

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-165-169

УДК: 616.31-004.356

## ОБЗОР И СРАВНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ 3D-ПЕЧАТИ В СТОМАТОЛОГИИ И ЧЕЛЮСТНО-ЛИЦЕВОМ ПРОТЕЗИРОВАНИИ, ДОСТУПНЫХ НА ТЕРРИТОРИИ РФ

Мурашов М. А., Журина А. А., Платонова М. С., Степанова С. Ю., Бобрович К. А.

*Российский университет медицины, г. Москва, Россия*

### Аннотация

**Предмет исследования** — различные технологии 3D-печати (SLA и LCD), применяемые в стоматологии и челюстно-лицевом протезировании.

**Цель** — сравнить и систематизировать устройства и технологии SLA и LCD 3D-печати, доступные на территории РФ.

**Методология** — сбор и анализ доступных литературных источников, систематизация полученной информации. Сравнение различных 3D-принтеров, рекомендации по использованию в зависимости от необходимых задач. Печать эпитеза ушной раковины на 3D-принтере по технологии LCD.

**Результаты.** Технологии печати SLA и LCD схожи по ряду исследуемых нами параметров. Технология LCD показала скорость печати выше по сравнению с технологией SLA. При этом точность изделия у всех принтеров SLA оказалась выше в сравнении с самым точным принтером технологии LCD. Стоимость SLA-принтеров в среднем выше LCD-принтеров. Прототип эпитеза ушной раковины возможно воспроизвести с помощью LCD-технологии.

**Выводы.** Фотополимерные 3D-принтеры с технологией SLA позволяют создать наиболее детализированный и четкий конечный продукт, чем LCD-принтеры. Фотополимерные 3D-принтеры с технологией SLA обладают меньшей скоростью по сравнению с технологией LCD. Технологии SLA и LCD довольно близки по определенным параметрам. Технологию LCD возможно применять на этапах реабилитации пациентов с дефектами ушной раковины.

**Заключение.** По изученным нами параметрам технологии SLA и LCD очень близки. Однако технологию SLA рекомендовано использовать при необходимости получения протеза высокой точности и отсутствии необходимости в высокой скорости. LCD следует использовать при необходимости в высокой производительности и отсутствии потребности в самой высокой точности, а также при более ограниченном бюджете. Современные компьютерные технологии имеют право на существование при реабилитации пациентов с дефектами ушной раковины. Данная тема требует более детального изучения.

**Ключевые слова:** аддитивные технологии, сравнение 3D-принтеров, оптимизация работы стоматологии, компьютерные 3D-технологии в стоматологии, ортопедическая стоматология, технологии протезирования в стоматологии

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

**Михаил Александрович МУРАШОВ** ORCID ID 0000-0002-3309-538X

*к.м.н., доцент кафедры пропедевтики и технологий протезирования в стоматологии СФ, Российский университет медицины, г. Москва, Россия  
6145851@mail.ru*

**Арина Андреевна ЖУРИНА** ORCID ID 0000-0003-3421-9513

*к.м.н., доцент кафедры пропедевтики и технологий протезирования в стоматологии СФ, Российский университет медицины, г. Москва, Россия  
arina.zhurina@inbox.ru*

**Мария Сергеевна ПЛАТОНОВА** ORCID ID 0000-0002-0137-8579X

*заведующая учебной частью кафедры пропедевтики и технологий протезирования в стоматологии СФ, Российский университет медицины, г. Москва, Россия  
mashunya\_s88@mail.ru*

**Светлана Юрьевна СТЕПАНОВА** ORCID ID 0000-0001-5006-4799

*ассистент кафедры пропедевтики и технологий протезирования в стоматологии СФ, Российский университет медицины, г. Москва, Россия  
sveta-for4ik@mail.ru*

**Кирилл Александрович БОБРОВИЧ** ORCID ID 0009-0009-9546-1929

*студент 2 курса стоматологического факультета, Российский университет медицины, г. Москва, Россия  
Kirbobrovich@bk.ru*

**Адрес для переписки: Михаил Александрович МУРАШОВ**

*127545, г. Москва, ул. Новодмитровская, д.2, к.1, 0909  
+7 (495) 7489119  
6145851@mail.ru*

### Образец цитирования:

*Мурашов М. А., Журина А. А., Платонова М. С., Степанова С. Ю., Бобрович К. А.  
ОБЗОР И СРАВНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ 3D-ПЕЧАТИ В СТОМАТОЛОГИИ И ЧЕЛЮСТНО-ЛИЦЕВОМ ПРОТЕЗИРОВАНИИ, ДОСТУПНЫХ НА ТЕРРИТОРИИ РФ. Проблемы стоматологии. 2024; 1: 165-169.*

© Мурашов М. А. и др., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-165-169

Поступила 13.03.2024. Принята к печати 08.04.2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-165-169

## REVIEW AND COMPARISON MODERN 3D TECHNOLOGIES FOR DENTISTRY AVAILABLE ON RUSSIAN MARKET

Murashov M.A., Zhurina A.A., Platonova M.S., Stepanova S.Yu., Bobrovich K.A.

*Russian University of Medicine, Moscow, Russia*

### Annotation

**Subject.** SLA and LCD 3D printing technologies used in dentistry and maxillofacial prosthetics.

**Objectives.** To compare and systematize SLA and LCD 3D printing devices and technologies available in the Russian Federation. To Print a prototype of the ear epithesis.

**Methodology.** collection and analysis of available literature sources, systematization of the information received. Comparison of various 3D printers, recommendations for usage depending on the required tasks. 3D Print of epithesis of the ear by using LCD technology.

**Results.** SLA and LCD printing technologies are similar in a number of parameters we studied. LCD technology showed higher printing speed compared to SLA technology. At the same time, the accuracy of the product for all SLA printers turned out to be higher in comparison with the most accurate LCD technology printer. The cost of SLA printers is on average higher than LCD printers. The prototype of the epithesis of the auricle can be reproduced using LCD technology.

**Conclusion.** Photopolymer 3D printers with SLA technology produce more detailed and sharper end products than LCD printers. Photopolymer 3D printers with SLA technology are slower than LCD technology. SLA and LCD technologies are quite close in certain parameters. LCD technology can be used at the stages of rehabilitation of patients with ear defects.

**Keywords:** *additive technologies, comparison of 3D printers, optimization of dentistry, computer 3D technologies in dentistry, prosthetic dentistry, prosthetic technologies in dentistry*

The authors declare no conflict of interest.

**Mikhail A. MURASHOV** ORCID ID 0000-0002-3309-538X

PhD in Medical sciences, Associate Professor of the Department of Propaedeutics and Prosthetics Technologies in Dentistry of SF, Russian University of Medicine, Moscow, Russia  
6145851@mail.ru

**Arina A. ZHURINA** ORCID ID 0000-0003-3421-9513

PhD in Medical sciences, Associate Professor of the Department of Propaedeutics and Prosthetics Technologies in Dentistry of SF, Russian University of Medicine, Moscow, Russia  
arina.zhurina@inbox.ru

**Maria S. PLATONOVA** ORCID ID 0000-0002-0137-8579X

Head of the Academic Department of Propaedeutics and Prosthetics Technologies in Dentistry SF, Russian University of Medicine, Moscow, Russia  
mashunya\_s88@mail.ru

**Svetlana Yu. STEPANOVA** ORCID ID 0000-0001-5006-4799

Assistant of the Department of Propaedeutics and Prosthetics Technologies in Dentistry of SF, Russian University of Medicine, Moscow, Russia  
sveta-for4ik@mail.ru

**Kirill A. BOBROVICH** ORCID ID 0009-0009-9546-1929

2<sup>nd</sup> year Student of the Faculty of Dentistry, Russian University of Medicine, Moscow, Russia  
Kirbobrovich@bk.ru

**Correspondence address:** Mikhail A. MURASHOV

str. Novodmitrovskaya bld2 s 1, Moscow, 127545

+7 (495)7489119

6145851@mail.ru

### For citation:

Murashov M.A., Zhurina A.A., Platonova M.S., Stepanova S.Yu., Bobrovich K.A.

REVIEW AND COMPARISON MODERN 3D TECHNOLOGIES FOR DENTISTRY AVAILABLE ON RUSSIAN MARKET. *Actual problems in dentistry.* 2024; 1: 165-169. (In Russ.)

© Murashov M.A. et al., 2024

DOI: 10.18481/2077-7566-2024-20-1-165-169

Received 13.03.2024. Accepted 08.04.2024

## Введение

Сегодня в стоматологии достаточно часто используются различные компьютерные технологии [1, 8–10, 18, 20, 21], которые необходимы для совершенствования, оптимизации и автоматизации различных процессов [1, 11]. Большое число современных специалистов обращается к использованию в своей практике 3D-печати. Немаловажными преимуществами применения 3D-печати в стоматологии являются снижение стоимости конечного изделия, уменьшение временных затрат за счет почти полного автоматизированного производства [1, 2], меньшее участие зубного техника [1, 7], а также повышение общей производительности зуботехнической лаборатории благодаря всем вышесказанным преимуществам. Помимо этого, изделия обладают большей точностью [1, 2, 6], которая достигается использованием наиболее современных компьютерных систем [1, 14], широким выбором материалов для печати [1, 13, 17, 19], простотой в изготовлении за счет интуитивно понятного и несложного в освоении интерфейса, а значит, можно получить более предсказуемый результат при изготовлении зубных протезов различного типа [1, 4, 12], хирургических шаблонов [1, 5], элайнеров и т. д. Однако в доступной литературе на русском языке нет четких систематизированных рекомендаций к работе с теми или иными фотополимерными 3D-принтерами, их выбору, классификации по различным технологическим параметрам или использованию материалов для печати [1].

**Цели и задачи исследования** — систематизировать фотополимерные принтеры для 3D-печати после обзора и анализа доступной литературы, а также параметров, заявленных производителем по определенным характеристикам: точность получаемого изделия, время, затраченное на его изготовление, удобство пользования принтером, доступность на территории РФ. Для демонстрации возможности и преимуществ 3D-технологий одной из задач было напечатать прототип эпитеза ушной раковины, тем самым продемонстрировав возможность использования изученных технологий на этапах реабилитации пациентов с дефектами челюстно-лицевой области [1].

## Материалы и методы исследования

Для исследования и сравнения различных типов фотополимерных 3D-принтеров по методу печати были выбраны 2 технологии, наиболее часто применяемые в современной стоматологии [1, 15, 16]. Лазерная стереолитография (SLA — Stereolithography Apparatus) — это технология 3D-печати, основанная на последовательном точечном воздействии пучка лазера, встроенного в фотополимерный принтер, на жидкий материал (специальную смолу), который при этом воздействии отверждается. Альтернативой технологии SLA является технология LCD (Liquid Crystal Display). Данная технология основана на том, что материал — смола — отвер-

ждается с помощью жидкокристаллического дисплея, расположенного в принтере. При этом отверждение происходит последовательно, от слоя к слою [1].

Для сравнения фотополимерных 3D-принтеров использовались 5 фотополимерных принтеров различных моделей, доступных на территории РФ. Два принтера, работающие по технологии SLA (Formlabs Form3B (Formlabs, США) [1]; Shining 3D AccuFab L4D (Shining 3D Tech, Китай), три принтера с технологией LCD (UNIZ Slash C (UNIZ Technology, Китай), Phrozen Sonic MEGA 8K (Phrozen, Тайвань), Phrozen Shuffle 2019 (Phrozen, Тайвань)) использовали для печати прототипа эпитеза ушной раковины.

Сравнение принтеров и технологий, с помощью которых они работают, проводили по следующим параметрам оценки их технических характеристик, заявленных производителем: скорость печати изделия, его точность, удобство использования и доступность на территории РФ для покупки и обслуживания. Точность готовых изделий, произведенных с помощью той или иной технологии, определялась в наименьшем отклонении конечного результата от изначальной виртуальной 3D-модели, измерялась в микронах (мкм), отражающих величину погрешности. Скорость измерялась в количестве слоев, воспроизводимых за час работы (мм в час). Под удобством пользования понимали интуитивно понятный интерфейс, простоту в передаче информации на печать, эргономичность. Бюджет оценивали в сравнении исследуемых моделей принтеров между собой по параметру «высокий» (3), «средний» (2), «низкий» (1). Статистические исследования проводили, используя простую формулу для нахождения среднего арифметического в программе Excel (Microsoft), округляя значения до целых ввиду малого количества данных для получения статистически значимого результата.

## Результаты исследования

В ходе исследования мы получили сравнительную характеристику технологий 3D-печати, а также отдельных моделей принтеров, которые были занесены в табл. 1.

**Технология SLA. Принтер Formlabs Form 3B+** является принтером высокой стоимости, имеет максимальную точность среди остальных (наряду с Shining 3D AccuFab L4D), составляющую 25 мкм, при этом низкую производительную скорость 25 мм/ч. **Принтер Shining 3D AccuFab L4D** — бюджетный, с низкой среди рассматриваемых моделей скоростью изготовления (30 мм/ч), однако с высокой точностью печати (25 мкм) [1].

**Технология LCD. Принтер UNIZ Slash C** — бюджетный, имеет среднюю точность (50 мкм) и довольно высокую скорость изготовления 140 мм/ч. **Phrozen Sonic Mega 8K** — 3D-принтер из средней ценовой категории, обладает средней точностью (43 мкм) и самой высокой скоростью изготовления по сравнению с другими исследуемыми нами моделями (170 мм/ч). Принтер **Phrozen Shuffle 2019** является

бюджетным, со средней точностью (48 мкм) и самой низкой скоростью среди исследуемых нами LCD-принтеров (130 мм/ч) [1].

Разницы в удобстве использования принтеров выявлено не было, так как их размеры и вес близки, а программное обеспечение уникально для каждого принтера и требует определенных дополнительных компетенций. Передача информации на печать проста для всех видов принтеров. Технология LCD показала скорость печати в 6,8 раз выше при сравнении максимально быстрого принтера (Phrozen Sonic Mega 8K) и самого медленного SLA-принтера (Formlabs Form 3B+). В среднем следует отметить, что технология LCD быстрее технологии SLA в 2,95 раза. Принтеры с технологией LCD являются более скоростными, чем принтеры с технологией SLA, за счет использования послойного отверждения смолы. При этом точность изделия, по заявленным производителями характеристикам, у всех принтеров SLA оказалась в 2 раза выше в сравнении самым точным принтером технологии LCD (UNIZ Slash C), так как отверждение происходит точно с максимальной детализацией. При этом средняя точность SLA принтеров выше в 1,88 раза.

Обе технологии удобны для использования и доступны для покупки и обслуживания на территории РФ. Технология SLA в среднем дороже технологии LCD в 0,7 раза. Однако в каждой категории имеется возможность найти принтеры с низким бюджетом и высокой производительностью.

Для демонстрации преимуществ 3D-технологий по ранее полученной 3D-модели ушной раковины был напечатан прототип эпитеза ушной раковины с помощью принтера Phrozen Shuffle 2019. В итоге прототип соответствовал заявленным требованиям, был достаточно детализирован, соответствовал анатомии ушной раковины. Процесс печати занял 4 часа (рис.).



Рис. Прототип эпитеза ушной раковины

Fig. Prototype of ear epithesis

## Выводы

1. Фотополимерные 3D-принтеры с технологией SLA позволяют создать наиболее детализированный и четкий конечный продукт, чем LCD-принтеры.
2. Фотополимерные 3D-принтеры с технологией SLA обладают меньшей скоростью по сравнению с технологией LCD.
3. Технологии SLA и LCD довольно близки по определенным параметрам (бюджет, удобство в работе, доступность на территории РФ).
4. Технологию LCD возможно применять на этапах реабилитации пациентов с дефектами ушной раковины.

## Заключение

Основным преимуществом принтеров с технологией SLA является наиболее детализированный конечный продукт, а недостатком — увеличенное время печати, так как лазерный луч, отверждающий смолу, работает в каждой точке отдельно. Преимуществом LCD является меньшая затрата времени на изготовление за счет жидкокристаллического дисплея, отверждающего

смолу послойно по всей необходимой площади, однако точность конечного продукта при использовании данной технологии снижается [1]. Поэтому можно сделать вывод, что данные технологии предназначены для различных задач. Скорость воспроизведения готового изделия зависит не только от технологии, но и от количества изделий, воспроизводимых принтером одновременно. Чем большее количество изделий запрограммировано для одновременной печати, тем быстрее с этой задачей справится принтер LCD по сравнению с SLA. Современные компьютерные технологии возможно применять на этапах реабилитации пациентов с дефектами ушной раковины. Однако данная тема требует более детального изучения.

Таблица

Сравнительная характеристика параметров SLA и LCD технологий  
Table. Comparative characteristics of SLA and LCD technologies parameters

Название 3D-принтера	Максимальная скорость печати (мм/ч)	Точность изделия (мкм)	Удобство использования	Доступность на рынке РФ	Бюджет
(SLA)					
Formlabs Form 3B+ (SLA)	25	25	Удобно	Да	3
Shining 3D AccuFab L4D (SLA)	30	25	Удобно	Да	1
Среднее	40	25	-	-	2
(LCD)					
UNIZ Slash C	140	50	Удобно	Да	1
Phrozen Sonic Mega 8K	170	43	Удобно	Да	2
Phrozen Shuffle 2019	130	48	Удобно	Да	1
Среднее	118	47	-	-	1,3

## Литература/References

- Бобрович К.А., Кокшарова А.А. Обзор и сравнение современных технологий для 3D-печати в стоматологии доступных на территории РФ. Сборник материалов 71 Итоговой студенческой научной конференции СНО им. Л.И. Фалина. 2023:79-80. [K.A. Bobrovich, A.A. Koksharova. Review and comparison of modern technologies for 3D printing in dentistry available in the Russian Federation. Collection of materials of the 71st Final Student Scientific Conference of the SSS named after. L.I. Falina. 2023:79-80. (In Russ.)]. <https://www.msmsu.ru/science/molodyezhnaya-nauka/sborniki-tezisev-nauchnykh-konferentsiy/71.pdf>
- Вокулова Ю.А., Жулев Е.Н. Результаты изучения размерной точности временных искусственных коронок, изготовленных с помощью субтрактивных и аддитивных технологий. Norwegian Journal of Development of the International Science. 2020;44-1. [Yu.A. Vokulova, E.N. Zhulev. Results of studying the dimensional accuracy of temporary artificial crowns manufactured using subtractive and additive technologies. Norwegian Journal of Development of the International Science. 2020;44-1. (In Russ.)]. <https://cyberleninka.ru/article/n/rezultaty-izucheniya-razmernoy-tochnosti-vremennyh-iskusstvennyh-koronok-izgotovlennyh-s-pomoschyu-subtraktivnyh-i-additivnyh>
- Гветадзе Р.Ш., Тимофеев Д.Е., Бутова Валентина Гавриловна, Жеребцов А.Ю., Андреева С.Н. Цифровые технологии в стоматологии. Российский стоматологический журнал. 2018;5. [R.Sh. Gvetadze, D.E. Timofeev, V.G. Butova, A.Yu. Zherebtsov, S.N. Andreeva. Digital technologies in dentistry. Russian dental journal. 2018;5. (In Russ.)]. <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovye-tehnologii-v-stomatologii>
- Жулев Е.Н., Вокулова Ю.А. Изучение качества краевого прилегания каркасов искусственных коронок из дисиликата лития IPS e. Max, изготовленных с помощью современных цифровых технологий. The Scientific Heritage. 2020;46-3:46. [E.N. Zhulev, Yu.A. Vokulova. Study of the quality of marginal fit of artificial crown frames made of lithium disilicate IPS e. Max, made using modern digital technology. The Scientific Heritage. 2020;46-3:46. (In Russ.)]. <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-kachestva-krayevogo-prileganiya-karkasov-iskusstvennyh-koronok-iz-disilikata-litiya-ips-e-max-izgotovlennyh-s-pomoschyu>
- Ибрагим Эмиль Рустам Оглы. Метод планирования трансгингивальной дентальной имплантации без помощи аддитивной технологии. Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н. И. Пирогова. 2012;4. [Ibrahim Emil Rustam Ogly. A method for planning transgingival dental implantation without the help of additive technology. Bulletin of the National Medical and Surgical Center named after. N.I. Pirogova. 2012;4. (In Russ.)]. <https://cyberleninka.ru/article/n/metod-planirovaniya-transgingivalnoy-dentalnoy-implantatsii-bez-pomoschi-additivnoy-tehnologii>
- Иванова В.А., Борисов В.В., Платонова В.В., Данышина С.Д. Высокая точность конструкций при применении 3D-печати в имплантологии (обзор литературы). Актуальные проблемы медицины. 2020;1. [V.A. Ivanova, V.V. Borisov, V.V. Platonova, S.D. Danshina. High precision of structures when using 3D printing in implantology (literature review). Current problems of medicine. 2020;1. (In Russ.)]. <https://cyberleninka.ru/article/n/vysokaya-tochnost-konstruktsiy-pri-primeneni-3d-pechati-v-implantologii-obzor-literatury>
- Искендеров Рамиль Мазахирович. Применение cad/cam-технологий в зуботехнической лаборатории. Российский стоматологический журнал. 2016;1. [R.M. Iskenderov. Application of cad/cam technologies in a dental laboratory. Russian dental journal. 2016;1. (In Russ.)]. <https://cyberleninka.ru/article/n/primeneniye-cad-cam-tehnologii-v-zubotehnicheskoy-laboratorii>
- Карапетян Т.А., Перунов А.Ю. Технология CAD/CAM – ортопедическая стоматология будущего. БМИК. 2018;2. [T.A. Karapetyan, A.Yu. Perunov. CAD/CAM technology – prosthetic dentistry of the future. БМИК. 2018;2. (In Russ.)]. <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya-cad-cam-ortopedicheskaya-stomatologiya-buduschego>
- Клёмин В.А., Корж В.И., Калиновский Д.К., Корж Д.В. Использование результатов изобретательской деятельности в работе кафедры ортопедической стоматологии: цифровые и аддитивные технологии. Журнал телемедицины и электронного здравоохранения. 2020;4. [V.A. Klemmin, V.I. Korzh, D.K. Kalinovsky, D.V. Korzh. Using the results of inventive activity in the work of the Department of Orthopedic Dentistry: digital and additive technologies. Journal of Telemedicine and eHealth. 2020;4. (In Russ.)]. <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-rezultatov-izobretatelskoy-deyatelnosti-v-rabote-kafedry-ortopedicheskoy-stomatologii-tsifrovye-i-additivnye>
- Наумович С.С., Разоренов А.Н. CAD/Cam системы в стоматологии: современное состояние и перспективы развития. Современная стоматология. 2016;4(65). [S.S. Naumovich, A.N. Razorenov. CAD/Cam systems in dentistry: current state and development prospects. Modern dentistry. 2016;4(65). (In Russ.)]. <https://cyberleninka.ru/article/n/sad-cam-sistemy-v-stomatologii-sovremennoe-sostoyanie-i-perspektivy-razvitiya>
- Вокулова Ю.А. Разработка и внедрение цифровых технологий при ортопедическом лечении с применением несъемных протезов зубов : автореферат дис. ... кандидата медицинских наук : 14.01.14. Нижний Новгород, 2017:22. [Yu.A. Vokulova. Development and implementation of digital technologies in orthopedic treatment using fixed dental prostheses: abstract of thesis. ... candidate of medical sciences : 01/14/14. Nizhny Novgorod, 2017:22. (In Russ.)]. <http://repo.tvergma.ru/393/2/автореферат.pdf>
- Степанов В.А., Шемонаев В.И., Буянов Е.А., Грачев Д.В., Пархоменко А.Н., Зубрева И.А. Перспективы изготовления каркасов металлокерамических конструкций зубных протезов методом селективного лазерного спекания. Здоровье и образование в XXI веке. 2021;6. [V.A. Stepanov, V.I. Shemonaev, E.A. Buyanov, D.V. Grachev, A.N. Parkhomenko, I.A. Zubreva. Prospects for the manufacture of frameworks for metal-ceramic structures of dental prostheses using selective laser sintering. Health and education in the 21st century. 2021;6. (In Russ.)]. <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-izgotovleniya-karkasov-metallokeramicheskikh-konstruktsiy-zubnyh-protetov-metodom-selektivnogo-lazernogo-spekaniya>
- Barazanchi A., Li K.C., Al-Amlah B., Lyons K., Waddell J.N. Additive technology: update on current materials and applications in dentistry // Journal of Prosthodontics. – 2017;26(2):156-163. DOI: 10.1111/jopr.12510
- Bilgin M.S., Baytaroglu E.N., Erdem A., Dilber E. A review of computer-aided design/computer-aided manufacture techniques for removable denture fabrication // European journal of dentistry. – 2016;10(2):286-291. doi: 10.4103/1305-7456.178304
- Chockalingam K., Jawahar N., Chandrasekhar U. Influence of layer thickness on mechanical properties in stereolithography // Rapid Prototyping Journal. – 2006;12(2):106-113. doi: 10.1108/13552540610652456
- Jeong Y.G., Lee W.S., Lee K.B. Accuracy evaluation of dental models manufactured by CAD/CAM milling method and 3D printing method // The journal of advanced prosthodontics. – 2018;10(3):245-251. DOI: 10.4047/jap.2018.10.3.245
- Layani M., Wang X., Magdassi S. Novel materials for 3D printing by photopolymerization // Advanced Materials. – 2018;30:e1706344. DOI: 10.1002/adma.201706344
- Liaw C.Y., Guvendiren M. Current and emerging applications of 3D printing in medicine // Biofabrication. – 2017;9:024102. DOI: 10.1088/1758-5090/aa7279
- Pasquet W., Benoit A., Hategi-Kimana C., Wulfman C. Mechanical properties of CAD/CAM denture base resins // The International Journal of Prosthodontics. – 2019;32(1):104-106. doi: 10.11607/ijp.6025
- Tack P., Victor J., Gemmel P., Annemans L. 3D-printing techniques in a medical setting: a systematic literature review // Biomedical engineering online. – 2016;15:115. DOI: 10.1186/s12938-016-0236-4
- Yueyi Tian, ChunXu Chen, Xiaotong Xu, Jiayin Wang, Xingyu Hou, Kelun Li, Xinyue Lu, HaoYu Shi, Eui-Seok Lee, Heng Bo Jiang. A Review of 3D Printing in Dentistry // Technologies, Affecting Factors, and Applications. DOI: 10.1155/2021/9950131