

2016
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ ИСТОРИИ
ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ и ТЕХНИКИ
им. С. И. Вавилова
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

**ГОДИЧНАЯ
НАУЧНАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ**



ИИЕТ РАН

МОСКВА

УДК 001.5, 001.6, 001.8, 001.9, 001.92, 165.9,
93(092), 93(093), 930.85, 930.253
ББК 72.3 72.4 73

Редакционная коллегия:

Р. В. Артеменко (отв. редактор), М. В. Шлеева (секретарь)

Редакционный совет:

А. Г. Аллахвердян, Н. А. Ащеулова, Ю. М. Батулин,
В. Л. Гвоздецкий, С. С. Демидов, С. С. Илизаров, Н. И. Кузнецова,
А. В. Леонов, Е. Б. Музрукова, А. Г. Назаров, А. М. Смолеговский,
Р. А. Фандо, В. А. Широкова

Рецензенты:

д-р ист. наук, проф. *В. Н. Парамонов*
(Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С. П. Королева);
канд. геол.-минер. наук *О. А. Соколова* (ИИЕТ РАН)

Институт истории естествознания и техники им. С. И. Вавилова.

Годичная научная конференция (2016). — М.: ИИЕТ РАН, 2016. — 780 с.

Труды XXII Годичной научной международной конференции Института истории естествознания и техники им. С. И. Вавилова РАН включают в себя доклады сотрудников Института по проблемам, изучаемым в рамках государственного задания ИИЕТ РАН, Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Исследование исторического процесса развития науки и техники в России: место в мировом научном сообществе: социальные и структурные трансформации», а также исследовательских проектов РГНФ и РФФИ. В настоящий сборник включен также ряд докладов историков науки и техники из других отечественных и зарубежных научных организаций, принимавших участие в Годичной международной конференции ИИЕТ РАН.

Для историков науки и техники и широкого круга специалистов, занимающихся общими проблемами развития науки и техники.

Текст опубликован в авторской редакции

Формат 60×90/16. Печ. л. 58,6. Зак. № 2978.

Отпечатано в типографии ООО «Сам Полиграфист».
129090, Москва, Протопоповский переулок, д. 6.

ISBN 978-5-98866-064-4



© ИИЕТ РАН, 2016

© Авторы, 2016

**Лазерное сканирование крейсера «Аврора»
и скульптуры «Родина-мать зовёт!»:
цифровое сохранение советских символов**

А. В. Леонов, М. Н. Аникушин

Научно-техническое наследие — одно из бесспорных достижений советского периода нашей истории. Не случайно многие советские символы являются техническими объектами или комплексами, либо именами людей, образы которых воплощают собой технические достижения. ГОЭЛРО и БАМ, Шаболовка и Останкино, Королёв и Курчатов, sputnik, Gagarin, Kalashnikov... Как пел Ю. Визбор: *«Зато мы делаем ракеты / И перекрестили Енисей / А также в области балета / Мы впереди планеты всей»*. Русский балет, однако, блистал еще в XIX в. Таким образом, задача сохранения советского наследия в значительной степени состоит в сохранении технических объектов и комплексов, прежде всего, имеющих символическое значение.

Специфика крупномасштабных объектов технического наследия

Крупномасштабные объекты технического наследия отличаются от других типов культурного наследия тем, что значительно сложнее поддаются музеефикации. Крупные здания и сооружения, металлические и железобетонные конструкции, механизмы и транспортные средства, находящиеся на открытом воздухе и выведенные из эксплуатации, как правило, лишены постоянного обслуживания, со временем стареют и разрушаются. В то же время, приспособление этих объектов под современное использование, что позволяет продлить их жизнь, как правило, включает внесение изменения в историческую конструкцию, демонтаж или замену оригинальных элементов, добавление новых деталей.

Исследователи проблемы сохранения индустриального наследия неоднократно отмечали, что использование крупномасштабных исторических технических объектов в новом качестве (и неизбежно необходимая при этом реконструкция) — зачастую единственный способ сохранить их, в том числе, и для выполнения музейных функций.

Например, крейсер «Аврора», обслуживанию которого в советское время уделялось значительное внимание, пережил неоднократные ремонты, демонтажи и замены артиллерийского вооружения, различных механизмов и внутренней обстановки. В ходе масштабного ремонта 1984–1987 гг. было заменено около половины корпуса и надстроек (в т. ч. отрезана и заменена вся подводная часть корабля, сняты паровые котлы), при этом на новом корпусе вместо заклёпок применялась электросварка. Всё это дало повод говорить о превращении «Авроры» в нововел. С 2014 г. крейсер года вновь находится в ремонте, который должен завершиться к лету 2016 г. Восстанавливать его исторический облик не планируется, *«поскольку для этого потребуется воссоздавать боевую рубку, строить два паровых спасательных катера, возводить батарею палубу, ставить восемь 152-мм орудий, две паровые машины, три торпедных аппарата...»* [1].

Шаболовская радиобашня, на протяжении десятков лет лишённая подобного обслуживания, к настоящему времени находится в удручающем техническом состоянии. С другой стороны, лишь отсутствие обслуживания позволило «шуховской» несущей конструкции до сих пор сохраниться в своём оригинальном виде. Сравнимая по масштабу Эйфелева башня в Париже регулярно

подвергается замене части металлических элементов; по некоторым оценкам, оригинальных металлических элементов в ней уже практически не осталось. Любой вариант реконструкции Шаболовской башни, необходимый для её спасения, неизбежно будет включать замену части проржавевших оригинальных элементов, что обязательно повлечёт за собой и изменения в геометрии башни. В то же время, отсутствие обслуживания приведет к её разрушению.

Таким образом, жизненный цикл крупномасштабного памятника техники, существующего достаточно долгое время, практически всегда включает постепенное изменение исторической конструкции, утерю оригинальных элементов и добавление новых. В связи с этим особую важность приобретает сохранение информации о состоянии конструкции на разных исторических этапах. Сохранение информации о памятнике техники — это не разовое действие, а постоянный процесс, которым необходимо заниматься точно так же, как и поддержанием его физической целостности и сохранности.

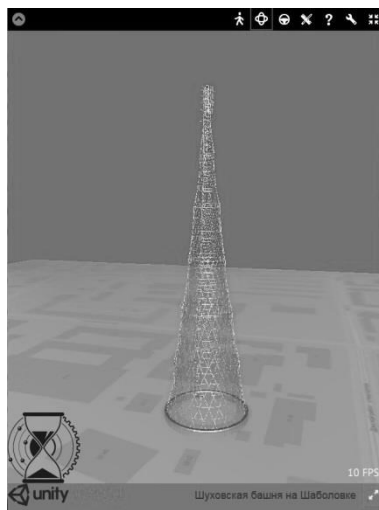
3D-технологии сохранения информации об объектах

К традиционным способам сохранения информации об объектах долгое время относились описания, обмеры, зарисовки; в начале XX в. к этому добавилось документальная фотография и киносъёмка. В начале XXI в. стали активно развиваться способы сохранения трёхмерной информации: лазерное сканирование и фотограмметрия, в том числе, с использованием «структурированного света». В отличие от двумерного чертежа или фотографии, эти методы позволяют сохранить геометрическую информацию об объекте в некоторой трёхмерной системе координат, связанной с объектом. Это принципиально отличает трёхмерные модели от двумерных изображений [2].

Для объектов небольшого масштаба, в частности, музейных экспонатов, расположенных в закрытых помещениях, могут применяться различные методы сохранения трёхмерной информации. Для крупномасштабных технических объектов, архитектурных сооружений, расположенных на открытом воздухе, единственным эффективным способом фиксации трёхмерной геометрии с высокой точностью и детализацией является лазерное сканирование с применением современных промышленных лазерных сканеров.

Преимущества лазерного сканирования, необходимость его применения для сохранения информации о памятниках техники очевидны всё большему кругу специалистов. Например, Смитсоновский институт в 2013 г. объявил о масштабной программе сканирования экспонатов из своих коллекций, включая в том числе памятники техники — самолёт братьев Райт и другие историко-технические экспонаты [3].

Применение новых 3D-технологий для сохранения информации о памятниках техники стало приоритетной целью Центра виртуальной истории науки и техники ИИЕТ РАН с момента его создания в 2011 г. В 2011–2013 гг. было выполнено лазерное сканирование и трёхмерное моделирование Шаболовской радиобашни [4]. Созданная цифровая 3D-модель может использоваться для контроля качества реставрации и реконструкции, либо для воссоздания башни в случае её утраты. Кроме того, на основе созданной 3D-модели разработано общедоступное интернет-приложение, которое позволяет виртуально «путешествовать» по модели башни и изучать её конструкцию, а также показывает основные этапы развития конструкции башни со временем.



*Шаболовская радиобашня. Слева — фото А. В. Леонова, 2011 г.
Справа — интерактивная 3D-модель, ИИЕТ РАН, 2016 г.*

В 2015 г. наработанный опыт был применён в двух новых проектах, в ходе которых было выполнено сохранение трёхмерной информации о крейсере «Аврора» и скульптуре «Родина-мать зовёт!» — крупных технических объектах, которые, как и Шаболовская башня, являются советскими символами, памятниками истории и культуры.

Лазерное сканирование крейсера «Аврора»

Как отмечалось выше, с 2014 г. на крейсере «Аврора» осуществляется ремонт, в ходе которого ведётся, в том числе, реконструкция музейной экспозиции. Эта экспозиция расположена в шести помещениях крейсера, имеющих сложную геометрию, в т. ч. криволинейные стены, в связи с чем для эффективного планирования новой экспозиции требовалась точная трёхмерная модель помещений. Для создания такой 3D-модели в 2015 г. по заказу Центрального военно-морского музея было выполнено лазерное сканирование и 3D-моделирование шести помещений крейсера, где расположена музейная экспозиция. Сканирование и геометрическое 3D-моделирование помещений осуществили специалисты ООО «Триметари Консалтинг»; планирование музейной экспозиции на созданной геометрической основе было выполнено ООО «ПроСтиль» (С.-Петербург). По инициативе авторов статьи, поддержанной директором ИИЕТ РАН Ю. М. Батуриным, ООО «Триметари Консалтинг» в 2015 г. по заказу ИИЕТ РАН было выполнено также сканирование крейсера целиком (точнее, его большей части, оказавшейся доступной для сканирования на тот момент). Таким образом, удалось сохранить детальную информацию о геометрии крейсера по состоянию на 2015 г.

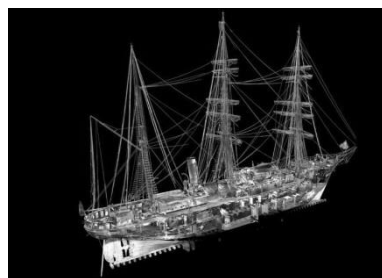


Слева — фотография, автор неизвестен, 2009. Справа — результат лазерного сканирования (трёхмерная точечная модель), 2015.

Отметим, что крупномасштабное лазерное сканирование исторических военных кораблей и гражданских судов (кораблей-музеев) стало выполняться в мире лишь в последние годы. Например, в 2014 г. был частично отсканирован американский линкор «Нью-Джерси» (USS New Jersey), который был спущен на воду в 1942 г., принимал участие во второй мировой, вьетнамской и других войнах, а с 2001 г. является кораблём-музеем [5]. Была отсканирована верхняя палуба, один из внутренних коридоров, одна из орудийных башен, часть корпуса снаружи. Как пишут авторы: «...это, по-видимому, первый крупномасштабный скан американского военного корабля» [5, с. 13].

В 2013 г. было выполнено лазерное сканирование знаменитого судна «Дискавери» (RSS Discovery) [6]. Это последний в истории британского судостроения деревянный трёхмачтовый барк, построенный в 1900–1901 гг. специально для Британской национальной антарктической экспедиции 1901–1904 гг. В настоящее время это судно принадлежит фонду Dundee Heritage Trust и является кораблём-музеем, его лазерное сканирование было выполнено компанией Digital Surveys по заказу фонда. Какие-либо технические параметры выполненного сканирования и полученных трёхмерных данных, к сожалению, в доступной литературе обнаружить не удалось.

Лазерное сканирование крейсера «Аврора» было выполнено 6–10 апреля 2015 г. бригадой из двух специалистов. Использовались лазерные сканеры Leica ScanStation P20 и FARO Focus3D Multisensor, было сделано соответственно 74 и



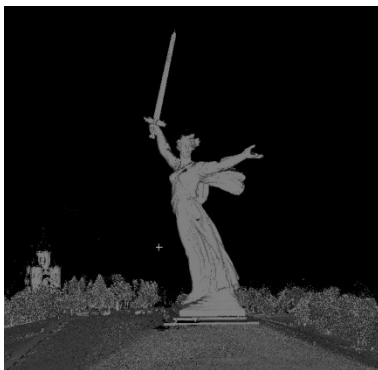
«Дискавери». Слева — историческое фото, 1902 [7]. Справа — точечная трёхмерная модель, результат лазерного сканирования, 2013 [6].

125 скан-станций (точек установки сканеров). Для создания сети планово-высотного геодезического обоснования использовался тахеометр Sokkia. Предварительная сшивка данных, полученных сканером Leica, позволила сформировать трёхмерную точечную модель объёмом 2,8 млрд точек, с точностью сшивки в несколько сантиметров. Относительно низкая точность сшивки обусловлена качкой корабля в процессе сканирования, а также его сложной геометрией.

В будущем, при возможности, планируется провести дополнительное сканирование крейсера (в том числе, неохваченных пока помещений), дополнить облако точек новыми данными и улучшить точность сшивки сканов.

Лазерное сканирование скульптуры «Родина-мать зовёт!»

85-метровая скульптура «Родина-мать зовёт!» на Мамаевом кургане — не только архитектурный монумент, но и памятник техники. Конструкция фундамента и несущего каркаса разработана Н. В. Никитиным, главным конструктором Останкинской телебашни, и основана на схожем с Останкинской башней принципе. Внутри полой скульптуры натянута 99 металлических тросов, поддерживающих жёсткость каркаса.



Скульптура «Родина-мать зовёт!». Слева — фотография, автор неизвестен. Справа — точечная трёхмерная модель, результат лазерного сканирования 2015 г.

По некоторым оценкам, с 1966 г. идёт постепенная деформация скульптуры, которая может в итоге вызвать её разрушение. В частности, в 2009 г. директор ФГУК «Государственный историко-мемориальный музей-заповедник "Сталинградская битва"» Александр Величкин сообщил на пресс-конференции, что с 1966 г. фиксируется постепенное смещение верхней части скульптуры, которое к 2008 г. составило в общей сложности 211 мм (притом, что в проекте автор монумента назвал критично допустимым отклонение скульптуры в 272 мм) [8].

Таким образом, безусловно актуальным является всестороннее сохранение информации о состоянии монумента, а также постоянный мониторинг геометрии железобетонной конструкции и анализ возникающих деформаций. Одним из способов такого мониторинга может быть периодическое лазерное сканирование скульптуры.

Сканирование скульптуры «Родина-мать зовёт!» было выполнено ООО «Триметари Консалтинг» в декабре 2015 г. по заказу ООО «ДЛ Групп»

(Н. Новгород, <http://www.dreamlaser.ru/>) для задач планирования видео-мэппинга (3D Mapping шоу). По просьбе соавторов от имени ИИЕТ РАН, заказчик работ дал разрешение на использование полученных данных также в научных целях.

Лазерное сканирование скульптуры «Родина-мать зовёт!» было выполнено 6–7 декабря 2015 г. бригадой из двух специалистов. Использовался лазерный сканер Leica ScanStation C10, было сделано 11 скан-станций (точек установки сканеров). Общая площадь съёмки составила 4 га. Для взаимного уравнивания (сшивки) использовались специальные марки-отражатели, средняя ошибка сшивки составила 5 мм. В результате сшивки данных была создана трёхмерная точечная модель объёмом 34 млн точек, из которых 14 млн точек приходится на саму скульптуру. Среднее расстояние между точками в трёхмерной точечной модели: на лице скульптуры порядка 12–17 см, на острие меча — порядка 20–25 см, в нижней части 1–3 см.

Отметим, что сканирование скульптуры «Родина-мать зовёт!» уже выполнялось ранее, в 2010 г., ООО «Градиент» (Волгоград, <http://ooogradient.ru/projects>) с использованием лазерного сканера RIEGL LMS-Z420i. Перед сканированием была создана сеть отражающих опорных марок, которые закреплялись на конструктивных элементах памятника и на вехах вокруг него. Использовалось 5 точек стояния, сшивка сканов была выполнена с использованием программного обеспечения RISCAN PRO в условной системе координат. Полученная трёхмерная точечная модель имела среднюю плотность 4 точки на 10 кв. см.

К сожалению, результаты 2010 г. оказались недоступны для анализа и сравнения с данными 2015 г. — по сообщению исполнителя работ, «утеряны». Этот пример ещё раз демонстрирует необходимость развития законодательной базы в области 3D-документирования. В частности, при проведении работ на объектах, которые являются памятниками науки, техники, архитектуры, объектами культурного наследия, необходимо обязать исполнителя работ передавать копию полученных первичных данных (облако точек лазерного сканирования, сведения о геодезической привязке, отчёт о выполненных работах) в соответствующий государственный архив (например, РГАНТД). Это гарантирует сохранение трёхмерной информации для будущих исследователей, даст возможность сопоставления 3D-данных, полученных в различное время.

Заключение

На первый взгляд, железобетонное здание прочнее картины, башенный кран — долговечнее рукописи. В реальности, картины и рукописи сохранить проще. Небольшие предметы, попавшие в музей, в особых условиях хранения, могут жить веками без существенной деградации. Крупные технические памятники — монументальные железобетонные конструкции, промышленные объекты, башни и мосты, самолёты и локомотивы — в отсутствие обслуживающих ржавеют и разрушаются, а без присмотра — исчезают без следа, расходясь «на металлолом» за считанные годы.

Крупномасштабное, долговечное техническое сооружение в любом случае обречено на постоянные изменения своей конструкции. При жизни — это модернизации, ремонты, адаптация под новые задачи. После того, как крупный технический объект перестал выполнять свою прямую функцию, его невозможно «законсервировать», «сдать в музей» — изменения неизбежны и дальше. В худшем случае, это деградация и разрушение. В лучшем — постоянное

приспособление под новые нужды, соответствующие изменения конструкции, замена деградирующих элементов. Потому для крупномасштабных памятников техники задача постоянного сохранения информации о них, фиксации этапов развития конструкции и окружающей среды как нельзя более актуальна.

Применение 3D-технологий, прежде всего лазерного сканирования, для сохранения трёхмерной информации о различных объектах является мировой тенденцией. В случае крупномасштабных памятников техники, сооружений и механизмов лазерное сканирование — это единственная эффективная технология сохранения метрически точной и высоко детализированной информации о геометрии объекта. Кроме того, созданная 3D-модель может также использоваться для создания интерактивных приложений, свободно доступных в сети Интернет, для организации «виртуальных путешествий», как это было показано выше в примере Шаболовской радиобашни.

Возможно, применение лазерного сканирования для всемирно известных памятников советского периода, являющихся крупномасштабными техническими объектами, послужит не только способом сохранения информации о них, но и средством популяризации новых 3D-технологий, привлечения внимания к возможностям новых технологий со стороны эксплуатирующих организаций, музеев, архивов.

Литература

1. *Волошин В.* Крейсер «Аврора» отправят с места стоянки на ремонт // Известия, 7 февраля 2013. Режим доступа: <http://izvestia.ru/news/544398>
2. *Леонов А. В., Батулин Ю. М.* 3D документ — новый тип научно-технической документации // Вестник архивиста. 2013. № 2. С. 192–205.
3. *Smithsonian X 3D.* Режим доступа: <https://3d.si.edu>
4. *Leonov, A. V. et al.* Laser Scanning and 3D Modeling of the Shukhov Hyperboloid Tower in Moscow // Journal of Cultural Heritage. V. 16. Issue 4. P. 551–559.
5. *Angus W.* Stocking. Scanning the «Black Dragon» // LiDAR. 2014. V. 4. No. 8. P. 13–18.
6. *Frank Urquhart.* Antarctic ship RSS Discovery scanned by 3D laser // The Scotsman. Thursday 14, November 2013.
7. *Mill H. R.* The Siege of the South Pole. Alston Rivers, London, 1905.
8. «Родина-мать» накренилась на 211 миллиметров // Взгляд. 6 мая 2009 г. Режим доступа: <http://vz.ru/news/2009/5/6/284249.html>