

УДК 69.076

## **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА 3D СКАНИРОВАНИЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ОБМЕРНЫХ РАБОТ ОБЪЕКТОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО И НЕПРОИЗВОДСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

### **Шутова Марина Николаевна**

канд. техн. наук, доцент кафедры «Промышленное гражданское строительство, геотехника и фундаментостроение» ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова» (Ростовская область, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132),  
e-mail: Shutovapublish@mail.ru

### **Вареница Анастасия Павловна**

Инженер-конструктор, ООО «Строительно-производственное управление» (Ростовская область, г. Новочеркасск, ул. Крупской 76)  
e-mail: varenitsa\_nastya@mail.ru.

### **Евтушенко Сергей Иванович**

доктор. техн. наук, профессор, Почетный работник высшего образования Российской Федерации, советник РААСН, член РОМГТиФ; профессор кафедры «Информационные системы, технология и автоматизация строительства» НИУ «Московский государственный строительный университет» (г. Москва, ул. Ярославское шоссе, д. 26),  
e-mail: sergand1957@gmail.com

### **Подскребалин Андрей Сергеевич**

инженер-конструктор, ООО «Строительно-производственное управление» (Ростовская область, г. Новочеркасск, ул. Крупской 76)  
e-mail: andreys95@gmail.com

**Аннотация.** В статье приведены некоторые основные преимущества и недостатки применения технологии 3D сканирования в сфере обследования зданий и сооружений. Приведены результаты сканирования сооружений производственного и непромышленного назначения. Показаны особенности лазерного сканирования производственных зданий (на примере гальванического цеха в г. Ростове-на-Дону), жилых домов (в г. Новочеркасске, Новороссийске, Ростове-на-Дону), зданий, пострадавших от пожара (в Таганроге), объектов культурного наследия (в г. Таганроге и в г. Сочи).

**Ключевые слова:** обследование зданий; технология 3D сканирования; BIM модель; облако точек

## **APPLICATION OF THE 3D SCANNING METHOD WHEN PERFORMING MEASUREMENT WORKS OF INDUSTRIAL AND NON- INDUSTRIAL OBJECTS**

**Marina Shutova**

PhD, associate professor of Industrial civil engineering, geotechnics and foundations of Platov South-Russian State Polytechnical University (NPI);  
e-mail: [Shutovapublish@mail.ru](mailto:Shutovapublish@mail.ru)

### **Varenitsa Anastasia**

Design Engineer, Construction and Production Management LLC (Rostov Region, Novochoerkassk, 76 Krupskaya St.)  
e-mail: [varenitsa\\_nastya@mail.ru](mailto:varenitsa_nastya@mail.ru).

### **Sergey Evtushenko**

Doctor of engineering, Professor, honorary worker of higher education of the Russian Federation, Advisor to the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences (RAASN); Member of the Russian Society for Soil Mechanics, Geotechnics and Foundation engineering (RSSMGFE), Professor of the Department of Information Systems, Technology and Automation of Construction; National Research University Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU), Moscow, Russia;  
e-mail: [sergand1957@gmail.com](mailto:sergand1957@gmail.com).

### **Andrey Podskrebalin**

Design Engineer, Construction and Production Management LLC (Rostov Region, Novochoerkassk, 76 Krupskaya St.)  
e-mail: [andreys95@gmail.com](mailto:andreys95@gmail.com)

**Abstract:** The article presents some of the main advantages and disadvantages of using 3D scanning technology in the field of inspection of buildings and structures. The results of scanning of industrial and non-industrial facilities are presented. The Rostov-on-Don electroplating workshop, residential buildings (in Novochoerkassk, Novorossiysk, Rostov-on-Don), buildings affected by fire (V. Taganrog), cultural heritage sites (V. Taganrog and Sochi) are shown.

**Keywords:** building survey; 3D scanning technology; BIM model; point cloud

«3D-сканер» - это прибор, с помощью которого возможно оцифровать любой объект (как живой – человек, животное, так и неодушевленный предмет) из окружающего нас мира и получить его трехмерную модель.

Франсуа Виллем (годы жизни - 27 мая 1830 - 31 января 1905) – французский художник, скульптор и фотограф стал первым, кто разработал и запатентовал процесс создания портретной скульптуры с использованием нескольких фотопроекций. Свое изобретение скульптор назвал «фотоскульптурой». Суть данной технологии заключалась в выполнении серии фотографий, выполняемых последовательно, перемещаясь вокруг

изучаемого объекта. Затем серия снимков использовалась в качестве синхронизированных фотопроекций для создания скульптуры.

С тех пор технологии сканирования шагнули далеко вперед. На сегодняшний день существует огромное количество производителей сканеров, а самих технологий оцифровки поверхностей более десятка.

Наиболее популярным методом 3D-сканирования стало лазерное сканирование. Для создания лазерного сканера потребовалось объединить знания тригонометрии, открытые древними вавилонянами и египтянами, с современными системами обработки изображений и компьютерным зрением. Это было достигнуто только после десятилетий перебора различных теоретических подходов к поставленной задаче.

Первый пик развития технологии 3D-сканирования датируется второй половиной 20 века. Первые сканеры имели весьма ограниченные возможности, поэтому для получения результата и «определенной» точности данных приходилось тратить много времени и усилий, как на стадии проведения работ, так в процессе обработки.

В 1970-х годах создание цифровых моделей из реальных объектов было трудоемким. Метод основывался на контактных системах измерений (маячки, реперы, метки – было очень большое число), которые регистрировали точки в пространстве.

А в 1980-х годах лазерное сканирование начало набирать популярность. Данный метод во многом изменило природу 3D-оцифровки предметов. Лазерное сканирование на практике оказалось быстрее и позволило открыть целый новый мир объектов, которые можно было сканировать. Раньше, предметы с мягкой или хрупкой поверхностью были неподходящими для оцифровки. Сегодня большинство лазерных сканеров используют линии лазерного света для захвата геометрии.

Но данная технология не стоит на месте и развивается по сей день.

В настоящее время BIM-проектирование все глубже проникает в строительную отрасль. Согласно постановлению Правительства России №

331 от 5 марта 2021 года: «С 1 января 2022 года формирование и ведение информационной модели объекта капитального строительства станет обязательным для заказчика, застройщика, техзаказчика и эксплуатирующей организации, если на этот объект выделены средства бюджетной системы РФ». Проектировщикам проще ориентироваться в цифровой 3D модели здания для нахождения требуемой недостающей информации, нежели по 2D чертежам. Зачастую уже в ТЗ прописана BIM-модель здания на том или ином уровне детализации.

Технология 3D сканирования имеет большое количество преимуществ, приведем некоторые из них:

1. Универсальность применения. Данная технология может быть применена практически в любой области: строительство (мониторинг на стадии строительства и эксплуатации); реконструкция, ремонт, реставрация - особенно это касается памятников культурного наследия (определение существующих архитектурных форм, скульптур для дальнейшего их ремонта и восстановления); медицина (протезирование, ортопедия); производство (автомобилестроение, производство пресс-форм, авиастроение).

2. Возможность выполнения работ как в помещении, так и на улице, помехой также не являются погодные условия и недостаток света.

3. Технология работает без физического контакта с объектом, что дает возможность работы с объектами различных размеров и обследование труднодоступных элементов: от отдельного строительного элемента, такого как кирпич - до целых зданий.

4. 3D-сканеры позволяют упростить и минимизировать сроки выполнения обмерных работ. А, следовательно, при полной загрузке 3D-сканера, он быстро себя окупает.

5. Мобильность 3D-сканеров. Применение 3D сканирования объектов, находясь в дальних командировках, позволяет получить полную и исчерпывающую картину, и позволяет исключить дополнительные выезды для уточнения данных.

6. Минимизация ошибок при модернизации производственных зданий, зрелищных и культурно-просветительных учреждений – вписывание нового оборудования в имеющееся пространство.

7. Результат съемки удобно импортировать в двух и трехмерные системы проектирования – AutoCad, Revit и ReCap от производителя Autodesk или в другие программные комплексы, имеющие подобный набор инструментов.

8. Картографирование и трехмерное моделирование поверхности земельного участка – на этапе проведения предпроектных работ для точного определения рельефа и дальнейшего подсчета объемов работ при планировке территории и многие другие преимущества.

Но следует выделить и ряд недостатков:

1. Одним из недостатков 3D-сканирования является сложность, а порой и невозможность сканирования объектов, чьи поверхности имеют высокое светопоглощение, например, черные структурные поверхности.

2. Большой вес (размер) файла. При обработке полученных данных на ПК заметно сильное замедление работы. Для выполнения обработки данных необходима техника высокой мощности.

3. Затруднена съемка прозрачных и бликующих объектов (стеклянных, зеркальных). Необходима предварительная обработка поверхности специальным составом.

4. При выполнении работ могут возникнуть некоторые трудности при сканировании форм с глубоким рельефом на поверхности (барельефа и горельефа).

Принцип работы 3D сканера заключается в использовании определённого вида излучения и сканирования объекта через отражение света или прохождение излучения через объект или среду. Сканирование производится по станциям, а камеральная обработка полученных данных производится в программе ReCap в единую BIM модель. В результате получают облако точек, представляющее собой массив, где каждая точка

имеет индивидуальные координаты. В облаке точек отражены данные о геометрии сложных архитектурных форм, элементов лепного декора экстерьера и интерьера объекта, расположение объектов в пространстве (внутреннее пространство помещений – расположение оборудования или его отдельных частей, попадающих в область съемки, систем инженерного обеспечения и др.).

Полученную информацию 3D сканированием обрабатывают в программе ReCap, затем импортируют в программу Revit и собирают трехмерную модель объекта, затем, с помощью нескольких кликов мыши, импортируют двухмерное изображение в программу AutoCad для дальнейшей работы с чертежом или продолжают работу с файлом в программе Revit и выводят готовые двухмерные чертежи требуемого масштаба на листы, готовые к печати.

Услуги по лазерному 3D сканированию и моделированию промышленных и гражданских проектов позволяют решить специалистам актуальные задачи:

- сканирование промышленных и гражданских объектов для решения задач BIM-проектирования;
- сканирование фасадов и интерьеров зданий;
- обмеры помещений для получения точной геометрии;
- обмерные работы с целью реставрации;
- сканирование для детальной разработки отдельных узлов.

Специалисты ООО «Строительно-производственное управление» на протяжении более двух с половиной лет применяют технологию 3D сканирования на практике. За данный период было выполнено сканирование более ста пятидесяти объектов таких как: производственные корпуса и здания АБК (административно-бытовые корпуса) на территории промышленных предприятий, гражданские жилые и общественные здания, объекты культурного наследия (как здания, так и отдельно стоящие

памятники), гидротехнические (шлюзы) и инженерные сооружения (очистные сооружения).

Ниже приведены примеры полученных обработанных результатов в виде облака точек (рис. 1-8) [5-13].

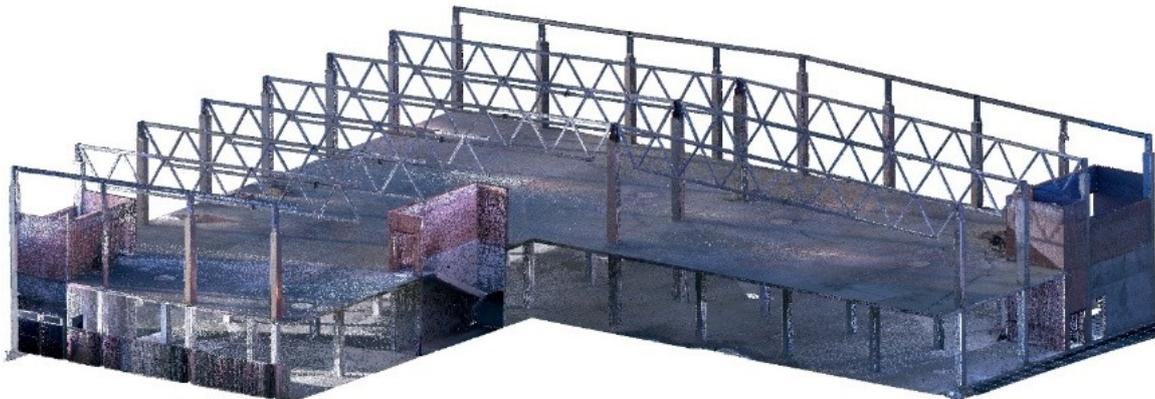


Рис. 1. Нежилое торгово-выставочное здание по адресу: Ростовская обл., Аксайский район, ст. Грушевская, Новочеркасское шоссе, 1 [5]



Рис. 2. Жилой дом по спуску Герцена, 11 в г. Новочеркасск Ростовской области [6]

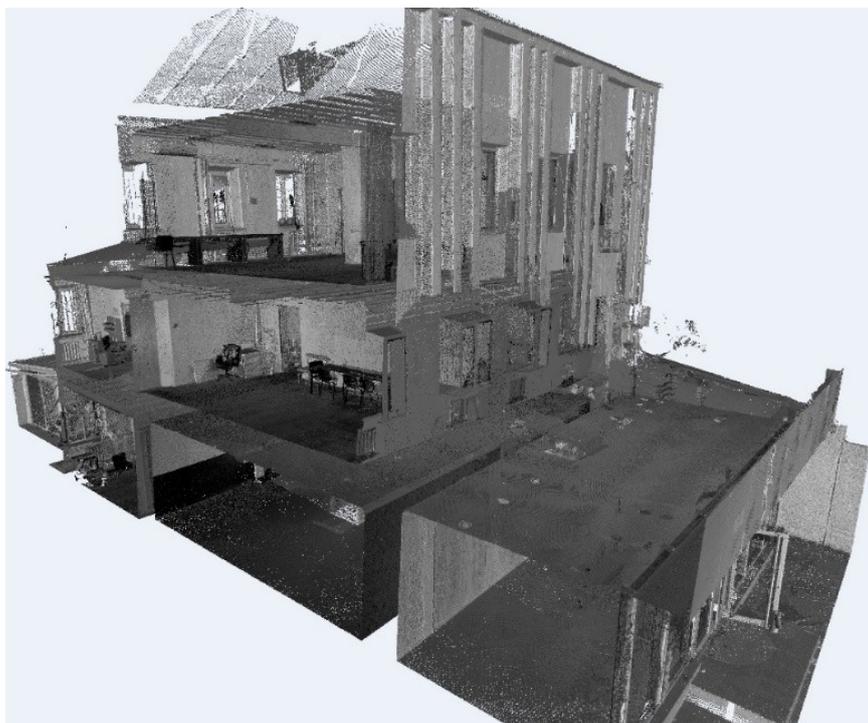


Рис. 3. Здание по пр. Буденновский, 83 в г. Ростове-на-Дону [7]



Рис. 4. Здание музея, по адресу: г. Таганрог, ул. Александровская, 56 [8]

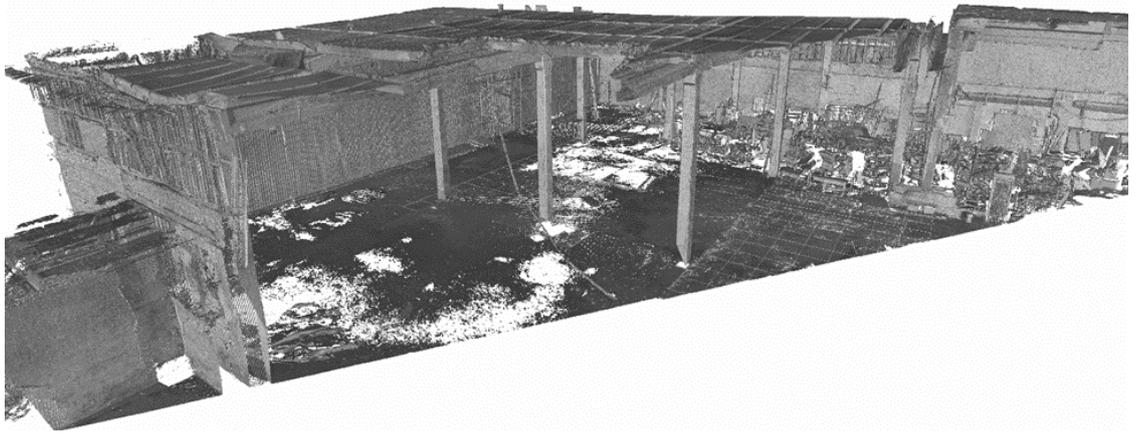


Рис. 5. Нежилое здание, подвергшееся воздействию пожара, расположенное по ул. Большая Бульварная, 12 в г. Таганроге Ростовской области [9]

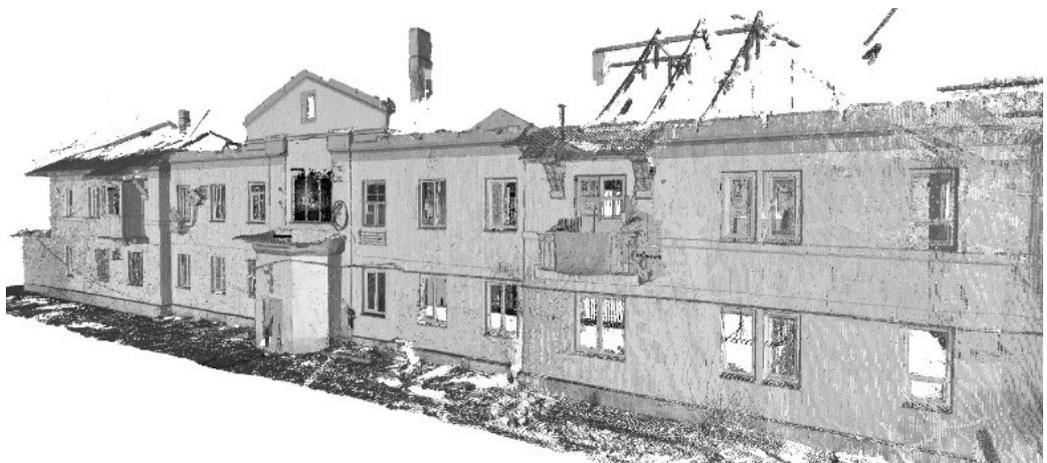


Рис. 6. Нежилое здание, подвергшееся воздействию пожара, расположенное по ул. Большая Бульварная, 12 в г. Таганроге Ростовской области [10]



Рис. 7. Здание цеха гальванопокрытий, по адресу: г. Ростов-на-Дону, ул. Менжинского, 2 [11]

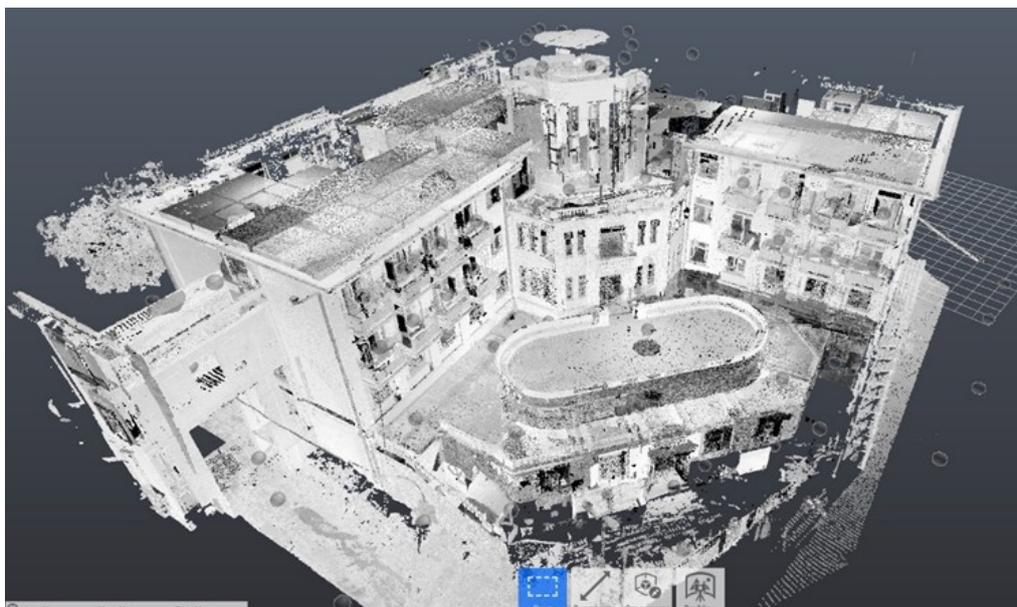


Рис. 8. Здание, расположенное по адресу Краснодарский край, г. Сочи, Центральный район, ул. Виноградная, 14 [12]



Рис. 9. Жилое здание, расположенное по адресу: г. Новороссийск, ул. Новая, За [13]

### Литература

1. ГОСТ 31937-2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния».

2. СП 331.1325800.2017 «Информационное моделирование в строительстве. Правила обмена между информационными моделями объектов и моделями, используемыми в программных комплексах».
3. Постановление от 15 сентября 2020 года №1431 Об утверждении Правил формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства, состава сведений, документов и материалов, включаемых в информационную модель объекта капитального строительства и представляемых в форме электронных документов, и требований к форматам указанных электронных документов, а также о внесении изменения в пункт 6 Положения о выполнении инженерных изысканий для подготовки проектной документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства.
4. Применение метода 3d сканирования при обмерных работах в рамках инженерно-технических исследований объектов производственного и непроизводственного назначения Субботин А.И., Шутова М.Н., Вареница А.П., Подскребакин А.С.: Обследование зданий и сооружений: проблемы и пути их решения. Материалы XI научно-практической конференции. Под редакцией А.В. Улыбина. Санкт-Петербург, 2021. С. 102-111.
5. Отчет «Заключение о техническом состоянии строительных конструкций нежилого торгово-выставочного здания по адресу: Ростовская обл., Аксайский район, ст. Грушевская, Новочеркасское шоссе, 1».
6. Отчет «Заключение о техническом состоянии строительных конструкций части жилого дома по спуску Герцена, 11 в г. Новочеркасск Ростовской области».
7. Отчет «Заключение о техническом состоянии строительных конструкций здания по пр. Буденновский, 83 в г. Ростове-на-Дону».
8. Отчет «Заключение о техническом состоянии строительных конструкций здания музея, по адресу: г. Таганрог, ул. Александровская, 56».
9. Отчет «Заключение о техническом состоянии подвергшихся воздействию пожара строительных конструкций нежилого здания, расположенного по ул. Большая Бульварная, 12 в г. Таганроге Ростовской области».
10. Отчет «Заключение о техническом состоянии подвергшихся воздействию пожара строительных конструкций многоквартирного жилого дома, расположенного по ул. Большая Бульварная, 9-3 в г. Таганроге Ростовской области».
11. Отчет «Заключение о техническом состоянии строительных конструкций перекрытий здания цеха гальванопокрытий инв. №396, литер БХ, по адресу: г. Ростов-на -Дону, ул. Менжинского, 2 реализации проекта производства зубчатых колес и валов».
12. Отчет «Заключение о техническом состоянии строительных конструкций здания, расположенного по адресу: Краснодарский край, г. Сочи, Центральный район, ул. Виноградная, 14».
13. «Заключение о техническом состоянии строительных конструкций жилого дома, расположенного по адресу: Краснодарский край, городской округ Новороссийск, село Абрау-Дюрсо, ул. Новая 23А».