



УДК 629.122/.123.004.67(083)

**Зуева Елена Сергеевна**, магистрант ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

**Зяблов Олег Константинович**, доцент, к.т.н., доцент кафедры проектирования и технологии постройки судов ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.

## ТЕНДЕНЦИИ ВНЕДРЕНИЯ 3D СКАНИРОВАНИЯ В СУДОСТРОЕНИЕ

*Ключевые слова: 3D сканирование, лазерные сканеры, фазовый метод, импульсный метод, 3D-моделирование.*

*Рассматриваются принципы действия технологий 3D сканирования и возможности их применения при постройке судов.*

Главным из основных видов судостроительного производства является сборка и сварка корпусов судов. В последнее время этот вид производства совершенствовался такими прогрессивными технологическими процессами, как автоматическая и полуавтоматическая сварка на керамических подкладках, сокращение объема пригонки и регулировки за счет повышения точности реза и сварки по чистовым кромкам, применение механизированного сборочного оборудования и инструмента, увеличение объема автоматизации и механизации сборочных процессов, а также 3D-технологиями [1].

Судостроение – отрасль, которую принято считать консервативной, однако и она неминуемо вступает в мир 3D. Трехмерное сканирование обладает потенциалом, так как воспроизводит сложнейшие пространственные формы и объекты. Для судостроения это возможность добиться больших результатов в оптимизации производственного процесса.

Среди современных решений, направленных на рост развития производства, 3D-технологии занимают важное место. Они используются в различных видах промышленности. 3D-сканирование уже с успехом внедряется, помогая уменьшить производственный цикл, уменьшить себестоимость и расходы и, в то же время, повысить прочность и безопасность судов. Несмотря на то, что в отрасли используют устаревшую документацию, отечественные судостроители осознают, что внедрение 3D-технологий - это шаг в будущее.

На судостроительных предприятиях 3D-сканирование может решать такие задачи, как:

- реконструкция существующих производств и контроль технического состояния критических объектов инфраструктуры;
- входной и выходной метрологический и геометрический контроль изделий для уменьшения издержек на производство и брак изделий;
- контроль технологической оснастки;
- начальная сборка больших деталей на этапе 3D-моделирования.

Методом лазерного сканирования с легкостью определяется целый ряд геометрических характеристик элементов судна. Знание точного расположения и параметров всевозможных энергетических установок, арматуры, обшивки, надстройки и набора судна упрощает судоремонтные и судостроительные работы. Новейшее сканирующее оборудование позволяет выявить любые дефекты сварки, проржавевшие или поврежденные части набора и обшивки судна. Также лазерное сканирование применяется в качестве способа высокоточного позиционирования всех соединяемых судовых блоков с целью их последующей успешной стыковки [2].

В процессе лазерного сканирования судов осуществляется фиксация направления распространения лазерного луча и точного расстояния до точек судна. В результате получается растровое изображение.

Когда речь заходит о новых технологиях, новом оборудовании и новых терминах, бывает крайне важно разобраться в деталях. Причем не просто разобраться, а понять смысл и принцип действия не только прибора, но и самой технологии. Суть технологии лазерного сканирования заключается в определении пространственных координат точек объекта. То есть, прибор, при помощи фазового или импульсного безотражательного дальномера вычисляет расстояния до всех точек объекта и измеряет вертикальные и горизонтальные углы. При этом формируется трехмерное изображение (с координатами XYZ) в виде объекта точек (скана, растрового изображения). Принцип действия схож с работой электронного тахеометра, но в отличие от него, процесс съемки происходит в тысячи и даже миллионы раз быстрее. А это делает лазерное сканирование самым оперативным и высокопроизводительным средством получения точной и полной информации о любом объекте.

- Сам процесс съемки прост и имеет следующую последовательность:
- Определяются зоны взаимного перекрытия сканов, устанавливаются мишени;
- Лазерный сканер устанавливается на штатив в определенных зонах;
- Прибору задаются плотность облака точек и область съемки;
- Запускается процесс лазерного сканирования объектов (Рис.1).

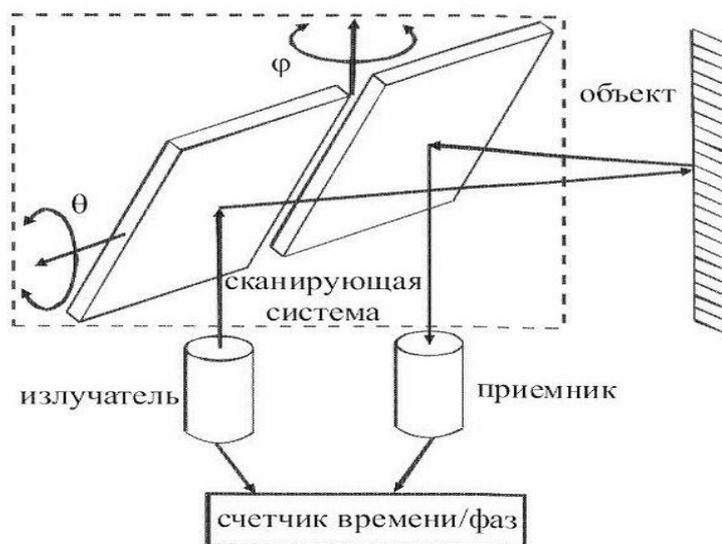


Рис.1. Принцип импульсного/ фазового методов измерения расстояний

С начала сканирования до получения конечного результата работа проводится в несколько этапов:

- получение достаточного количества сканов со всех сторон объекта;
- автоматическое или полуавтоматическое соединение сканов;
- получение математической модели поверхности;

–объединение отсканированных поверхностей.

В результате получаем 3D-модель с высокой степенью детализации, плоские чертежи и разрезы, профили и сечения. Кроме этого, существует возможность сохранения графических объектов в общепринятых универсальных форматах, таким образом поддерживается возможность обмена графическими данными и внедрения системы лазерного сканирования в уже имеющиеся на предприятиях программные пакеты [3].

Результатом являются: достаточная точность и полноценный детализированный анализ полученных данных, удобство и оперативность обратного проектирования, возможность получения цифровой модели сложных изделий с наименьшими временными затратами.

Технологии 3D-сканирования привлекают всё больше внимания в связи с их быстрым развитием. Привычными методами замеров пользуются многие, в данном случае инновационные технологии позволяют дать более верную, быструю и технологичную обработку результатов. Определенно, при приобретении лазерного оборудования предприятия несут большие затраты, но получаемые преимущества перевешивают все возможные проблемы применения данного типа технологии. Это влечёт за собой отказ от привычных методов, переобучение и сокращение персонала, так как для представленного вида работ большое количество людей не требуется. В зависимости от применяемой технологии, целесообразно приобретать разные сканеры. Ручные 3D-сканеры дешевле, чем наземные или воздушные, в таблице 1 представлены цены на некоторые модели оборудования.

Таблица 1. Стоимость трехмерных сканеров

№	Наименование 3D сканера	Примерная стоимость, руб
1	Artec Eva	1 000 000
2	Artec Eva + Space Spider	1 900 000
3	Trimble TX8 Extended (TX8-100-02)	5 400 000
4	Leica ScanStation P30 (6009376)	11 500 000
5	Leica ScanStation P40	16 000 000

Свою дороговизну сканеры окупают эффективной работой в разных условиях, стремительной обработкой информации и простотой в обращении. Ещё одним плюсом является легко осваиваемое программное обеспечение для обработки объекта. Кроме того, нет необходимости в большом количестве людей на объекте во время замеров, так как сканеры отличаются точностью выдаваемых результатов, что уменьшает время замеров и деньги предприятий. В среднем, один час работы со сканером стоит семьдесят тысяч рублей, то есть при постоянной работе, сможет окупиться уже через 2-3 месяца.

При этом качество получаемых результатов повысится по сравнению с привычными методами замеров, которые производятся с помощью простейших инструментов,

показывающих не самые точные результаты из-за погрешностей и человеческого фактора [4].

### Список литературы:

- [1] Зяблов О.К., Зуева Е.С. Анализ технологии и направления совершенствования производственных процессов сборки корпусов судов. Труды 20-го международного научно-промышленного форума «Великие реки – 2018». Материалы научно-методической конференции профессорско-преподавательского состава, аспирантов и студентов «Проблемы использования и инновационного развития внутренних водных путей в бассейнах великих рек». Выпуск 7, 2018 г. <http://вф-река-море.рф>
- [2] Применение трехмерного лазерного сканирования в отечественном судостроении. В.П. Суетин, В.А. Кукушкин, В.А. Стародубов, М.Ю. Дружинин, С.Л. Серегин, Геопрофи. 2005, N 1, с. 13-16.
- [3] Герасименко, М. Г. Метрологическое обеспечение производства [Текст] / М. Г. Герасименко, А. И. Спиридонов // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 1981. – № 11. – С. 1–7.
- [4] Аникушкин, М. Н. Системы лазерного сканирования. Опыт работ [Текст] / М. Н. Аникушкин // Геопрофи. – 2005. – № 1. – С. 49–50.

## TRENDS THE INTRODUCTION OF 3D SCANNING IN SHIPBUILDING

Elena S. Zueva, Oleg K. Zyablov

*Keywords: 3D scanning, laser scanners, phase method, pulse method, 3D modeling.*

*The principles of operation of 3D scanning technologies and the possibility of their application in the construction of ships are considered.*