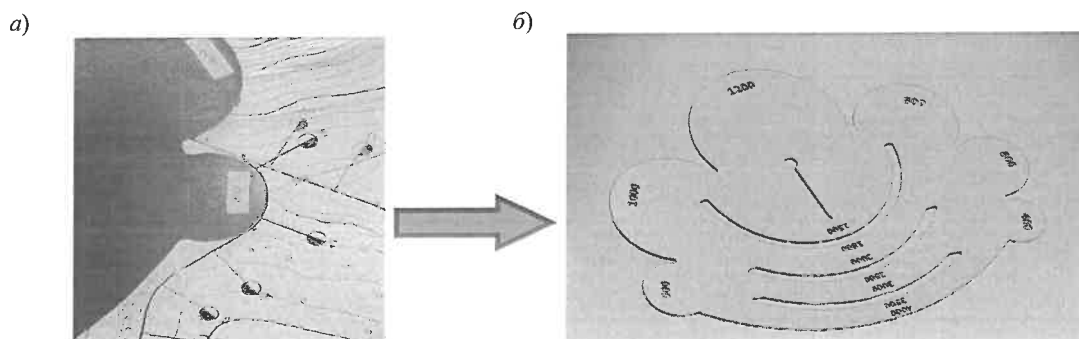


Рисунок 1 – Воспроизведение 3D-модели шаблона, применяемого в процессе обучения:  
*а* – внешний вид шаблона; *б* – подготовка 3D-модели шаблона

Подводя итог, следует отметить, что возможности 3D-печати позволяют воспроизводить реально существующие и вновь разработанные объекты как в реальных размерах, так и в крупных и мелких масштабах, учитывая особенности их сборки разборки и функционирования (рисунок 2).

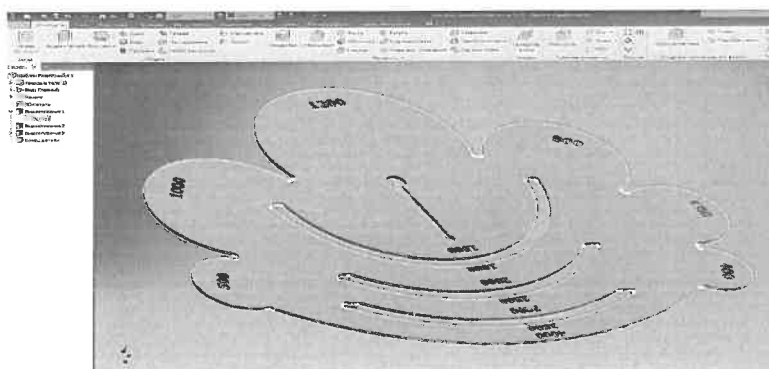


Рисунок 2 – Формирование параметрической модели шаблона для вписывания кривых с использованием Autodesk Inventor

Данный шаблон впоследствии может быть распечатан. Печать такого шаблона возможна как полимером, так и металлом в зависимости от назначения детали. Прочность деталей, созданных с помощью такой печати, может достигать существенных значений. Также следует отметить точность воспроизводства 3D-принтером размеров печатаемой заготовки.

Так называемый реверс-инжиниринг, реализуемый с помощью 3D-сканера, – метод быстрого получения цифрового представления физического объекта. Безусловно, можно использовать различный измерительный инструмент и создать 3D-модель вручную, но это приведет к большим затратам времени и трудовым затратам.

УДК 621.396.962.25

## АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ РАДИОЛОКАЦИОННОГО ОБНАРУЖЕНИЯ МАЛОЗАГЛУБЛЕННЫХ И ПРИПОВЕРХНОСТНЫХ ОБЪЕКТОВ

*И. Ю. МАЛЕВИЧ, А. С. ЛОПАТЧЕНКО, Т. В. ШУКЕВИЧ*

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, г. Минск*

Подповерхностные радиолокационные обнаружители высоко востребованы для локализации неоднородностей и скрытых дефектов при мониторинге состояния дорожных покрытий и исследовании верхнего слоя земной поверхности в ходе строительства объектов различного назначения. Несмотря на наличие ряда специализированных устройств, проблема обеспечения надежного оперативного обнаружения приповерхностных и малозаглубленных объектов до конца не решена, что определяет актуальность задачи совершенствования технических решений радиолокационных обнаружителей малозаглубленных и приповерхностных объектов с непрерывным зондированием.