

DOI: 10.37988/1811-153X_2025_1_110

[С.В. Апресян,](#)

д.м.н., профессор кафедры ортопедической стоматологии

[А.Г. Степанов,](#)

д.м.н., профессор, зав. кафедрой стоматологии

[А.П. Зражевская,](#)

аспирант Института цифровой стоматологии

[В.К. Суонио,](#)

к.м.н., ассистент Института цифровой стоматологии

[Л.С. Григорьянц,](#)

зубной техник Института цифровой стоматологии

РУДН, 117198, Москва, Россия

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Апресян С.В., Степанов А.Г., Зражевская А.П., Суонио В.К., Григорьянц Л.С. Сравнительная характеристика лицевых сканеров в эксперименте. — Клиническая стоматология. — 2025; 28 (1): 110—114.

DOI: 10.37988/1811-153X_2025_1_110

Сравнительная характеристика лицевых сканеров в эксперименте

Реферат. Развитие цифровых технологий и устройств, используемых в ортопедической стоматологии, позволяет сократить время на изготовление протеза, снизить себестоимость и повысить качество изготавливаемых протезов. Одним из наиболее важных этапов производства протеза в цифровом протоколе является этап получения цифровых слепков, которые должны быть максимально точными. **Цель** — оценить в эксперименте точность объемных изображений и определить наиболее подходящие модели лицевых сканеров, оптимальные по соотношению цены и качества. **Материалы и методы.** В исследовании рассматривали 4 модели сканеров: 3dMDface, ObiScanner, Einstar и Planmeca ProMax 3D ProFace. В качестве эталонной модели был выбран стационарный сканер VT MINI V2 (Volume Technologies, Россия). В качестве модели был использован манекен лица с участками рельефной поверхности; выбраны определенные точки (борозды, вдавления), так как данные точки можно воспроизвести на разных сканах: точки 1 и 2 — внешние углы глаз, 3 и 4 — углы рта, 5 — подбородок. Все полученные изображения были импортированы в программу Exocad, где каждый скан поочередно накладывался на скан эталонной модели и измерялось расстояние между сканами. Было проведено по 5 таких исследований для каждого сканера. **Результаты.** ObiScanner имеет наименьшее отклонение от эталонного скана в большем количестве точек: точка 1 — 0,069 мм; точка 4 — 0,015 мм; точка 5 — 0,045 мм, а также он приемлем по цене и доступности. Сканер Planmeca ProMax 3D ProFace имеет наименьшее отклонение от эталонного скана в точке 3 (0,008 мм), но является самым дорогим среди сканеров, участвующих в исследовании. Сканер 3dMDface имеет наименьшее отклонение в точке 2 (0,068 мм) от эталона, но является самым труднодоступным и вторым по стоимости среди участвующих в исследовании сканеров. Сканер Einstar имеет большие значения отклонений от эталонного скана в каждой точке по сравнению с эталонными сканом, чем другие сканеры, участвующие в исследовании, а также имеет самую низкую стоимость и является легкодоступным для покупки.

Ключевые слова: аддитивные технологии, лицевые сканеры, лицевые протезы, цифровые стоматологические технологии, точность сканирования

Comparative characteristics of facial scanners

Abstract. The development of digital technologies and devices used in orthopedic dentistry makes it possible to reduce the time for making a prosthesis, reduce costs and improve the quality of manufactured prostheses. One of the most important stages in the production of a prosthesis in a digital protocol is the stage of obtaining digital impressions, which must be as accurate as possible. **Goal** — to experimentally evaluate the accuracy of three-dimensional images and determine the most suitable models of facial scanners, optimal in terms of price and quality ratio. **Materials and Methods.** The study examined four scanner models: 3dMDface, ObiScanner, Einstar, and Planmeca ProMax 3D ProFace. The reference model chosen was the stationary scanner VT MINI V2 (Volume Technologies, Russia). A facial mannequin with areas of textured surface was used, and specific points (grooves, indentations) were selected, as these points could be reproduced across different scans: points 1 and 2 represent the outer corners of the eyes, points 3 and 4 correspond to the corners of the mouth, and point 5 indicates the chin. All obtained images were imported into the Exocad software, where each scan was sequentially overlaid onto the reference model scan, and the distance between the scans was measured. Five such studies were conducted for each scanner. **Results.** The ObiScanner demonstrated the least deviation from the reference scan at a greater number of points: point 1 — 0.069 mm; point 4 — 0.015 mm; point 5 — 0.045 mm, and it is also acceptable in terms of price and availability. The Planmeca ProMax 3D ProFace scanner showed the least deviation from the reference scan at point 3 (0.008 mm), but it is the most expensive among the scanners involved in the study. The 3dMDface scanner had the least deviation at point 2 (0.068 mm) from the reference, but it is the most difficult to access and the second most expensive among the scanners in the study. The Einstar scanner exhibited higher deviation values from the reference scan at each point compared to the other scanners involved in the study, but it has the lowest cost and is easily accessible for purchase.

Key words: additive technologies, facial scanners, facial prostheses, digital dental technologies, scanning accuracy

FOR CITATION:

Aprasyan S.V., Stepanov A.G., Zrazhevskaya A.P., Suonio V.K., Grigoryants L.S. Comparative characteristics of facial scanners. *Clinical Dentistry (Russia)*. 2025; 28 (1): 110—114 (In Russian).

DOI: 10.37988/1811-153X_2025_1_110

ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе развития стоматологии все методы лечения можно разделить на 2 большие группы — аналоговые, в которых используется ручной труд, и цифровые, активно внедряющиеся в практику в последние 20–30 лет. Неинвазивные трехмерные методы визуализации широко используются в ортопедической стоматологии, ортодонтии и челюстно-лицевой хирургии. Основное преимущество сканеров заключается в отсутствии неприятных ощущений и минимизации погрешностей по сравнению с аналоговыми оттисками. Использование сканера исключает некоторые проблемы, такие как разделение материала, движение пациента, и позволяет мгновенно оценить качество оттиска. В случае дефекта можно повторно отсканировать или исправить проблемную область. Сканеры ускоряют передачу данных в лабораторию и позволяют сразу начинать планирование конструкции без создания физической модели, что сокращает сроки выполнения работ, снижает риск передачи инфекций [1]. 3D-сканы позволяют исследовать данные во всех плоскостях и дают возможность проанализировать объект с разных углов обозрения, более того, современные CAD-программы могут совмещать 3D-сканы с данными компьютерной томографии для дальнейшего проектирования протезов.

Литературные источники все чаще сообщают, что 3D-сканеры лица можно использовать в стоматологической области — они демонстрируют высокую степень точности [2]. 3D-сканы лица позволяет создать полноценную виртуальную сцену лечения, что способствует дальнейшему изготовлению персонализированных стоматологических конструкций [3]. Точность получения оптического 3D-изображения — залог успешного лечения в цифровой стоматологии. Для получения точного 3D-изображения лица выделяют два метода визуализации: объемные и поверхностные. К объемным методам получения 3D-изображения лица относят компьютерную томографию (КТ), мультиспиральную (МСКТ), конусно-лучевую КТ (КЛКТ) и магнитно-резонансную томографию (МРТ). Данные методы позволяют получать данные о внутренней и внешней анатомии, соответственно, их использование сопряжено с высокими финансовыми затратами как для пациента так и для врача; они требуют высококвалифицированного персонала для работы, а также такие аппараты предполагают воздействие ионизирующего излучения. К методам оптической визуализации относят цифровую стереофотограмметрию [4], лазерное сканирование и структурированную световую проекцию. Все указанные методы используют видимый свет, и поэтому показаны для захвата только внешних структур. Ориентиры мягких тканей считаются менее воспроизведимыми, чем ориентиры твердых тканей, тем не менее получение хороших результатов сканирования мягких тканей — основная цель для использования в челюстно-лицевой хирургии и ортопедической стоматологии.

В стоматологической практике широко используется метод оптической визуализации — цифровая 3D-стереофотограмметрия благодаря безопасности метода, простоте использования и быстроте сбора данных, а также получения высококачественных данных о поверхности и текстуре сканируемого объекта, возможности получения скана лица в анатомическом положении головы. Лазерные сканеры требуют больше времени для сканирования объекта, чем стереофотограмметрические устройства, к тому же сбор данных проводится при закрытых глазах, во избежание риска повреждения глаз от лазерного луча.

Используются две основные техники для 3D-сканеров: контактные и бесконтактные. Контактная техника предполагает использование датчиков на поверхности лица для создания 3D-объекта. Бесконтактная технология предполагает проецирование световых лучей на объект. Бесконтактные методы делятся на две основные категории: активные и пассивные. Лазерные сканеры и структурированная световая проекция относятся к пассивной группе [5]. Лазерные сканеры работают по принципу триангуляции, а структурированная световая проекция представляет собой проекцию световой сетки на объект, деформация этого изображения и есть модель сканируемого объекта. Принцип работы сканера заключается в проецировании света на сканируемый объект, принятии и обработки отраженных лучей, передаче информации на компьютер для получения 3D-изображения. Специальное программное обеспечение обрабатывает облака треугольников и воссоздает объемное изображение объекта. При проведении 3D-сканирования на исследуемую зону проецируется оптическая сетка, которая делит поверхность на триангуляционные треугольники. Чем меньше площадь каждого треугольника, тем точнее получается изображение. Также на качество изображение влияет количество получаемых триангуляционных треугольников.

Проведение научных исследований, изучающих точность получаемых с помощью лицевых сканеров 3D-объектов, относительно темпа развития данной области недостаточно [6].

Несмотря на постоянное совершенствование лицевых сканеров и программного обеспечения на рынке стоматологических аппаратов ассортимент моделей таких устройств ограничен. Это затрудняет внедрение 3D-сканирования лица в стоматологическую практику, несмотря на многие его преимущества, такие как сокращение времени получения цифровых слепков и повышение их качества. Появляется необходимость понимания преимуществ и недостатков каждого из доступных к использованию 3D-сканеров лица.

Цель — оценить в эксперименте точность объемных изображений и определить наиболее подходящие модели лицевых сканеров, оптимальные по соотношению цены и качества.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Точность цифрового оттиска определяется его прецизионностью и истинностью. Прецизионность отражает, насколько близки друг к другу результаты повторных измерений, для определения достаточно сравнить несколько идентичных оттисков [7–9].

Истинность определяет, в какой степени результаты измерений отклоняются от истинных размеров объекта. Метод определения истинности заключается в наложении отсканированных поверхностей друг на друга [10].

Для определения лучшего 3D-сканера, позволяющего получить максимально качественное трехмерное отображение структуры поверхности лица, нами в исследовании были использованы 4 модели и метода получения трехмерных изображений:

- 1) 3dMDface (3dMD, США/Великобритания);
- 2) ObiScanner (Fifth Ingenium, Италия);
- 3) Einstar (Shining 3D, Китай);
- 4) Planmeca ProMax 3D ProFace (Planmeca, Финляндия).

Все перечисленные методы получения 3D-скана лица позволяют экспортить полученное трехмерное изображение в форматах STL и OBJ — это максимально адаптивно для импортирования в открытые программы для проведения дальнейших исследований.

Разрешающая способность — это способность к точному отображению деталей поверхности. Так как эти исследования выполняются на основе сравнения сканов эталонной поверхности, на которой имеется эталонный рельеф — борозды и вдавления, в качестве модели был использован манекен лица с участками рельефной поверхности; выбраны определенные точки (борозды, вдавления), так как их можно воспроизвести на разных

сканах: точки 1 и 2 — внешние углы глаз, 3 и 4 — углы рта, 5 — подбородок (рис. 1).

Система сканирования 3dMDface позволяет получать трехмерное изображение высокого разрешения (геометрическая погрешность в пределах 0,2 мм). Технология сканирования лица заключается в использовании 6 синхронизированных камер: 4 из них передают информацию о рельефе поверхности лица и 2 камеры отвечают за цветопередачу (рис. 2).

ObiScanner является самой новой моделью в линейке исследуемых сканеров. Портативная модель сканера позволяет в течение 15 секунд получить полноценный 3D-скан лица за счет безопасной технологии сканирования лазером I класса (рис. 3).

3D-сканер Einstar был разработан не только для получения трехмерных изображений лица и других частей тела человека, но и для более крупных объектов. Технология сканирования заключается в работе трех инфракрасных проекторов VCSEL, двух стереокамер и одной камеры RGB, отвечающей за цветопередачу. Скорость сканирования составляет 14 кадров в секунду (рис. 4).

Технология сканирования лица Planmeca ProMax 3D ProFace основана на данных объемной КЛКТ и обладает встроенной системой 3D-сканирования лица. Трехмерная фотография позволяет визуализировать мягкие ткани челюстно-лицевой области в комплексе с результатами КТ (рис. 5).

В качестве эталонной модели был выбран скан, полученный с помощью стационарного сканера VT MINI V2 (Volume Technologies, Россия). Данный сканер обладает превосходными техническими характеристиками за счет технологии структурированного подсвета и высококачественных камер технического зрения.

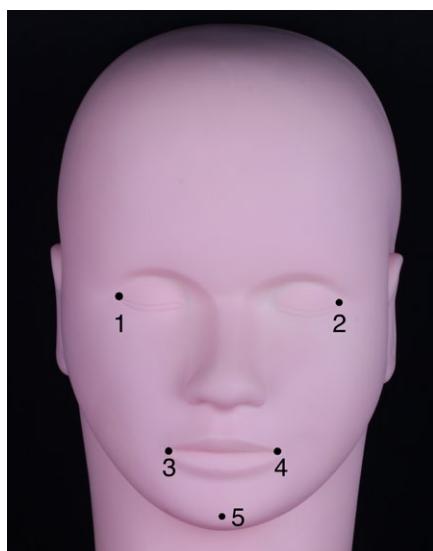


Рис. 1. Манекен с отмеченными точками: 1 и 2 — внешние углы глаз, 3 и 4 — углы рта, 5 — подбородок

Fig. 1. Mannequin with marked points: 1 and 2 — outer corners of the eyes, 3 and 4 — corners of the mouth, 5 — chin



Рис. 2. 3D скан лица манекена, полученный при помощи 3dMDface (3dMD, США/Великобритания)

Fig. 2. 3D scan of a face obtained using 3dMDface system (3dMD, USA/United Kingdom)



Рис. 3. 3D скан лица манекена, полученный при помощи ObiScanner (Fifth Ingenium, Италия)

Fig. 3. 3D scan of the face obtained using ObiScanner (Fifth Ingenium, Italy)

С помощью мощного программного обеспечения и качественных компонентов сканер позволяет получать 3D-модели с высокой точностью и детализацией. Данный сканер может сканировать объекты размером от нескольких миллиметров до нескольких метров, применяется в реверсивном инжиниринге, контроле точности, оцифровке объектов. В данном сканере используются черно-белые камеры, позволяющие использовать опцию «синий свет», которая сводит к минимуму влияние внешних источников освещения во время процесса сканирования, повышает точность сканирования и детализацию. Высокую точность и детализацию получают в режиме биннинга — 4 пикселя используются как 1, фактически разрешение камеры составляет около 1,5 Мп, размер суммарного пикселя около 4,8 мкм и при этом приблизительно в 2 раза снижается шум матрицы.

Отклонение от эталонного скана, мм Deviation from the reference scan (in mm)

Сканер	№	Точка 1	Точка 2	Точка 3	Точка 4	Точка 5
Einstar	1	0,168	0,576	0,363	0,007	0,595
	2	0,157	0,568	0,370	0,010	0,598
	3	0,163	0,580	0,352	0,003	0,590
	4	0,159	0,577	0,371	0,017	0,584
	5	0,161	0,565	0,358	0,005	0,600
Среднее		0,162	0,573	0,363	0,019	0,593
ObiScanner	1	0,068	0,073	0,152	0,013	0,044
	2	0,078	0,081	0,161	0,018	0,05
	3	0,081	0,082	0,172	0,027	0,053
	4	0,061	0,078	0,149	0,010	0,037
	5	0,059	0,071	0,141	0,009	0,039
Среднее		0,069	0,077	0,155	0,015	0,045
Planmeca ProMax 3D ProFace	1	0,078	0,094	0,006	0,031	0,051
	2	0,084	0,096	0,011	0,040	0,056
	3	0,073	0,091	0,004	0,038	0,046
	4	0,080	0,087	0,008	0,042	0,048
	5	0,070	0,099	0,013	0,037	0,056
Среднее		0,077	0,093	0,008	0,032	0,052
3dMDface	1	0,076	0,069	0,135	0,066	0,189
	2	0,080	0,071	0,127	0,068	0,195
	3	0,082	0,065	0,139	0,072	0,178
	4	0,070	0,060	0,129	0,060	0,198
	5	0,073	0,075	0,140	0,059	0,180
Среднее		0,076	0,068	0,134	0,065	0,188



Рис. 4. 3D-скан лица манекена, полученный при помощи Einstar (Shining 3D, Китай)
Fig. 4. 3D scan of the face obtained using Einstar (Shining 3D, China)



Рис. 5. 3D-скан лица манекена, полученный при помощи Planmeca ProMax 3D ProFace (Planmeca, Финляндия)
Fig. 5. 3D scan of the face obtained using Planmeca ProMax 3D ProFace (Planmeca, Finland)

Для данного исследования скан лица манекена был снят в 2-камерном режиме, область сканирования — 200 мм. Все полученные изображения в формате STL были импортированы в программу Exocad, где каждый скан поочередно накладывали на скан эталонной модели, измеряя расстояние между сканами, полученными с помощью сканера Einstar, ObiScanner, Planmeca ProMax 3D ProFace, 3dMDface, за счет чего было рассчитано отклонение от эталонной модели. Проведено по 5 таких исследований для каждого сканера. Также сканеры сравнивали по стоимости для выявления самой подходящей модели по доступности и используемым параметрам в условиях клиники.

РЕЗУЛЬТАТЫ

3D-сканы лица манекена, полученные исследуемыми сканерами, совмещали в программе Exocad с 3D-сканами лица манекена, полученными стационарным сканером VT MINI V2, принятыми за эталон. Измерения проводили в 5 заранее выбранных точках. Проведено по 5 исследований для каждого сканера. Далее рассчитывали среднее значение для каждой точки (см. таблицу).

Таким образом, сканер ObiScanner имеет наименьшее отклонение от эталонного скана в большем количестве точек: точка 1 — 0,069 мм; точка 4 — 0,015 мм; точка 5 — 0,045 мм. Сканер Planmeca ProMax 3D ProFace имеет наименьшее отклонение от эталонного скана в точке 3 — 0,008 мм, а сканер 3dMDface в точке 2 — 0,068 мм.

Стоимость установки Planmeca ProMax 3D ProFace составляла 8,871 млн рублей, стоимость сканера 3dMDface — 4 млн, лицевого сканера ObiScanner — 180 тыс., а сканера Einstar — 90 тыс. рублей. В связи со сложившейся геополитической ситуацией имеются

некоторые сложности при покупке данных лицевых сканеров: так, больше всего времени (1 месяц) займет покупка сканера 3dMDface, а быстрее всего можно приобрести сканер Einstar — на следующий день после оплаты заказа, для приобретения ObiScanner потребуется 2 недели, а Planmeca ProMax 3D ProFace можно получить спустя 1 неделю после полной оплаты заказа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Принимая во внимание качественные и количественные характеристики исследуемых трехмерных участков средней зоны лица, наиболее точным для практического стоматологического применения является лицевой сканер ObiScanner, а также он имеет доступную стоимость и оптимальное время для приобретения. Стоит

еще отметить хорошее качество и глубину изображений, полученные при помощи 3D-сканеров и технологий 3dMDface и Planmeca ProMax 3D ProFace, но ввиду довольно высокой стоимости и трудности при приобретении в связи со сложной геополитической ситуацией данные сканеры недоступны большей части практикующих врачей — стоматологов-ортопедов. Сканер Einstar — это очень перспективное устройство ввиду лучшей разрешающей способности, а также небольшой стоимости и легкости в приобретении, однако он требует доработки для нивелирования искажений, в частности программного обеспечения.

Поступила/Received: 23.07.2024

Принята в печать/Accepted: 02.03.2025

ЛИТЕРАТУРА:

1. Костюкова В.В., Ряховский А.Н., Уханов М.М. Сравнительный обзор внутриротовых трехмерных цифровых сканеров для ортопедической стоматологии. — Стоматология. — 2014; 1: 53—59. [eLibrary ID: 21218165](#)
2. Pellitteri F., Bruculeri L., Spedicato G.A., Siciliani G., Lombardo L. Comparison of the accuracy of digital face scans obtained by two different scanners. — Angle Orthod. — 2021; 91 (5): 641—649. [PMID: 33826690](#)
3. Апресян С.В., Степанов А.Г., Варданян Б.А. Цифровой протокол комплексного планирования стоматологического лечения. Анализ клинического случая. — Стоматология. — 2021; 3: 65—71. [eLibrary ID: 46222733](#)
4. Liu C., Artopoulos A. Validation of a low-cost portable 3-dimensional face scanner. — Imaging Sci Dent. — 2019; 49 (1): 35—43. [PMID: 30941286](#)
5. Coward T.J., Watson R.M., Scott B.J. Laser scanning for the identification of repeatable landmarks of the ears and face. — Br J Plast Surg. — 1997; 50 (5): 308—14. [PMID: 9245863](#)
6. Мирзоева М.С. Использование сканирования в ортопедической стоматологии — обзор литературы. — Проблемы стоматологии. — 2017; 1: 31—34. [eLibrary ID: 29256718](#)
7. Dalstra M., Melsen B. From alginate impressions to digital virtual models: accuracy and reproducibility. — J Orthod. — 2009; 36 (1): 36—41. [PMID: 19286874](#)
8. Luthardt R.G., Koch R., Rudolph H., Walter M.H. Qualitative computer aided evaluation of dental impressions in vivo. — Dent Mater. — 2006; 22 (1): 69—76. [PMID: 16040117](#)
9. Ряховский А.Н., Костюкова В.В. Сравнительное исследование размерной точности отображения культи зуба и полной зубной дуги, полученного с помощью сканирования на различных интраоральных и лабораторных сканерах. — Стоматология. — 2016; 4: 65—70. [eLibrary ID: 26603275](#)
10. Rudolph H., Luthardt R.G., Walter M.H. Computer-aided analysis of the influence of digitizing and surfacing on the accuracy in dental CAD/CAM technology. — Comput Biol Med. — 2007; 37 (5): 579—87. [PMID: 16844107](#)

REFERENCES:

1. Kostiukova V.V., Riakhovskii A.N., Ukhanov M.M. Comparative study of intraoral 3D digital scanners for restorative dentistry. Stomatology. 2014; 1: 53—59 (In Russian). [eLibrary ID: 21218165](#)
2. Pellitteri F., Bruculeri L., Spedicato G.A., Siciliani G., Lombardo L. Comparison of the accuracy of digital face scans obtained by two different scanners. Angle Orthod. 2021; 91 (5): 641—649. [PMID: 33826690](#)
3. Apresyan S.V., Stepanov A.G., Vardanyan B.A. Digital protocol for comprehensive planning of dental treatment. Clinical case analysis. Stomatology. 2021; 3: 65—71 (In Russian). [eLibrary ID: 46222733](#)
4. Liu C., Artopoulos A. Validation of a low-cost portable 3-dimensional face scanner. Imaging Sci Dent. 2019; 49 (1): 35—43. [PMID: 30941286](#)
5. Coward T.J., Watson R.M., Scott B.J. Laser scanning for the identification of repeatable landmarks of the ears and face. Br J Plast Surg. 1997; 50 (5): 308—14. [PMID: 9245863](#)
6. Mirzoeva M.S. Application of scanning technologies in orthopedic dentistry: a review. Actual Problems in Dentistry. 2017; 1: 31—34 (In Russian). [eLibrary ID: 29256718](#)
7. Dalstra M., Melsen B. From alginate impressions to digital virtual models: accuracy and reproducibility. J Orthod. 2009; 36 (1): 36—41. [PMID: 19286874](#)
8. Luthardt R.G., Koch R., Rudolph H., Walter M.H. Qualitative computer aided evaluation of dental impressions in vivo. Dent Mater. 2006; 22 (1): 69—76. [PMID: 16040117](#)
9. Ryakhovskiy A.N., Kostyukova V.V. Implant-supported fixed cantilever prosthesis: the impact on bone stress deformity. Stomatology. 2016; 4: 65—70 (In Russian). [eLibrary ID: 26603275](#)
10. Rudolph H., Luthardt R.G., Walter M.H. Computer-aided analysis of the influence of digitizing and surfacing on the accuracy in dental CAD/CAM technology. Comput Biol Med. 2007; 37 (5): 579—87. [PMID: 16844107](#)