

В.В.КУЛЕШ, аспирант, *Vilk19@mail.ru*

Г.И.ХУДЯКОВ, д-р техн. наук, профессор, *khudgi@mail.ru*

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург

V.V.KULESH, post-graduate student, *Vilk19@mail.ru*

G.I.KHUDIAKOV, Dr. in eng. sc., professor, *khudgi@mail.ru*

National Mineral Resources University (Mining University), Saint Petersburg

ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСОКОТОЧНЫХ МЕТОДОВ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ ПРИ СОЗДАНИИ ДЕТАЛИЗИРОВАННЫХ ЦИФРОВЫХ КОПИЙ ОБЪЕКТОВ

Представлена бесконтактная технология создания высокоточной цифровой копии объектов на примере фарфоровых статуэток из коллекции «Народы России» музея при Императорском фарфоровом заводе (Санкт-Петербург). Рассмотрена методика полевых работ и обработки полученных материалов с субмиллиметровой точностью при использовании ручного лазерного сканера.

Ключевые слова: высокоточные геодезические методы, цифровая копия, лазерное сканирование, ручной сканер, плотность сканирования, полигональная модель.

APPLICATION OF HIGH-PRECISION METHODS OF LASER SCANNING AT CREATION OF THE DETAILED DIGITAL COPIES OF OBJECTS

The contactless technology of creation of a high-precision digital copy of objects on an example of porcelain figurines from a collection «People of Russia» of the Museum at the Imperial Porcelain Manufactory is presented. The technique of field works and processing of the received materials at use of the manual laser scanner with submillimetric accuracy is considered.

Key words: high-precision geodetic methods, a digital copy, laser scanning, the manual scanner, scanning density, polygonal model.

В промышленности существует большое разнообразие задач, решение которых требует разработки и применения высокоточных методов измерения. Среди них: установка оборудования в заданное положение, выверка различного рода объектов, контроль формы изготовленных изделий. Не последнее место занимают и задачи по созданию высокоточных копий предметов. Так, например, одна из них возникает при изготовлении копий предметов изобразительно-го искусства: предметов из стекла, фарфора, керамики, ювелирных украшений.

Огромное значение при копировании такого рода объектов имеет сохранение ори-

гинала и непричинение ему вреда. Однако традиционные методы создания форм и копий по существующим оригиналам требуют непосредственного контакта, что оказывает негативное влияние на сохранность объекта. Если же копирование выполняется на основе визуального восприятия мастера, то фактически при этом создается новое произведение искусства*.

* Наземное лазерное сканирование / В.А.Середович, А.В.Комиссаров, Д.В.Комиссаров, Т.А.Широкова; Сиб. гос. геодез. акад. Новосибирск, 2009. 259 с.

Seredovich V.A., Komissarov A.V., Komissarov D.V., Shirokova T.A. Land laser scanning / Siberian state geodetic academy. Novosibirsk, 2009. 259 p.



Рис.1. Фотография статуэтки «Чукча-женщина»

Современное развитие технологий в геодезии позволяет создать цифровую трехмерную копию объекта, по которой впоследствии на фрезерном станке или 3D-принтере можно изготовить твердую копию. При этом цифровой аналог создается методом высокоточного лазерного сканирования*. Рассмотрим решение данной задачи на примере фарфоровых статуэток «Народы России» из коллекции музея Императорского фарфорового завода (Санкт-Петербург). Все скульптуры были изготовлены заводом в начале XX в. и представляют собой историческую ценность, их оригиналы хранятся в Эрмитаже, а копии создаются для других музеев России. Высота статуэток не превышает 40 см. Задачу копирования еще более усложняет наличие мелких деталей (кисти, лицо, украшения) и труднодоступные места (рис.1).

* Медведев Е.М. С лазерным сканированием на вечные времена / Е.М.Медведев, А.В.Григорьев // Геопрофи. 2003. Вып.1. С.5-10.

Medvedev E.M., Grigoriev A.B. With laser scanning forever // The Geoprofi. 2003. Iss.1. P.5-10.

Требуемая плотность точек при создании цифровой копии – 0,5 мм, для мелких деталей – 0,1 мм, точность – 0,1 мм. Существует несколько стационарных лазерных сканеров и радаров, позволяющих получить необходимые параметры съемки объекта. Однако в связи с особенностями измеряемого объекта, при использовании сканеров и радаров потребуется сканировать статую с большого количества стоянок, что сильно увеличит время работы и затруднит обработку отснятого материала. Поэтому было принято решение применить ручной портативный 3D-сканер. Сканер EхаScan компании HandyScan позволяет сканировать с максимальной плотностью до 0,05 мм и точностью порядка 0,04 мм. Для корректной работы прибора необходимо наличие светоотражающих марок непосредственно вблизи объекта, по которым камеры определяют положение сканера в пространстве. Для этого были изготовлены картонные основы с марками, наклеенными в хаотичном порядке. При сканировании они устанавливались позади статуэтки в зоне видимости сканера.

Перед началом работ была выполнена калибровка прибора с помощью специальной калибровочной доски с марками по установленной производителем технологии. Сам процесс лазерного сканирования производился с плотностью 0,5 мм при двух положениях статуэтки с перекрывающимися частями: «лежа на спине» и «лежа на животе». Это позволило в полной мере охватить объект. Далее плотностью 0,1 мм отдельно снимались лицо, кисти рук и украшения. Особенностью прибора и программного обеспечения является возможность в онлайн режиме на мониторе компьютера контролировать ход работ, что позволило устранить слепые зоны повторным сканированием неотснятой части статуэтки.

Полное сканирование одной статуэтки, по результатам которого было получено несколько облаков точек, занимало порядка 1,5 ч. После этого в программе Geomagic Studio в каждом облаке были удалены точки, не принадлежащие статуэтке. Отдельные части были слиты в одно общее облако по

общим точкам. Далее по облаку была построена трехмерная полигональная модель объекта соединением соседних точек в треугольники. Камеральные работы по предварительной обработке сканов заняли около часа. После этого, при необходимости, можно произвести более детальную обработку и анализ цифровой модели, например: сглаживание шероховатостей и уменьшение деталей, которые будут покрываться глазурью, позолотой и т.п., виртуальное восстановление недостающей детали или расчет количества необходимых для проведения дальнейших работ материалов.

Обработанная цифровая модель (рис.2) в зависимости от выбранной технологии сохраняется в необходимом формате и подгружается в программируемый фрезерный станок для изготовления копии из различных твердых материалов или в лазерный трехмерный принтер для создания объекта из фотополимеров.

Таким образом, рассмотренная технология лазерного сканирования и трехмерного моделирования дает следующие преимущества по сравнению с традиционными методами:

- высочайшая точность и достоверность результатов измерений;
- отсутствие контакта с объектом сканирования;
- существенное сокращение времени на создание прототипа;



Рис.2. Цифровая копия статуэтки «Чукча-женщина»

- возможность многократного создания прототипа в любом масштабе;
- создание сечений и форм для любой детали модели;
- виртуальная реставрация и воссоздание произведений искусства;
- использование 3D-моделей для компьютерной анимации.