А.В. ЛИХОВЦЕВА

Искусствовед Ассоциации искусствоведов (АИС), главный хранитель фондов, Студия художников им. В.В. Верещагина МВД России

e-mail: likhovtsev@yandex.ru

A.V. LIKHOVTSEVA

The member of Association of art critics (AIS). The main curator of The art collection of The Ministry of Internal Affairs of Russia

e-mail: likhovtsev@yandex.ru

ЭКСПЕРТИЗА И ПРОБЛЕМАТИКА ВНЕДРЕНИЯ 3D-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ СОЗДАНИИ И КОПИРОВАНИИ ПРОИЗВЕДЕНИЙ ИСКУССТВА

EXPERTISE AND PROBLEMS OF IMPLEMENTING 3D TECHNOLOGIES IN CREATING AND COPYING WORKS OF FINE ART

Статья посвящена вопросам экспертизы и проблематике внедрения 3D-технологий при создании и копировании произведений искусства. 3D моделирование, 3D сканирование, 3D воспроизведение и 3D печать радикально изменили не только презентацию произведения, но и процесс его создания, воплощения, репродукции. Проблема оригинальности произведения и степень участия автора при его создании обозначена как научная проблема уже десятки лет. Технологии нового поколения позволяют совершенствовать виды репродукций. Внедрение трехмерных технологий и искусственного интеллекта обусловило проблематику в некоторых сферах экспертизы произведений искусства. Вместе с тем, новые технологии 3D и использование искусственного интеллекта открыли новые возможности, которые позволят музеям в будущем не только развивать образовательные программы, но и совершенствовать работу эксперта, вывести экспертизу произведений искусства на новый профессиональный уровень.

The essay is devoted to the art expertise and issues of implementation of 3D technologies in the creation and copying of works of fine art. 3D modeling, 3D scanning, 3D reproduction and 3D printing have radically changed the presentation of the object, the process of creating, embodying, reproduction. The problem of originality of the work of art, had made original part by the author has been designated as a scientific problem for many years. New generation technologies allow us to improve the types of reproductions. The introduction of three-dimensional technologies and artificial intelligence has caused problems in sphere of art expertise. At the same time, new 3D technologies and the use of artificial intelligence have opened up new opportunities for museums, which develop educational programs as they do, but also will improve the work of experts in the future and develop art expertise to a new professional level.

Ключевые слова: экспертиза, произведение искусства, технологии нового поколения, искусственный интеллект, 3D моделирование, 3D сканирование, 3D воспроизведение, 3D печать, принтер, сканер, скульптура, живопись, база данных, электронный банк, каталог, фактура, рентгенограмма, почерк, компьютерный сравнительный анализ.
Keywords: expertise, fine art, new generation technologies, artificial intelligence, 3D modeling, 3D scanning, 3D reproduction, 3D printing, printer, scanner, sculpture, painting, database, electronic Bank, catalog, surface, radiograph, handwriting, computer comparative analysis.

Технологии нового поколения для создания и копирования произведений искусства совершенствуются и находятся в постоянном развитии. Совершенствуются различные виды репродукций, что ставит новые задачи перед исследователем, искусствоведом и экспертом. Проблема оригинальности произведения и степень участия автора при его создании обозначена как научная проблема уже десятки лет.

Проблема современного копирования и фальсификации скульптур прошлого неоднократно актуализировалась в 2000-е гг. в научных работах О.В.Яхонта [1]. В течение многолетней экспертной работы ему «неоднократно приходилось определять произведения отечественных и

зарубежных скульпторов, выполненных после смерти автора — отлитых в гипсе и бронзе (или в ином металле). Среди авторов моделей этих произведений были А.Архипенко, А.Бари, Е.Лансере, О.Роден, Мэн, А.Голубкина, С.Лебедева, Ф.Толстой, П.Трубецкой, И.Шадр и др.». Как обращает внимание ученый, многие из представленных на экспертизу скульптур «были выполнены на высоком техническом уровне и прекрасно передавали художественные качества оригиналов. Некоторые из скульптур превосходили» по качеству «те, которые были выполнены при жизни создателей. Многие музеи мира и частные коллекции обладают произведениями известных мастеров скульптуры переведёнными в вечные материалы без участия самих авторов и часто после их смерти. В парижском музее О.Родена экспонируются многие бронзовые произведения, отлитые после смерти автора» [2].

На сегодняшний день 3D-технологии развиваются и совершенствуются. Оборудование 3D — 3D сканеры, 3D принтеры, программное обеспечение, программы и т.д. — стали более доступны, получили широкое распространение и применяются скульпторами, художниками и дизайнерами на разных стадиях работы при создании произведений искусства. В этой связи возникает необходимость изучения специфики технологии и продукции 3D, а также потребность обозначить новые аспекты проблемы современного копирования, воспроизведения и экспертизы произведений искусства.

История технологии объемного изображения насчитывает более ста лет — достаточно вспомнить стереофотографию и стереоскопы, стереокино и электротеатры, стереолитографию [3]. Технологии стереолитографии (SLA) послужили основой принципа работы 3D принтеров в настоящее время.

Вместе с тем, уровень распознавания объектов и поверхностей с помощью искусственного интеллекта сегодня приобретает компьютерную точность, а обработка полученных данных стала занимать считанные секунды. С появлением устройств и инновационных технологий для получения моделей в трехмерном изображении появилась возможность воспроизведения объектов в цифровом формате с высокой степенью детализации их формы, поверхности, структуры и др. Таким образом, 3D моделирование, 3D сканирование, 3D воспроизведение и 3D печать радикально изменили не только презентацию объекта, но и процесс создания, воплощения произведения, а также его репродукции.



Рис. 1. Ручной 3D-сканер Einscan PRO 2X Plus

3D моделирование: 3D моделирование позволяет создавать модели любой сложности на основе существующих набросков, эскизов, фотографий, с соблюдением стопроцентной точности относительно оригинала [4]. 3D моделированию часто предшествует этап 3D сканирования, которое осуществляется посредством использования 3D сканеров.

3D сканер: отдельные модели 3D сканеров [5] рассчитаны на сканирование объектов любого уровня сложности. Благодаря высокому качеству детализации, мельчайшие детали воспроизводятся с максимальной точностью. 3D сканеры имеют отличные показатели захвата текстур, гарантируют лучшие результаты при воссоздании поверхности объектов. Данный вид устройств с легкостью и без малейших усилий со стороны пользователя автоматически выстраивает сетку сканирования.

Таким образом, 3D технологии позволяют абсолютно точно воспроизвести не только форму произведения скульптуры, но и специфику ее поверхности и тонкую фактуру, которая всегда, считалось, заключает технические и технологические признаки, следы использования характерных для автора и его времени инструментов, технологических методов и приемов.

Технологии 3D — моделирования, сканирования, печати — позволили сегодня не только создавать новые произведения, но и точно воспроизводить существующие, с учетом их текстуры и фактуры. В образовательных программах музеев широко стали использоваться специально созданные скульптуры тактильного восприятия искусства. В качестве примера можно привести выставку тактильных экспонатов «Трогательная история» в Государственном Историческом музее (02.10 — 04.11.2019), в рамках которой были представлены высокоточные копии знаковых памят-

ников средневековой Руси и Московского царства [6; 7].



Рис. 2. Сканирование скульптуры из собрания ГИМ

Внедрение новой технологии изменило представление не только о воспроизведении скульптуры, но и живописной поверхности. Ранее специалистами считалось, что авторскую аутентичную фактуру живописного произведения невозможно механически повторить ввиду того, что эта богатая ткань содержит слишком сложный и невероятно широкий диапазон признаков и индивидуальных черт почерка автора. Сегодня 3D сканер позволяет создавать трехмерную модель, в том числе, посредством использования технологии выращивания рельефа. Чем светлее оттенок серого — тем тоньше рельеф, чем темнее оттенок серого — рельеф будет выше. 3D сканер воспроизводит рельеф живописной поверхности с точностью до 1 мм. При желании, технология позволяет изменять масштаб произведения и толщину красочного слоя. Безусловно, при экспертизе произведения искусства специалисты подвергают тщательному исследованию и анализу состав и возраст материалов, проверяют на соответствие как отдельные элементы, так и их связи. Вместе с тем, появление подобного рода воспроизведений требует определенной внимательности.

После этапов 3D сканирования и моделирования на 3D принтере печатается трехмерная модель. В случае скульптуры, это так называемая мастер-модель — рабочая модель — прототип объекта, который в дальнейшем может быть использован для производства серии скульптур из необходимого материала нужным тиражом. Таким образом, 3D технологии позволяют получить точную форму для дальнейшего отлива скульптуры и рельефа.

3D принтер: в настоящее время появились новые методы 3D производства. Изначально широкое распространение получила трехмерная печать термопластов в виде моноволокна [8]. Сегодня также используют печать на 3D принтерах из металла, порошковых пластмасс,

светоотвердевающих смол, гипса и т.д. Основой принципа работы 3D принтера также служат технологии стереолитографии (SLA).

Особенность характеристик некоторых моделей фотополимерных 3D принтеров позволяет реализовать следующие возможности:

— печать объектов очень сложной геометрии;

— ювелирная точность печати с толщиной слоя 25 мкм.

Существуют следующие методы [9] трехмерной печати:

— трехмерная печать термопластов в виде мононити — применение последующих слоев полужидкого пластика (FDM/FFF);

— отверждение светочувствительных смол с использованием лазерного луча (SLA), света от излучаемого проектором (DLP) или УФ-лампой (PolyJet / MJP);

— селективная адгезия гипсового порошка (CJP) или песка (Binder Jetting);

— селективная адгезия пластмассовых порошков и их сварка (MJF);

— селективное спекание порошковых пластмасс (SLS);

— селективное плавление порошкообразных металлов (SLM, DMLS, EBM) [9].

Таким образом, разные виды 3D принтеров осуществляют печать из разных материалов, позволяют воспроизводить модели на разных стадиях и этапах создания произведения, создают разные эффекты поверхностей, не имея геометрических ограничений для воплощения форм.

Внедрение трехмерных технологий и искусственного интеллекта обусловило проблематику в некоторых сферах экспертизы произведений искусства. Современные возможности 3D моделирования, 3D сканирования и 3D печати давно превзошли пунктировальную машину и эпидиаскоп и стали широкодоступными, позволяя осуществлять печать разными видами пластика, краски, гипсом, а также металлами. Кроме того, необходимо подчеркнуть, что новые технологии позволяют осуществлять печать на разных поверхностях.

Трехмерная технология позволяет:

— сканировать оригинальное произведение;

— воспроизводить произведение (создание реплик и повторений);

— моделировать отдельные детали, элементы и фрагменты произведения;

— выполнять высокоточные формы с произведения, которые могут быть использованы как промежуточный технологический этап при выполнении тиража;

— выращивать рельеф (с применением различных материалов) по заданному образцу на разных основах и поверхностях.

Безусловно, технологические экспертизы по-прежнему определят возраст материалов, состав элементов, возраст их связей, внимательный эксперт выявит признаки естественного старения и признаки аутентичности поверхности, но обратить внимание на факт, что внедрение новых технологий создает определенные нюансы в работе исследователя важно и необходимо. Новые технологии ставят перед ученым новые проблемы и требуют филигранного и высокоточного подхода в работе. Вместе с тем, вопросы внедрения новых технологий 3D и использования искусственного интеллекта не только обозначили для исследователей соответствующую проблематику, но и открыли новые возможности.

Внедрение современных технологий (3D сканирования, 3D моделирования, 3D печати, использование возможностей искусственного интеллекта) позволит музеям в будущем не только развивать образовательные программы, но и совершенствовать работу эксперта, вывести экспертизу произведений искусства на новый уровень посредством:

— создания электронных банков и каталогов фактур произведений;

— создания электронных банков и каталогов рентгенограмм произведений;

— создания электронных банков и каталогов почерковых элементов;

— использования программного обеспечения при проведении компьютерного сравнительного анализа произведений;

— выявления и фиксации признаков индивидуальных опорно-двигательных особенностей движения руки мастера.

С внедрением того или иного технологического новшества, специалист всегда должен быть готов к появлению новых форм произведений искусства, комбинаций техник и вырабатывать новые подходы и методы работы, адаптированные с учетом соответствующей специфики. Эксперт должен видеть, прогнозировать, предугадывать возможности и специфику внедрения технологической новинки, используя научный и практический опыт в данной сфере.

Примечания:

1. «В конце 1990-х начале 2000-х гг. в ряде европейских городов прошли выставки-продажи современных бронзовых копий, выполненных с гипсовых произведений Огюста Родена. Производитель убеждал, что бронзовые копии равноценны оригиналам и являются подлинными произведениями Родена. Фонд и Музей Родена обосновывал свою позицию тем, что их производство соответствует завещанию скульптора, который поручил наследникам с целью пропаганды его искусства и финансового содержания его музея осуществлять изготовление повторений его работ для продажи. После смерти Родена этот процесс носил неконтролируемый характер, в ходе которого изготавливались гипсовые, бронзовые копии и мраморные повторения. В результате, правительство Франции приняло решение об ограничении тиража и контроле проводимых работ. Позднее Декретом 3 марта 1981 г. французское правительство утвердило определять эти произведения как "репродукции". В магазинах знаменитых европейских музеев (в том числе Лувра и д'Орсе) были представлены в продаже новые бронзовые, гипсовые (тонированные под бронзу) и из синтетических материалов (резины) копии скульптур О.Домье, О.Родена, Э.Дега, А.Бари и др. мастеров прошлого, оригинальные произведения которых находятся в собраниях этих музеев. В этих произведениях поставлены авторские сигнатуры. Как многие ранние произведения этих авторов они не имеют клейм литейщиков, указания номера и числа экземпляров тиража как это должно было быть сделано в соответствии с Декретом 3 марта 1981 г. Таким образом, на рынок поступила большая группа копий имитирующая популярные работы скульпторов в том виде и состоянии как это осуществлялось при жизни авторов» (Яхонт О.В. Проблема современного копирования и фальсификации скульптуры прошлого // Экспертиза и атрибуция произведений изобразительного искусства: материалы X научной конференции 2004 года. — М., 2006. — С. 179–181).

2. *Яхонт О.В.* Поздние отливы в бронзе произведений скульптуры и их место в музеях и на художественном рынке // Экспертиза и атрибуция произведений изобразительного искусства: материалы XIV научной конференции 2008 года. — М., 2010.

3. Стереолитография считается первым аддитивным методом, подразумевающим селективное отверждение лазерным лучом последовательных слоев фотополимерной смолы. Первый аппарат для стереолитографии был запатентован Чаком Халлом в 1984 г. (Charles W.Hull. U.S. Patent «Apparatus for production of three-dimensional objects by stereolithography». 1984). Ч.Халлом была также основана и первая компания, выпускающая и продающая 3D принтеры в мире —

3D Systems. Кроме Ч.Халла, в 1980-е гг. над стереолитографией работали Ален Ле Меауте во Франции и Хидео Кодама в Японии.

4. Моделирование является также стадией для последующей визуализации и анимации отдельного объекта. Существует несколько видов моделирования: полигональное, сплайновое, NURBS моделирование или технология Non-Uniform Rational B-Spline. Для различных задач применяются соответственно разные методы и программы 3D моделирования.

5. Разработчики следующим образом поясняют принцип работы 3D сканеров: «Многие модели работают на основе белого света, который гарантирует высокую точность при захвате геометрии и текстуры предмета даже очень сложной формы. На объект излучают направленные пассивные волны и обнаруживают его отражение для анализа. Используют светодиодный или лазерный луч, реже рентгеновский луч, инфракрасное излучение или ультразвук. Обработка информации осуществляется средствами САПР. Каждый этап сканирования завершается автоматическим созданием файла, готового к дальнейшей обработке и совместимого с любой моделью 3D принтера. При желании, полученное изображение одним кликом можно экспортировать в онлайн-хранилище. Возможно использовать фиксированный или автоматический режим для работы с любыми объектами, в том числе с захватом цвета или с целью воспроизведения физических свойств исходной модели. Калибровка и выравнивание сетки полностью автоматизированы». — URL: https://sprint3d.ru/ (дата обращения: 07.11.19).

6. URL: https://shm.ru/shows/22250/ (дата обращения: 07.11.19).

7. «Все экспонаты сделаны с очень высокой степенью точности — вплоть до шероховатостей, щербинок, трещинок, чтобы у человека создавалось полное впечатление об оригинале», — рассказал президент благотворительного фонда поддержки слепоглухих «Со-единение» Дмитрий Поликанов. — URL: https://www.tvc.ru/news/show/id/169553 (дата обращения: 15.11.19).

8. Компания Stratasys является создателем технологии FDM. Materialize — одна из крупнейших сервисных компаний в области 3D печати, которая появилась в 1991 году.

9. URL: https://sprint3d.ru/ (дата обращения: 07.11.19).

Список литературы:

1. *Яхонт О.В.* Проблемы консервации, реставрации и атрибуции произведений искусства. Избранные статьи. ГосНИИР. — Москва: Сканрус, 2010.

2. *Яхонт О.В.* Проблема экспертизы произведений скульптуры после их поновления // Экспертиза и атрибуция произведений изобразительного ис-

кусства: материалы VII научной конференции 2001 года. — Москва, 2003. — С. 161–166.

3. *Яхонт О.В.* О методологии атрибуции скульптуры // Экспертиза и атрибуция произведений изобразительного искусства: материалы VIII научной конференции 2002 года. — Москва, 2004. — С. 189–192.

4. *Яхонт О.В.* Некоторые замечания по проблеме атрибуции произведений искусства или о решающих критериях определения подлинности // Экспертиза и атрибуция произведений изобразительного искусства: материалы IX научной конференции 2003 года. — Москва, 2005. — С. 245–249.

5. *Яхонт О.В.* Проблема современного копирования и фальсификации скульптуры прошлого // Экспертиза и атрибуция произведений изобразительного искусства: материалы X научной конференции 2004 года. — Москва, 2006. — С. 179–181.

6. *Яхонт О.В.* Поздние отливы в бронзе произведений скульптуры и их место в музеях и на художественном рынке // Экспертиза и атрибуция произведений изобразительного искусства: материалы XIV научной конференции 2008 года. — Москва, 2010.

7. *Лиховцева А.В.* Практика коллекционирования // Берега. — 2015. — № 3. — С. 165–167.

8. URL: https://zen.yandex.ru/media/id/5a9335c38c8be35e7e03c531/10-tehnologii-3d-pechati-o-kotoryh-vy-ne-znali-5aae89c1ad0f22e60fe40928 (дата обращения: 07.11.19).

9. URL: http://bim4u.ru/?yclid=6443840118447431114 (дата обращения: 07.11.19).

10. URL: https://robot-ik.ru/obzory/kak-rabotaet-ustroystvo-3d-skanerov-tehnologii-i-printsipy-skanirovaniya/ (дата обращения: 07.11.19).

11. URL: https://can-touch.ru/blog/vse-o-3d-skanerax/ (дата обращения: 07.11.19).

12. URL: https://make-3d.ru/articles/chto-takoe-3d-skaner-i-kak-on-rabotaet/ (дата обращения: 07.11.19).

13. URL: https://sprint3d.ru/ (дата обращения: 07.11.19).

14. URL: https://shm.ru/shows/22250/ (дата обращения: 07.11.19).