

## ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТОМАТОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ 3D ПЕЧАТЬ В СОВРЕМЕННОЙ СТОМАТОЛОГИИ

**А.О. Манукян**

Магистр 1 курса, кафедры детской хирургической стоматологии, ТГСИ

**Р.А. Амануллаев**

Научный руководитель: д.м.н. профессор кафедры детской хирургической стоматологии, ТГСИ

### ABSTRACT

3D printing has been hailed as a disruptive technology which will change manufacturing. Used in aerospace, defence, art and design, 3D printing is becoming a subject of great interest in surgery. The technology has a particular resonance with dentistry, and with advances in 3D imaging and modelling technologies such as cone beam computed tomography and intraoral scanning, and with the relatively long history of the use of CAD CAM technologies in dentistry, it will become of increasing importance. Uses of 3D printing include the production of drill guides for dental implants, the production of physical models for prosthodontics, orthodontics and surgery, the manufacture of dental, craniomaxillofacial and orthopaedic implants, and the fabrication of copings and frameworks for implant and dental restorations. This paper reviews the types of 3D printing technologies available and their various applications in dentistry and in maxillofacial surgery.

**Keywords:** 3D modeling, 3D printing, dentistry.

### АННОТАЦИЯ

3D-печать называют революционной технологией, которая изменит производство. 3D-печать, используемая в аэрокосмической, оборонной, художественной и дизайнерской сферах, становится предметом большого интереса в хирургии. Эта технология имеет особый резонанс в стоматологии, а с развитием технологий трехмерной визуализации и моделирования, таких как конусно-лучевая компьютерная томография и внутриротовое сканирование, а также с относительно долгой историей использования технологий CAD CAM в стоматологии, ее важность будет возрастать. Использование 3D-печати включает производство направляющих для сверл для зубных имплантатов, производство физических моделей для протезирования, ортодонтии и хирургии, производство зубных, черепно-челюстно-лицевых и ортопедических имплантатов, а также изготовление колпачков и каркасов для имплантатов и реставраций зубов. В этой статье рассматриваются типы доступных технологий 3D-печати и их различные применения в стоматологии и челюстно-лицевой хирургии.

**Ключевые слова:** 3D-моделирование, 3D печать, стоматология

## ВВЕДЕНИЕ

Появление технологии 3D (3x-мерной) печати в области стоматологии предоставило практикующим врачам возможности, которые в последнее время были ограничены зуботехническими лабораториями. За последние 10 лет технология 3D-печати стала более доступной для врачей и позволила им проводить более точное, экономичное и быстрое лечение пациентов. Этот революционный метод позволяет изготавливать рабочие модели, протезные реставрации, ортодонтические приспособления, хирургические шаблоны для установки имплантатов и челюстно-лицевые протезы.

**Целью данной работы** явилось определить актуальность применения 3D принтера в работе врача стоматолога и обозначить, в каком состоянии находится данная проблема на сегодняшний день.

В основе технологии 3D-печати лежат данные, полученные с помощью внутриротовых оптических сканеров (IOS) и изображений конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ). Затем эти данные преобразуются в стандартный язык тесселяции (STL), откуда их можно загрузить в программное обеспечение для 3D-моделирования, чтобы ими можно было манипулировать в соответствии с производственными потребностями врачей. После этих изменений врачи загружают файлы на выбранный принтер. Наиболее распространенными типами технологий 3D-печати в стоматологии являются стереолитография (SLA), цифровая обработка светом (DLP) и струйная обработка материала (MJ). Эти машины используют технологии аддитивного производства для создания продукта на основе печатной платформы. Возможности производства различных типов материалов, таких как керамика, металл или термопластичная смола. После завершения производства проводятся постпроизводственные процедуры, чтобы гарантировать, что продукт не имеет дефектов и правильно отвержден. Степень этих процессов зависит от конкретного материала и типа принтера. Следует отметить, что точность и точность каждого типа принтера во многом зависят от качества 3D-принтера, технологии, используемых материалов, настроек программного обеспечения и процесса доработки после производства. Взаимосвязь всех этих характеристик влияет на общее качество больше, чем разница между технологиями производства SLA, DLP и MJ.

Наиболее широко используемая и старейшая технология 3D-печати в стоматологии — SLA. Эти принтеры используют ультрафиолетовый (УФ) лазер для отверждения жидкой фотополимерной смолы в несколько слоев. Жидкая смола хранится в ванне, пока лазер полимеризует каждый слой смолы, с которым она контактирует. После отверждения одного слоя рабочая платформа

опускается, и последующие слои смолы отверждаются друг над другом. После завершения изготовления изделие необходимо очистить от излишков смолы, опорных стоек, а затем закалить в УФ-печи или ванне с растворителем. Преимущества печати SLA включают скорость производства, высокое разрешение, относительно низкую стоимость по сравнению с другими типами 3D-принтеров и возможность создавать сложные конструкции. Высококачественные принтеры SLA способны производить ортодонтические каппы, хирургические шаблоны, шины, окклюзионные приспособления, полные зубные протезы, временные и постоянные коронки. Способность SLA-принтеров производить широкий спектр продукции с высокой точностью результатов делает их самым популярным 3D-принтером в области стоматологии.

Подобно методам печати SLA, технология DLP использует те же методы отверждения, полимеризации и наращивания, но различается источником света; В DLP-принтерах используется цифровой проектор. Цифровые проекторы позволяют сразу полностью полимеризовать слой материала по оси X и Y, что делает этот метод изготовления значительно более быстрым при печати в больших масштабах. Скорость, наблюдаемая при выполнении крупномасштабных заданий DLP-печати, обменивается на снижение разрешения и детализации поверхности, но при уменьшении объема печати разрешение снижается, и детализация поверхности восстанавливается. Однако источники света цифровых проекторов склонны к созданию вибрационных линий на продуктах. Эти линии создают небольшие прямоугольные ступеньки и влияют на формирование изогнутых краев. Для получения четко определенных деталей поверхности требуется уточнение вибраций путем модификации после производства или использования агентов слияния/детализации. Модификация после производства в основном осуществляется с помощью пескоструйной обработки, тогда как агенты для плавления/детализации представляют собой специальные жидкости, используемые для сплавления/расплавления вместе, и то, и другое приводит к более желаемому качеству поверхности. Даже несмотря на этот недостаток, при выполнении небольших заданий DLP-печати можно достичь очень хорошего разрешения вплоть до нескольких микрометров, что делает их идеальными для продуктов, требующих предельной точности. DLP-принтеры способны достигать такой точности на полных и частичных зубных протезах, термоформованных моделях, хирургических шаблонах, одно- и многокомпонентных восковых моделях. За точность, объем и скорость приходится платить: обычно принтеры DLP стоят дороже, чем их аналоги по SLA.

В то время как технологии SLA и DLP прочно закрепились на рынке 3D-принтеров в стоматологии, популярность нового метода — струйной печати (MJ) — растет благодаря его превосходным производственным возможностям. MJ — это процесс, аналогичный тому, который используется в бытовых струйных принтерах. Светочувствительный полимер распыляется на сборочную платформу принтера через сопло принтера, а затем отверждается под действием УФ-излучения по одному слою за раз. Принтеры MJ способны создавать продукцию с такой же точностью, как SLA и мелкосерийные DLP-принтеры, без необходимости модификаций после производства.

### **ВЫВОДЫ**

В ближайшем будущем врачи должны ожидать, что технология 3D-печати будет широко распространена. Так как 3D-печать и связанные с ней материалы находятся на начальной стадии развития, на рынок стоматологического производства регулярно выходят новые технологии и материалы. Практикующие врачам необходимо знать о новинках данной технологии для дальнейшего использования ее в своей практике, так как эта технология упрощает работу и экономит время как врача, так и пациента, а так же позволяет избежать многих ошибок на различных этапах работы.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ: (REFERENCES)**

1. Dawood A. et al. 3D printing in dentistry //British dental journal. – 2015. – Т. 219. – №. 11. – С. 521-529.
2. Шервуд Р.Г., Мерфи Н., Кернс Г., Барри К. Использование технологии 3D-печати при создании индивидуальных лицевых протезов. Доктор медицинских наук. 2020; 189 : 1215–1221.
3. Turkyilmaz I., Wilkins G. N. 3D printing in dentistry—exploring the new horizons //Journal of Dental Sciences. – 2021. – Т. 16. – №. 3. – С. 1037.
4. Кесслер А., Хикель Р., Реймус М. 3D-печать в стоматологии: современное состояние. Операция Дент. 2020; 45 :30–40.