

DOI: 10.18481/2077-7566-20-16-3-131-138  
УДК: 616.31-085

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВРЕМЕНИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРОВИЗОРНЫХ ПРОТЕЗОВ, СОЗДАННЫХ С ПОМОЩЬЮ ТРАДИЦИОННЫХ И ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Вокулова Ю.А.<sup>1</sup>, Жулев Е.Н.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Поликлиника № 2 Федеральной таможенной службы, г. Нижний Новгород, Россия

<sup>2</sup> Приволжский исследовательский медицинский университет, г. Нижний Новгород, Россия

### Аннотация

**Предмет.** Современные цифровые технологии позволяют в значительной степени автоматизировать процесс создания провизорных протезов. Вначале получают цифровые изображения зубных рядов пациента, затем виртуально моделируют будущий протез и изготавливают его субтрактивным методом с помощью CAD/CAM-системы либо аддитивным методом с помощью 3D-принтера.

**Цель** — проведение сравнительной оценки затраченного врачом — стоматологом-ортопедом и зубным техником времени, необходимого для изготовления провизорных искусственных коронок, полученных с помощью цифровых и традиционных технологий.

**Методология.** Пациенты были разделены на 4 группы в зависимости от метода изготовления временных искусственных коронок: из композитного материала Protemp 4 с применением силиконового ключа, с применением CAD/CAM-системы KaVo ARCTICA из полиметилметакрилата VITA CAD-Temp multicolor, с помощью 3D-принтера Asiga Max UV из биологически совместимого фотополимерного материала NextDent C&B MFH и лабораторным методом холодной полимеризации пластмассы. Для статистического анализа полученных результатов применяли Н-критерий Краскела—Уоллиса и W-критерий Манна—Уитни. Всего было изготовлено 40 провизорных искусственных коронок, по 10 в каждой группе.

**Результаты.** На основании полученных данных было установлено, что врачу — стоматологу-ортопеду и зубному технику на изготовление провизорной искусственной коронки с помощью 3D-принтера Asiga Max UV необходимо затратить  $38,8 \pm 4,104$  мин., с применением CAD/CAM-системы KaVo ARCTICA —  $29,0 \pm 3,162$ , лабораторного метода —  $71,6 \pm 4,502$ , силиконового ключа —  $62,8 \pm 5,613$ .

**Выводы.** Полученные данные позволили нам сделать вывод о том, что изготовление временной искусственной коронки с применением современных цифровых технологий (CAD/CAM-системы, внутриротового лазерного сканирования и 3D-принтера) требует меньшего времени по сравнению с традиционными методами изготовления провизорного протеза ( $p < 0,0166667$ ).

**Ключевые слова:** цифровые технологии в стоматологии, цифровые оттиски, CAD/CAM, внутриротовой сканер, 3D-печать, 3D-принтер, провизорные протезы

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

**Юлия Андреевна ВОКУЛОВА**

к. м. н., заведующая стоматологическим отделением, врач — стоматолог-ортопед, Поликлиника № 2 Федеральной таможенной службы России, г. Нижний Новгород  
vokulova@rambler.ru

**Евгений Николаевич ЖУЛЕВ**

д. м. н., профессор кафедры ортопедической стоматологии и ортодонтии, Приволжский исследовательский медицинский университет, г. Нижний Новгород Hrustalev54@mail.ru

**Адрес для переписки: Юлия Андреевна ВОКУЛОВА**

603098, г. Нижний Новгород, ул. Артельная, д. 2  
Тел.: 8-930-802-01-90  
vokulova@rambler.ru

**Образец цитирования:**

Вокулова Ю.А., Жулев Е.Н.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВРЕМЕНИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРОВИЗОРНЫХ ПРОТЕЗОВ,  
СОЗДАННЫХ С ПОМОЩЬЮ ТРАДИЦИОННЫХ И ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Проблемы стоматологии, 2020, т. 16, № 3, стр. 131—138

© Вокулова Ю.А. и др. 2020

DOI: 10.18481/2077-7566-20-16-3-131-138

Поступила 06.09.2020. Принята к печати 30.09.2020

DOI: 10.18481/2077-7566-20-16-3-131-138

## COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE MANUFACTURING TIME OF DENTAL PROSTHESES CREATED USING TRADITIONAL AND DIGITAL TECHNOLOGIES

Vokulova Y.A.<sup>1</sup>, Zhulev E.N.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Polyclinic No. 2 of the Federal customs service of Russia, Nizhny Novgorod, Russia

<sup>2</sup> Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia

### Abstract

**Subject.** Modern digital technologies allow us to significantly automate the process of creating prosthetic devices. First, digital images of the patient's dental rows are obtained, then the future prosthesis is virtually modeled and made using a subtractive method using CAD/CAM, or an additive method using a 3D-printer.

**Objective** — conducting a comparative assessment of the time spent by an orthopedic dentist and a dental technician for the production of artificial dental crowns obtained using digital and traditional technologies. Methodology. The patients were divided into four groups according to the method of manufacturing temporary artificial crowns—from a composite material Protemp 4 using a silicone key, using the CAD/CAM-system KaVo ARCTIC from polymethylmethacrylate VITA CAD-Temp multicolor, using a 3D-printer Asiga Max UV from a biologically compatible photopolymer material NextDent C&B MFH and a laboratory method of cold plastic polymerization. For statistical analysis of the results obtained, the Kraskel—Wallis H-test and the Mann—Whitney W-test were used. In total, 40 medicinal artificial crowns were made, 10 in each group.

**Results.** Based on the data obtained, it was found that for the manufacture of a dental artificial crown using the 3D-printer Asiga Max UV dentist orthopedist and dental technician should spend  $38.8 \pm 4.104$  minutes, using CAD/CAM KaVo ARCTICA— $29.0 \pm 3.162$  minutes, using the laboratory method —  $71.6 \pm 4.502$  and using a silicone key —  $62.8 \pm 5.613$ .

**Conclusions.** The obtained data allowed us to conclude that the production of a temporary artificial crown with the use of modern digital technologies (CAD/CAM-systems, intraoral laser scanning and 3D-printer) requires less time compared to traditional methods of manufacturing a prosthesis ( $p < 0.0166667$ ).

**Keywords:** digital technologies in dentistry, digital impressions, CAD/CAM, intraoral scanner, 3D-printing, 3D-printer, dental prostheses

The authors declare no conflict of interest.

### Julia A. VOKULOVA

Candidate of Medical Sciences (Ph.D. in Medicine), head of the dental Department, orthopedic dentist,  
Polyclinic No. 2 of the Federal customs service of Russia, Nizhny Novgorod

vokulova@rambler.ru

### Evgeny N. ZHULEV

M.D. Doctor of Medical Science Dr. Sci. (Med.), professor of the Department of orthopaedic dentistry  
and orthodontics, Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod

Hrustalev54@mail.ru

### Correspondence address: Julia A. VOKULOVA

603098, Nizhny Novgorod, Artelnaya str., 2

Tel.: 8-930-802-01-90

vokulova@rambler.ru

### For citation:

Vokulova Y.A., Zhulev E.N.

COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE MANUFACTURING TIME OF DENTAL PROSTHESES  
CREATED USING TRADITIONAL AND DIGITAL TECHNOLOGIES

Actual problems in dentistry, 2020, vol. 16, № 3, p. 131—138

© Vokulova Y.A. et al. 2020

DOI: 10.18481/2077-7566-20-16-3-131-138

Received 06.09.2020. Accepted 30.09.2020

## Введение

Провизорные искусственные коронки можно изготовить с применением традиционных и цифровых технологий. Врач — стоматолог-ортопед в клинических условиях может получить временный несъемный протез из самотвердеющего композиционного материала с помощью методики силиконового ключа, в зуботехнической лаборатории — методом холодной полимеризации пластмассы [6, 9, 11, 13, 16, 17].

Современные цифровые технологии (внутриротовые лазерные сканеры, CAD/CAM-системы, 3D-принтеры) позволяют в значительной степени автоматизировать процесс создания ортопедических конструкций [1, 2, 7, 12, 23—26]. Вначале получают цифровые изображения зубных рядов пациента, затем виртуально моделируют будущий протез и изготавливают его субтрактивным методом с помощью CAD/CAM-системы [8, 15] либо аддитивным методом с помощью 3D-принтера [5, 18—22].

Преыдушие исследования были посвящены изучению прочности на изгиб акриловых временных протезов [10], размерной точности [3, 4], качеству внутреннего прилегания временных коронок [5], полученных с помощью цифровых технологий и сравнительной характеристики эстетических и физико-механических свойств провизорных несъемных протезов, изготовленных аддитивным и субтрактивным методами [14]. На данный момент нет данных о сравнительной оценке затраченного в клинике и зуботехнической лаборатории времени, необходимого для изготовления провизорных коронок, созданных с помощью CAD/CAM-систем, 3D-принтеров и традиционных технологий, что и явилось предметом проведения настоящего исследования.

**Цель** — проведение сравнительной оценки затраченного врачом — стоматологом-ортопедом и зубным техником времени, необходимого для изготовления провизорных искусственных коронок, полученных с помощью цифровых и традиционных технологий.

## Материалы и методы

В клиническом исследовании приняли участие 40 пациентов (мужчин — 21, женщин — 19) в возрасте от 29 до 66 лет, которые были разделены на 4 группы по 10 человек в каждой. Для проведения ортопедического лечения было изготовлено 25 цельнокерамических и 15 металлокерамических искусственных коронок (по 10 в каждой группе). В 1 группе (5 мужчин и 5 женщин) ортопедическое лечение проводилось с применением временных несъемных протезов, изготовленных клиническим методом по технологии силиконового ключа из самотвердеющего бисакрилатного композитного материала автоматического замешивания Protemp 4 (3M Espe); во 2 (6 мужчин

и 4 женщины) — временных ортопедических конструкций, изготовленных методом холодной полимеризации пластмассы; в 3 (6 мужчин и 4 женщины) — временных искусственных коронок, изготовленных методом фрезерования. Цифровое изображение зубных рядов было получено с помощью внутриротового лазерного сканера iTero Cadent (США). Затем в программном обеспечении DentalCAD 2.2 Valletta проводили моделирование временных конструкций. Далее из полиметилметакрилата VITA CAD-Temp multicolor на фрезерно-шлифовальном станке KaVo ARCTICA Engine изготавливали провизорные протезы; в 4 (4 мужчин и 6 женщин) — провизорных коронок, изготовленных методом быстрого прототипирования. Цифровое изображение зубных рядов было получено с помощью внутриротового лазерного сканера iTero Cadent (США). Затем в программном обеспечении DentalCAD 2.2 Valletta проводили моделирование временных протезов. Далее с помощью 3D-принтера Asiga Max UV (Австралия) изготавливали провизорные конструкции из биологически совместимого микронаполненного гибридного материала NextDent C&B MFH. В табл. 1 представлено распределение пациентов по группам с учетом гендерного признака.

Таблица 1

### Распределение пациентов по полу и методу изготовления временной искусственной коронки

Table 1. Clinical and laboratory procedures for the manufacture of a dental prosthesis using traditional and digital methods

Методы изготовления временной искусственной коронки		Количество протезов	Пол пациента	
			муж.	жен.
Традиционные методы	клинический метод по силиконовому ключу	10	5	5
	лабораторный метод	10	6	4
Цифровые методы	CAD/CAM	10	6	4
	3D-принтер	10	4	6
Итого		40	21	19

Во всех группах осуществляли замер затраченного на изготовление провизорного протеза времени врачом — стоматологом-ортопедом в клинике и зубным техником в лаборатории. В табл. 2 приведены клиничко-лабораторные процедуры, время для проведения которых учитывалось в данном исследовании.

Время изготовления провизорной коронки с помощью 3D-принтера Asiga Max UV и CAD/CAM-системы KaVo ARCTICA Engine, составляющее в среднем 60 мин., не учитывалось, т. к. 3D-печать и фрезерование полностью автоматизированные процессы и не требуют присутствия зубного техника, а значит, он может потратить его на другие производ-

ственные процессы. В данном исследовании учитывалось только время, затраченное на виртуальное моделирование провизорного протеза и постобработку (ультразвуковую очистку) созданных с помощью 3D-принтера временных искусственных коронок.

В эксперименте участвовало 2 врача — стоматолога-ортопеда и 2 зубных техника, каждый из которых принимал участие в изготовлении 5 временных искусственных коронок в каждой группе.

### Результаты и их обсуждение

Визуальный анализ гистограмм (рис. 1—3) и описательные статистики (табл. 3) позволяют качественно оценить характеристики распределения значений величины затраченного времени для изготовления провизорных конструкций различными методами. На основании этих данных был сделан вывод о том, что распределение значений признаков во всех группах отличается от нормального (наблюдается ярко выраженная асимметрия,

Таблица 2

### Клинико-лабораторные процедуры при изготовлении провизорного протеза традиционными и цифровыми методами

Table 2. Clinical and laboratory procedures for the production of a prosthetic device using traditional and digital methods

Клинико-лабораторные процедуры	Традиционные технологии		Цифровые технологии	
	лабораторный метод	клинический метод по силиконовому ключу	CAD/CAM	3D-принтер
Альгинатные оттиски, 2 шт.	–	+	–	–
Альгинатные оттиски, 1 шт.	+	–	–	–
Силиконовый оттиск	+	–	–	–
Гипсовые модели	+	+	–	–
Восковое моделирование	–	+	–	–
Цифровой оттиск	–	–	+	+
Виртуальное моделирование провизорного протеза	–	–	+	+
Изготовление временной коронки в лаборатории	+	–	–	–
Изготовление временной коронки в клинике	–	+	–	–
Коррекция окклюзии	+	+	+	+
Постобработка созданной с помощью 3D-принтера временной коронки	–	–	–	+

Таблица 3

### Описательные статистики распределения значений величины затраченного времени на изготовление провизорных конструкций различными методами (n – количество искусственных коронок)

Table 3. Descriptive statistics of the distribution of the values of the amount of time spent for the manufacture of provision structures by various methods (n – the number of artificial crowns)

Время протезирования	n	Среднее ± стандартное отклонение	Медиана	Минимум	Максимум	25-й процентиль	75-й процентиль	Стандартная ошибка среднего
3D-принтер								
Клиническое	10	14,1 ± 2,183	15,00	10,00	18,00	13,00	15,00	0,690
Лабораторное	10	24,7 ± 2,946	25,50	20,00	30,00	22,25	26,00	0,932
Общее время	10	38,8 ± 4,104	39,50	32,00	45,00	35,50	40,75	1,298
CAD/CAM								
Клиническое	10	15,4 ± 2,716	15,50	12,00	20,00	13,25	17,50	0,859
Лабораторное	10	13,6 ± 2,221	13,50	10,00	17,00	12,25	15,00	0,702
Общее время	10	29,0 ± 3,162	29,50	22,00	33,00	28,25	30,75	1,000
Лабораторный метод								
Клиническое	10	21,1 ± 3,542	21,00	15,00	27,00	19,00	23,75	1,120
Лабораторное	10	50,5 ± 2,838	49,50	48,00	55,00	48,00	53,25	0,898
Общее время	10	71,6 ± 4,502	70,50	67,00	81,00	68,50	71,75	1,424
Клинический метод по силиконовому ключу								
Клиническое	10	41,2 ± 3,882	42,00	35,00	46,00	38,50	43,75	1,227
Лабораторное	10	21,6 ± 4,971	21,00	15,00	29,00	18,00	24,75	1,572
Общее время	10	62,8 ± 5,613	62,00	53,00	73,00	60,25	64,00	1,775

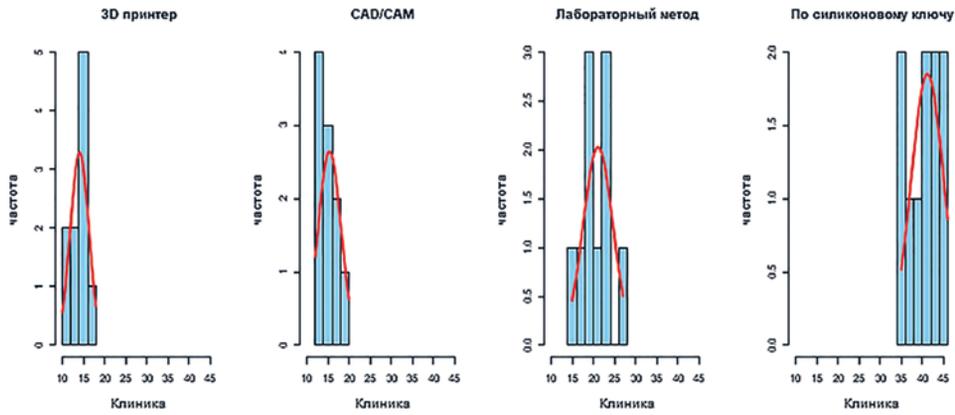


Рис. 1. Гистограммы распределения значений величины затраченного времени врачом — стоматологом-ортопедом в клинике на изготовление временной искусственной коронки различными методами

Fig. 1. Histograms of the distribution of the values of the amount of time spent by a dentist orthopedist in the clinic when making a temporary artificial crown using various methods

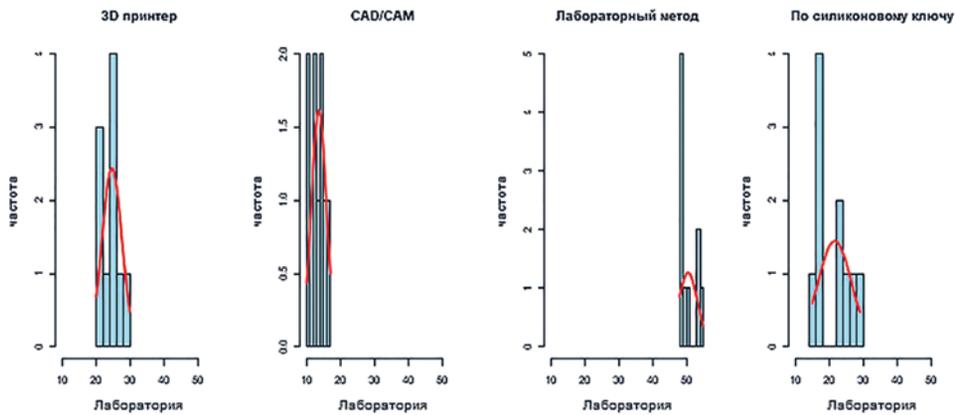


Рис. 2. Гистограммы распределения значений величины затраченного времени зубным техником в лаборатории на изготовление временной искусственной коронки различными методами

Fig. 2. Histograms of the distribution of the values of the amount of time spent by a dental technician in the laboratory when manufacturing a temporary artificial crown using various methods

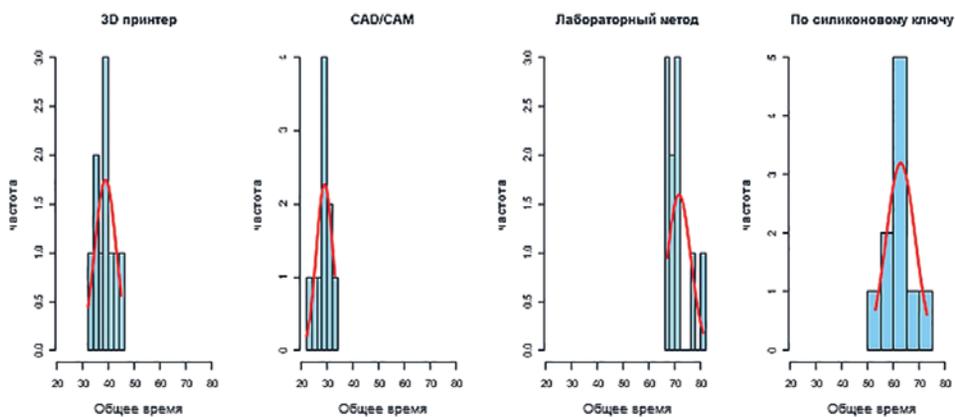


Рис. 3. Гистограммы распределения значений величины общего затраченного времени зубным техником в лаборатории и врачом — стоматологом-ортопедом в клинике на изготовление временной искусственной коронки различными методами

Fig. 3. Histograms of the distribution of values of the total time spent by a dental technician in the laboratory and an orthopedic dentist in the clinic when making a temporary artificial crown using various methods

мультимодальность). В связи с этим для анализа данных целесообразно было применение непараметрических статистических методов (Н-критерий Краскела—Уоллиса и W-критерий Манна—Уитни).

Нулевая гипотеза при статистическом анализе, обозначенная  $H_0 = \{\text{между полученными в разных условиях показателями существуют лишь случайные различия}\}$ , в данном исследовании отвергается на уровне статистической значимости  $p < 0,0166667$ , т.е. вероятность ошибочного признания различий значимыми меньше 0,0166667. При расчете критического уровня значимости была введена поправка Бонферрони для учета множественных сравнений:  $0,0166667 = 0,05/3$ , где 0,05 — общепринятое значение критического уровня значимости для одинарного сравнения в медико-биологических исследованиях, а 3 — число сравнений.

В табл. 4 приведены значения Н-критерия Краскела—Уоллиса и соответствующие ему уровни значимости  $p$  для каждого признака с целью сравнения всех групп.

Из таблицы видно, что группы различимы с уровнем значимости  $p < 0,0166667$ . Для определения отличий и сходства между группами необходимо провести попарное сравнение всех групп, применяя для статистического анализа W-критерия Манна—Уитни и поправку Бонферрони при расчете критического уровня значимости.

Таблица 4  
Результаты сравнения независимых групп методом Краскела—Уоллиса

Table 4. The results of the comparison of independent groups with a method Kruskal—Wallis

Время протезирования, мин.	<i>H</i>	<i>p</i>
Клиническое	30,698	0,0000010
Лабораторное	32,919	0,0000003
Общее время	34,866	0,0000001

В табл. 5 приведены значения W-критерия Манна—Уитни и соответствующие ему уровни значимости  $p$  для каждого признака для попарного сравнения групп.

### Выводы

На основании полученных данных было установлено, что время, затраченное врачом — стоматологом-ортопедом и зубным техником на изготовление провизорной искусственной коронки с помощью 3D-принтера Asiga Max UV из биологически совместимого микронаполненного гибридного материала NextDent C&B MFH, составляет  $38,8 \pm 4,104$  мин., с применением CAD/CAM-системы KaVo ARCTICA из полиметилметакрилата VITA CAD-Temp multicolor —  $29,0 \pm 3,162$ , лабораторного метода —  $71,6 \pm 4,502$ ,

Таблица 5  
Результаты попарного сравнения независимых групп методом Манна—Уитни

Table 5. Results of pairwise comparison of independent groups by the Mann—Whitney method

Попарно сравниваемые группы		Клиническое время	Лабораторное время	Общее время
3D-принтер и CAD/CAM	W	36,5	100	98,5
	<i>p</i>	0,3169	0,0002***	0,0003***
3D-принтер и лабораторный метод	W	4	0	0
	<i>p</i>	0,0005***	0,0002***	0,0002***
3D-принтер и клинический метод	W	0	69,5	0
	<i>p</i>	0,0002***	0,1492	0,0002***
CAD/CAM и лабораторный метод	W	10	0	0
	<i>p</i>	0,0027***	0,0002***	0,0002***
CAD/CAM и клинический метод	W	0	3,5	0
	<i>p</i>	0,0002***	0,0005***	0,0002***
Лабораторный и клинический методы	W	0	100	88
	<i>p</i>	0,0002***	0,0002***	0,0045***

Примечание: \*\*\* — различия статистически значимы по критерию Манна—Уитни с уровнем значимости  $p < 0,0166667$ .

силиконового ключа —  $62,8 \pm 5,613$ . Эти данные позволили нам сделать вывод о том, что изготовление временной искусственной коронки с применением современных цифровых технологий (CAD/

САМ-системы, внутриворотного лазерного сканирования и 3D-принтера) требует меньшего времени по сравнению с традиционными методами изготовления провизорного протеза ( $p < 0,0166667$ ).

## Литература

1. Алиева, С. С. Результаты краевой адаптации монокристаллических коронок из диоксида циркония / С. С. Алиева // Проблемы стоматологии. – 2019. – Т. 15, № 3. – С. 133–138.
2. Вокулова, Ю. А. Разработка и внедрение цифровых технологий при ортопедическом лечении с применением несъемных протезов зубов : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.01.14 / Вокулова Ю. А. – Нижний Новгород, 2017. – 22 с.
3. Жулев, Е. Н. Изучение размерной точности внутреннего прилегания искусственных коронок к культе опорного зуба и цифровых оттисков в эксперименте / Е. Н. Жулев, Ю. А. Вокулова // Кубанский научный медицинский вестник. – 2016. – № 6 (161). – С. 58–62.
4. Жулев, Е. Н. Изучение размерной точности искусственных коронок, изготовленных с помощью CAD/CAM системы и 3D принтера / Е. Н. Жулев, Ю. А. Вокулова // Znanstvena misel. – 2020. – Т. 2, № 40. – С. 20–25.
5. Карякин, Н. Н. 3D-печать в медицине / Н. Н. Карякин, Р. О. Горбатов. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2019. – 240 с.
6. Маркскурс, Р. Несъемные стоматологические реставрации / Р. Маркскурс. – Москва : Информационное агентство Newdent, 2007. – 368 с.
7. Мирзоева, М. С. Использование сканирования в ортопедической стоматологии : обзор литературы / М. С. Мирзоева // Проблемы стоматологии. – 2017. – Т. 13, № 1. – С. 31–34.
8. Наумович, С. С. CAD/CAM системы в стоматологии: современное состояние и перспективы развития / С. С. Наумович, А. Н. Разоренов // Современная стоматология. – 2016. – № 4. – С. 2–9.
9. Лебеденко, И. Ю. Ортопедическая стоматология : национальное руководство / И. Ю. Лебеденко, С. Д. Арutyонов, А. Н. Ряховский. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2016. – 824 с.
10. Изучение прочности на изгиб акриловых и бис-акриловых материалов для провизорных протезов после их починки / О. А. Петрикас, Д. В. Трапезникова, А. Н. Маслов, И. В. Петрикас // Проблемы стоматологии. – 2018. – Т. 14, № 2. – С. 104–108.
11. Розенштиль, С. Ф. Ортопедическое лечение несъемными протезами / С. Ф. Розенштиль, М. Р. Лэнд, Ю. Фулджимото. – Москва : Медпресс, 2010. – 940 с.
12. Ряховский, А. Н. Цифровая стоматология / А. Н. Ряховский. – Москва : Авантис, 2010. – 282 с.
13. Смит, Б. Коронки и мостовидные протезы в ортопедической стоматологии / Б. Смит, Л. Хоу ; пер. с англ. ; под общ. ред. Е. Ю. Новикова. – Москва : МЕДпресс-информ, 2010. – 344 с.
14. Сравнительная характеристика провизорных коронок, изготовленных по методу CAD/CAM фрезерования и 3D-печати / А. В. Стоматов, Д. В. Стоматов, П. В. Иванов, В. В. Марченко, Е. В. Пилицкий, С. У. Умаратаев // Стоматология для всех. – 2020. – № 2. – С. 45–49.
15. Шустова, В. А. Применение 3D-технологий в ортопедической стоматологии / В. А. Шустова, М. А. Шустов. – Санкт-Петербург : СпецЛит, 2016. – 159 с.
16. Массирони, Д. Точность и эстетика. Клинические и зуботехнические этапы протезирования зубов / Д. Массирони, П. Пасчетта, Д. Ромео. – Москва : ИД Азбука, 2008. – 464 с.
17. Фрадеани, М. Эстетическая реабилитация несъемными ортопедическими конструкциями / М. Фрадеани, Д. Бардуччи. – Т. 2. – Москва : ИД Азбука, 2010. – 600 с.
18. 3D printing in dentistry / A. Dawood [et al.] // Br Dent J. – 2015. – Vol. 219, № 11. – P. 521–529. DOI: 10.1038/sj.bdj.2015.914
19. 3D Printing—Encompassing the Facets of Dentistry / Gunpreet Oberoi [et al.] // Front Bioeng Biotechnol. – 2018. – № 6. – P. 172. DOI: 10.3389/fbioe.2018.00172
20. 3D printing materials and their use in medical education: a review of current technology and trends for the future / J. Garcia [et al.] // BMJ Simul Technol Enhanc Learn. – 2018. – Vol. 14, № 1. – P. 27–40. doi:10.1136/bmjstel-2017-000234
21. 3D Printing of Resin Material for Denture Artificial Teeth: Chipping and Indirect Tensile Fracture Resistance / Y. J. Chung [et al.] // Materials (Basel). – 2018. – Vol. 11, № 10. – P. E1798. DOI: 10.3390/ma11101798
22. Hui-Fang, Y. 3D printing technology in oral medicine in the field of application / Y. Hui-Fang, Z. Jianjiang, W. Yong // China Medical Equipment. – 2015. – № 30 (5). – P. 63–65. DOI: 10.7502/j.issn.1674-3962.2016.05.08
23. Birnbaum, N. Dental impressions using 3D digital scanners: virtual becomes reality / N. Birnbaum, H. Aaronson // Compend Contin Educ Dent. – 2008. – Vol. 29, № 8. – P. 498–505.
24. Lee, W.-S. Evaluation of internal fit of interim crown fabricated with CAD/CAM milling and 3D printing system / W.-S. Lee, D.-H. Lee, K.-B. Lee // J Adv Prosthodont. – 2017. – № 9. – P. 265–270. DOI: 10.4047/jap.2017.9.4.265
25. Precision of intraoral digital dental impressions with iTero and extraoral digitization with the iTero and a model scanner / T. Flugge [et al.] // American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. – 2013. – Vol. 144, № 3. – P. 471–478. DOI: 10.1016/j.ajodo.2013.04.017
26. The time efficiency of intraoral scanners: an in vitro comparative study. / S. Patzelt [et al.] // J Am Dent Assoc. – 2014. – Vol. 145, № 6. – P. 542–551.

## References

1. Alieva, S. S. (2019). Rezul'taty krayevoy adaptatsii monolitnykh koronok iz dioksida tsirkoniya [Results of edge adaptation of monolithic zirconia crowns]. *Problemy stomatologii [Actual problems in dentistry]*, 15, 3, 133–138. (In Russ.)
2. Vokulova, Yu. A. (2017). *Razrabotka i vnedreniye tsifrovyykh tekhnologiy pri ortopedicheskom lechenii s primeneniye m nes'yemnykh protezov zubov : avtoref. dis. ... kand. med. nauk : 14.01.14 [Development and implementation of digital technologies in orthopedic treatment with the use of non-removable dentures : autoref. dis. ... cand. med. sciences : 14.01.14]*. Nizhny Novgorod, 22. (In Russ.)
3. Zhulev, E. N., Vokulova, Y. A. (2016). Izucheniye razmernoy tochnosti vnutrennego priliganiya iskusstvennykh koronok k kul'te opornogo zuba i tsifrovyykh ottiskov v eksperimente [Study precision internal fit of artificial crowns to the cult of the reference tooth and the dimensional accuracy of digital impressions in the experiment]. *Kubanskiy nauchnyy meditsinskiy vestnik [Kubanskiy Nauchnyy Meditsinskiy Vestnik]*, 6, 58–62. (In Russ.)
4. Zhulev, E. N., Vokulova, Y. A. (2020). Izucheniye razmernoy tochnosti iskusstvennykh koronok, izgotovlennykh s pomoshch'yu CAD/CAM sistemy i 3D printera [Studying the dimensional accuracy of artificial crowns made using a cad/cam system and a 3D printer]. *Znanstvena misel [Znanstvena misel]*, 40, 20–25. (In Russ.)
5. Karyakin, N. N., Gorbatov, R. O. (2019). *3D-pechat' v meditsine [3D printing in medicine]*. Moscow : GEOTAR-Media, 240. (In Russ.)
6. Markskors, R. (2007). *Nes'yemnyye stomatologicheskiye restavratsii [Non-removable dental restoration]*. Moscow : Informatsionnoe agentstvo Newdent, 368. (In Russ.)
7. Mirzoeva, M. S. (2017). Ispol'zovaniye skanirovaniya v ortopedicheskoy stomatologii : obzor literatury [Application of scanning technologies in orthopedic dentistry: a review]. *Problemy stomatologii [Actual problems in dentistry]*, 13, 1, 31–34. (In Russ.)
8. Naumovich, S. S., Razorenov, A. N. (2016). CAD/CAM sistemy v stomatologii: sovremennoye sostoyaniye i perspektivy razvitiya [CAD/CAM systems in dentistry: current state and perspectives of development]. *Sovremennaya stomatologiya [Modern dentistry]*, 4, 2–9. (In Russ.)
9. Lebedenko, I. YU., Arutyunov, S. D., Ryahovskiy, A. N. (2016). *Ortopedicheskaya stomatologiya : natsional'noye rukovodstvo [Orthopedic dentistry : national guide]*. Moscow : GEOTAR-Media, 158. (In Russ.)
10. Petrikas, O. A., Trapeznikova, D. V., Maslov, A. N., Petrikas, I. V. (2018). Izucheniye prochnosti na izgib akrilovykh i bis-akrilovykh materialov dlya provizornykh protezov posle ikh pochinki [The flexural strength evaluation of the acrylic and bis-acrylic provisional materials after repair]. *Problemy stomatologii [Actual problems in dentistry]*, 14, 2, 104–108. (In Russ.)
11. Rozenshtil', S. F., Lend, M. R., Fudzhimoto, YU. (2010). *Ortopedicheskoye lecheniye nes'yemnymi protezami [Orthopedic treatment with fixed prostheses]*. Moscow : Medpress, 940. (In Russ.)
12. Ryahovskiy, A. N. (2010). *Tsifrovaya stomatologiya [Digital dentistry]*. Moscow : Avantis LLC, 282. (In Russ.)
13. Smit, B., Hou, L., ed. Novikov, E. Yu. (2010). *Koronki i mostovidnyye protezy v ortopedicheskoy stomatologii [Crowns and bridges in orthopedic dentistry]*. Moscow : Medpress-inform, 344. (In Russ.)
14. Stomatov, A. V., Stomatov, D. V., Ivanov, P. V., Marchenko, V. V., Piitskiy, E. V., Umarataev, S. U. (2020). Sravnitel'naya kharakteristika provizornykh koronok, izgotovlennykh po metodu CAD/CAM frezzerovaniya i 3D-pechati [Application of 3D technologies in orthopedic dentistry]. *Stomatologiya dlya vsekh [Dentistry for all]*, 2, 45–49. (In Russ.)
15. Shustova, V. A., Shustov, M. A. (2016). *Primeneniye 3D-tekhnologiy v ortopedicheskoy stomatologii [Application of 3D technologies in orthopedic dentistry]*. St. Petersburg : SpetsLit, 159. (In Russ.)

16. Massironi, D., Paschetta, R., Romeo, D. (2008). *Tochnost' i estetika. Klinicheskiye i zubotekhnicheskiye etapy protezirovaniya zubov [Precision and dental aesthetics. Clinical and laboratory procedures]*. Moscow : Azbuka publishing House, 464. (In Russ.)
17. Fradeani, M., Barduchchi, D. (2010). *Esteticheskaya rehabilitatsiya nes'yemnymi ortopedicheskimi konstruktsiyami [Aesthetic rehabilitation in fixed prosthodontics]*. 2, Moscow : Azbuka publishing House, 600. (In Russ.)
18. Dawood, A. et al. (2015). 3D printing in dentistry. *Br Dent J*, 219, 11, 521–529. DOI: 10.1038 / sj.bdj.2015.914
19. Gunpreet, O. et al. (2018). 3D Printing—Encompassing the Facets of Dentistry. *Front Bioeng Biotechnol*, 6, 172. DOI: 10.3389 / fbioe.2018.00172
20. Garcia, J. et al. (2018). 3D printing materials and their use in medical education: a review of current technology and trends for the future. *BMJ Simul Technol Enhanc Learn*, 14, 1, 27–40. doi:10.1136/bmjstel-2017-000234
21. Chung, Y. J. (2018). 3D Printing of Resin Material for Denture Artificial Teeth: Chipping and Indirect Tensile Fracture Resistance. *Materials (Basel)*, 11, 10, E1798. DOI: 10.3390 / ma11101798
22. Hui-Fang, Y., Jianjiang, Z., Yong, W. (2015). 3D printing technology in oral medicine in the field of application. *China Medical Equipment*, 30 (5), 63–65. DOI: 10.7502 / j.issn.1674-3962.2016.05.08
23. Birnbaum, N., Aaronson, H. (2008). Dental impressions using 3D digital scanners: virtual becomes reality. *Compend Contin Educ Dent*, 29, 8, 498–505.
24. Lee, W.-S., Lee, D.-H., Lee, K.-B. (2017). Evaluation of internal fit of interim crown fabricated with CAD/CAM milling and 3D printing system. *J Adv Prosthodont*, 9, 265–270. DOI: 10.4047 / jap.2017.9.4.265
25. Flugge, T. et al. (2013). Precision of intraoral digital dental impressions with iTero and extraoral digitization with the iTero and a model scanner. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 144, 3, 471–478. DOI: 10.1016 / j.ajodo.2013.04.017
26. Patzelt, S. et al. (2014). The time efficiency of intraoral scanners: an in vitro comparative study. *J Am Dent Assoc*, 145, 6, 542–551.