

УДК 629.12

ВОПРОСЫ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ ВЫСОКОТОЧНЫХ ЛАЗЕРНЫХ ПРОЕКЦИОННЫХ И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ПРИМЕНЯЕМЫХ В СУДОСТРОЕНИИ

Тишинин Максим Николаевич

магистр 1 курса факультета «Кораблестроение»

Елисеева Ольга Владимировна

старший преподаватель кафедры «Кораблестроение»

Дзюнин Георгий Робертович

старший преподаватель кафедры «Кораблестроение»

ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова»

Аннотация

В настоящей работе производится оценка и сравнение современного измерительного оборудования, применяемого в судостроительной отрасли. Произведен анализ импортозамещения современных средств измерения и ПО.

Ключевые слова: импортозамещение, трекер, сканер, тахеометр, проектор, судостроение, судометрика, метрология, чистый размер.

ISSUES OF IMPORT SUBSTITUTION OF HIGH PRECISION LASER PROJECTION AND MEASURING SYSTEMS USED IN SHIPBUILDING

Maxim N. Tishinin

Master of the 1st year of the faculty "Shipbuilding". E-mail: mmmmtishinin@gmail.com

Olga V. Eliseeva

senior lecturer of the department "Shipbuilding". E-mail: o.eliseeva@narfu.ru

Georgy R. Dzyunin

Department assistant "Shipbuilding". E-mail: g.dzjunin@narfu.ru

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov».

ABSTRACT

In this paper, an assessment and comparison of modern measuring equipment used in the shipbuilding industry is carried out. The analysis of import substitution of modern measuring instruments and software is made.

Keywords: import substitution, tracker, scanner, tachometer, projector, shipbuilding, sudometrics, metrology, net size.

Для проведения точных проверочных работ при постройке корабля используются зарубежные средства измерения, такие как трекер, сканер, тахеометр, проектор. Все они обладают высокой точностью, но можно ли их заменить отечественными аналогами?

Целью работы служит найти средства измерения и ПО, позволяющие заменить зарубежное оборудование, и сравнить их качество работы.

1. Современные средства измерения и разметки

В результате развития науки и техники на сегодняшний день существуют различные средства измерения и разметки: лазерный 3D-проектор, лазерный трехмерный 3D-сканер, тахеометр, трекер. Для производства применение проверочных операций, включающих в себя использование электронно-оптических приборов, означает снижение трудоемкости рабочего процесса и повышение качества.

Лазерный трекер представляет собой портативную координатно-измерительную машину (ПКИМ) [1], в которой лазерный луч используется для точного измерения и обследования свойств объекта в трехмерном пространстве. Лазерный луч направляется на сферически закрепленный катафот (SMR) для измерения углов с двух механических осей трекера: оси азимута и оси поднятия (зенита). Эти данные затем объединяются с расстоянием до лазера, и производится расчет координат X, Y и Z.

Тахеометры отличаются от трекеров отсутствием автоматической развёртки лазерного луча по угловым координатам и большими погрешностями в измерении расстояний (рис. 1).



Рисунок 1 – Современные средства измерения (составлен авторами)

3D-сканеры в судостроении и судоремонте используются для решения задач контроля геометрии, эксплуатационного контроля, контроля оснастки, а также

реверсинжиниринга. Методами 3D-сканирования удастся успешно решать задачи производства, ремонта и модернизации корпусов, сборочных и сварочных работ. В результате, благодаря высокой точности измерений удастся оптимизировать узлы, детали и конструкции судна, сократить сроки изготовления и повысить качество конечного продукта.

Системы лазерной проекции активно внедряются в современное производство. Такие системы позволяют разметить сложный криволинейный контур на объемной поверхности заданной формы, указать положение элементов набора корпуса, крепежных кронштейнов в соответствии с заданной конструктором САД моделью изделия, выполнить точное позиционирование заготовок и материалов на поверхности проекции.

Лазерный луч, направление которого изменяется с помощью управляемых микродвигателями зеркал, проецируется на поверхность проекции, отображая таким образом выбранные оператором из САД модели контуры.

2. Анализ экспорта и импорта РФ

События 2014 года и последующие санкции негативно отразились на внешнеторговом обороте страны. Несмотря на большое количество ограничительных мер, Россия по-прежнему остается активным участником международной торговли.

В структуре экспорта в 2021 году основная доля поставок пришлась на минеральные продукты, что составляет 57,40% от всего объема экспорта России (<https://russian-trade.com/reports-and-reviews/2022-02/vneshnyaya-torgovlya-rossii-v-2021-godu/>).

В структуре импорта основная доля поставок пришлась на машины и оборудование, что составляет 47,26% от всего объема импорта (<https://russian-trade.com/reports-and-reviews/2022-02/vneshnyaya-torgovlya-rossii-v-2021-godu/>).

На основе данных Федеральной таможенной службы России представим таблицу экспорта и импорта «Инструменты и аппараты оптические, измерительные, контрольные» (табл.1).

Таблица 1 – Экспорт и импорт РФ «Инструменты и аппараты оптические, измерительные, контрольные» (<https://russian-trade.com/reports-and-reviews/2022-02/vneshnyaya-torgovlya-rossii-v-2021-godu/>)

	2020 г, млн долл.	2021 г, млн долл.
Экспорт	1479	1689
Импорт	8108	8667

Падение импорта в Россию по итогам 2022 г. может составить от 32,5 до 36,5%, экспорт из России сократится на 17–21%. Об этом говорится в докладе Банка России. В связи с этим Минпромторг РФ выпустил приказ от 01.04.2022 №1189 "Об утверждении Плана мероприятий по импортозамещению измерительного, в том числе метрологического, оборудования на период до 2024 года".

3. Сравнение зарубежных и отечественных моделей

Сравним тахеометры фирмы АО «ПО «Уральский оптико-механический завод имени Э.С. Яламова» и Leica (рис. 2, табл. 2).



Рисунок 2 – Тахеометры (<https://www.xn--g1ajft.xn--p1ai/ru/production/geodeziya/taheometry/7ta2-7ta5-7ta7>)

Таблица 2 – Сравнительная характеристика тахеометров (<https://leica-geosystems.com/ru/products/total-stations/manual-total-stations/leica-flexline-ts10>)

Критерий	УОМЗ 7Та2	Leica FlexLine TS10
Время Работы, ч	20	30
Погрешность Нз и V угла, "	2	1
Погрешность расстояния в безотражательном режиме, мм	3-6	2
Погрешность расстояния с отражателем, мм	2-5	1
Расстояние для диффузионно-отражающей поверхности, км	1,5	1
Расстояние для отражателя, км	7	10
Увеличение зрительной трубы	30х	30х
Внутренняя память, Гб	4+4	2+8
Масса, кг	5	4,9
Условия эксплуатации	От -20°C до +50°C, IP65	От -35°C до +50°C, IP66
Страна производитель	Россия	Швейцария

Стоит заметить, что на данный момент поставщик фирмы Leica ушел с нашего рынка, а это означает, что востребованность отечественных тахеометров существенно возросла.

Проанализировав тахеометр УОМЗ 7Та2, выяснилось, что около 7% запчастей зарубежного производства. Несомненно, надо ставить цель на замену импортных запчастей отечественными аналогами.

Сравним лазерные проекторы для разметки фирмы VLT LD Techno Pro Light + и LAP Laser CAD-PRO (рис. 3, табл. 3).



Рисунок 3 – Лазерные проекторы (<https://vlt-laser.ru>; <https://www.lap-laser.com/products/cad-pro>).

Таблица 3 – Сравнительная характеристика проекторов

Критерий	VLT Laser	LAP Laser CAD PRO
Страна производитель	Россия	Германия
Масса, кг	6	3
Точность, мм	0,5	0,2
Максимальные габариты проекции, °	0-60	0-80
Цвет лазерного луча	Зеленый, красный, желтый	Зеленый, красный, желтый
Защита от пыли излучателя	Да	Да
Подключение	WiFi, LAN	RS485, WiFi
Гарантийный срок	5 лет	2 года
Ширина лазерной линии, мм	1-2	0,5
Условия окружающей среды, °C	От +5 до +40	От 0 до +45

LAP Laser CAD PRO может работать с криволинейной 3D поверхностью, а VLT Laser в большинстве случаев готов работать только с 2D поверхностью. Также VLT Laser имеет около 20% иностранных составляющих.

Проанализируем сканеры отечественной фирмы RangeVision и зарубежной фирмы FARO (рис. 4, табл. 4).

3D сканер RangeVision – это первое измерительное 3D-оборудование от российского производителя, которое прошло метрологические испытания и утвержденное как тип средства измерения Федеральным агентством по техническому контролю и метрологии.



Рисунок 4 - Сканеры

Таблица 4 – Сравнительная характеристика сканеров (<https://rangevision.com/products/pro/>; <https://www.geooptic.ru/product/lazernyy-skaner-faro-focus-s70>)

Критерий	3D сканер RangeVision PRO	FARO FOCUS S70
Технология сканирования	Структурированный подсвет	Импульсный
Рабочее расстояние от поверхности, м	0,35-0,9	0,6-70
Точность 3D позиционирования, мм	0,06	10м/2мм
Зона сканирования	0,25 м2	300°x360°
Скорость измерения	10 с	976 000 точек/с
Разрешение камеры, Мп	6,4	165
Время работы батареи, ч	-	4,5
Внутренняя память, Гб	-	32
Масса, кг	6,5	4,2
Условия эксплуатации	От -20°С до +50°С, IP65	От -20°С до +55°С, IP54
Страна производитель	Россия	США

В данной таблице представлены сканеры с разными технологиями сканирования. Отечественный сканер обладает технологией структурированного подсвета. Проектор излучает световые узоры (паттерны), которые деформируются при отражении от объекта [2]. Затем одна или несколько камер распознают 3D-геометрию. Сканер компании FARO имеет технологию лазерного импульсного типа. Сканер излучает лазерный луч, который отражается от объекта и возвращается в датчик, который определяет расстояние до поверхности. Лазерные сканеры с данной технологией способны отображать геометрию вокруг себя, но они, как правило, достаточно дорогие (рис. 5).



Рисунок 5 – Структурированный подсвет. Паттерны

На данный момент отечественных трекеров в РФ не существует, находятся только иностранные их производители. Очень популярны модели трекеров компании Leica, из-за санкций импорт такого оборудования закрылся (рис.6, табл. 5).



Рисунок 6 – Лазерный трекер Leica AT500

Таблица 5 – Характеристика трекера (<https://3dcontrol.ru/catalog/3d-kontrol-geometrii/lazernye-trekery/leica-absolute-tracker-4xx>)

Критерий	Leica AT500
Рабочий диапазон диаметрально, м	320
Горизонтальный угол охвата, °	360
Вертикальный угол охвата, °	±145
Погрешность измерения	±0,015мм + 0,006мм/м
Дистанционное управление	Инфракрасный пульт позволяет проводить исследование 1 человеку
Наведение на цель	Автоматически и вручную

Время работы батареи, ч	10
Скорость вращения привода, °/с	180
Скорость измерения, точек/с	10
Масса, кг	7,3
Условия эксплуатации	От -15°C до +45°C, IP54
Страна производитель	Швейцария

Лазерные трекары выдают высокую точность измерения и позволяют работать одному сотруднику. Трекер AT500 имеет возможность работать на наклонном стапеле. Также современные лазерные трекары с недавних пор стали оснащаться сканером.

4. Анализ ПО

Для каждого оборудования необходимо свое программное обеспечение. Все ли отечественные измерительные средства измерения и разметки имеют отечественное ПО, а также можно ли для зарубежного оборудования применить отечественное ПО? (табл. 6).

Таблица 6 – Программное обеспечение

Оборудование	Модель	ПО
Тахеометр	УОМЗ 7Та2	Мобильная информационная система на основе Linux
	Leica FlexLine TS10	Leica Captivate
Проектор	VLT Laser	Multi-display
	LAP Laser CAD PRO	PRO-Soft
Сканер	3D сканер RangeVision PRO	RangeVision ScanCenter NG
	FARO FOCUS S70	Faro SCENE
Трекер	Leica AT500	Spatial Analyzer

Во время измерений и разметки можно пользоваться данными программами, которые имеют ту же страну производства, что и оборудование. Заменить программу во время измерения не получится, но зато можно заменить программу во время обработки результатов.

5. Заключение

К сожалению, не все импортные средства измерения можно заменить отечественными, а то, что можно заменить, в большинстве характеристик уступает зарубежным аналогам.

Проанализировав отечественные средства измерения и разметки, хотелось бы отметить, что в последнее время производители метрологического оборудования пытаются отказаться полностью от зарубежных составляющих, а также успешно продвигаются вперед в усовершенствовании средств измерения и разметки.

Список литературы:

1. Тишинин М. Н., Елисеева О. В. Оценка эффективности использования tracker leica при измерении размеров корпусных конструкций // StudNet. – 2022. – Т. 5. – №. 7. – С. 7477–7490.
2. Шеменков В. М., Миронова М. Н., Полторацкий С. Г., Демиденко Е. Ю. Аддитивные технологии. – М. 2022.

References:

1. Tishinin M. N., Eliseeva O. V. Evaluation of the effectiveness of using tracker leica when measuring the dimensions of hull structures // StudNet. - 2022. - V. 5. - No. 7. - S. 7477-7490.
2. Shemenkov V. M., Mironova M. N., Poltoratsky S. G., Demidenko E. Yu. Additive technologies. - M. 2022.