

УДК 004:621.391(004:9)

DOI: [10.26102/2310-6018/2020.29.2.036](https://doi.org/10.26102/2310-6018/2020.29.2.036)

## Разработка информационной модели для синтеза цветowych составляющих металлопластмассовых зубных протезов

**К.А. Гафуров**

*Дагестанский государственный медицинский университет,  
Кафедра физики, информатики и медицинской аппаратуры  
Махачкала, Российская Федерация*

**Резюме:** Современная медицинская практика характеризуется всеобщим применением технических средств диагностики и лечения заболеваний. Одним из наиболее бурно развивающихся направлений в медицине является стоматология, в частности эстетическая стоматология. Наиболее ключевое место в эстетической стоматологии занимает подбор адекватной цветовой составляющей зубных протезов. Для решения данной задачи была разработана информационная модель синтеза цветowych составляющих металлопластмассовых зубных протезов. Был разработан граф выбора компонентов составляющих массы красителей подбора заданной спектральной составляющей лицевой части протезируемого зуба. В качестве основного метода анализа процесса синтеза порошков был использован регрессионный анализ, являющийся инструментом анализа данных, позволяющим исследовать влияние одной или нескольких независимых переменных на зависимую переменную. Таким образом, была разработана математическая модель регрессионного типа, в которой изменение цветowych составляющих происходит в корреляционной зависимости, поэтому возможно составление интерполяционных уравнений, а на их основе анализ и рассмотрение единой системы для всех подуровней цветowych градаций. Для проверки работы разработанной информационной модели были созданы алгоритм и специализированное программное обеспечение. Проведенные клинические исследования показали полную адекватность разработанной модели.

**Ключевые слова:** моделирование, информатика, граф, регрессионная модель, алгоритм, стоматология, зубной протез, эстетика.

**Для цитирования:** Гафуров К.А. Разработка информационной модели для синтеза цветowych составляющих металлопластмассовых зубных протезов. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2020;8(2). Доступно по: [https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2020/05/Gafurov\\_2\\_20\\_1.pdf](https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2020/05/Gafurov_2_20_1.pdf) DOI: 10.26102/2310-6018/2020.29.2.036

## Development of an Information Model for Synthesis of Color Components of Metal-Plastic Dentures

**K.A. Gafurov**

*Daghestan State Medical University, Department of Physics, Computer Science and Medical Equipment, Makhachkala, the Russian Federation*

**Abstract:** Modern medical practice is characterized by the universal use of technical means of diagnosis and treatment of diseases. One of the most rapidly developing trends in medicine is dentistry, in particular the aesthetic dentistry. The key problem in the aesthetic dentistry is the selection of an adequate color of dentures. To solve this problem, an information model was developed for synthesis of color components of metal-plastic dentures. A graph was developed to select the components that make up the mass of dyes for the selection of a given spectral component of the front part of prosthetic tooth. Regression analysis was used as the main method of analyzing the process of powder synthesis, which is a data analysis tool that allows investigate the influence of one or more independent variables on a

dependent variable. Thus, a regression type mathematical model was developed in which the change of color components takes place in correlation; making it possible to compile interpolation equations and, based on them, to analyze and consider a single system for all sublevels of color gradations. To verify the operation of the developed information model, an algorithm and specialized software were developed. The conducted clinical studies have shown the full adequacy of the developed model.

**Keywords:** modeling, computer science, graph, regression model, algorithm, dentistry, denture, aesthetics.

**For citation:** Gafurov K. A. Development of an Information Model for Synthesis of Color Components of Metal-Plastic Dentures. *Modeling, Optimization and Information Technology*. 2020;8(2). Available from: [https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2020/05/Gafurov\\_2\\_20\\_1.pdf](https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2020/05/Gafurov_2_20_1.pdf)  
DOI: 10.26102/2310-6018/2020.29.2.036 (In Russ).

### Введение

В современной стоматологической практике применение различных технических средств и систем стало основной частью работы специалистов. На сегодняшний день разрабатывается большое количество различных видов технических приспособлений для повышения качества работы врача-стоматолога [1]. Одним из наиболее перспективных и быстро развивающихся направлений современной стоматологии стала эстетическая стоматология, которая затрагивает аспекты, связанные с внешним видом передних зубов [2]. Так как, повышенные требования к презентабельности работников большинства сфер деятельности человека привело, прежде всего, к завышенным требованиям эстетичности улыбки, т.е. внешнему виду зубов переднего ряда нижней и верхней челюстей. В большинстве клиник используют для этих целей обычную линейку с цветовыми шаблонами, показанную на Рисунке 1. Методика состоит в сопоставлении стоматологом-ортопедом цвета исходного зуба с шаблонным экземпляром [3,4]. Причем для каждого шаблонного экземпляра имеется заданная комбинация порошковых компонентов, позволяющих получить заданный цветовой спектр в изготавливаемом металлопластмассовом протезе.



Рисунок 1 – Внешний вид линейки – шаблона  
Figure 1 – Appearance of the ruler - template

Подобная методика является крайне субъективной, так как существенно зависит от интенсивности, контрастности и вида освещения в стоматологическом кабинете, остроты и восприятия цветовой гаммы самого специалиста и т.д.

Для устранения этих проблем в ряде стран были разработаны несколько устройств для распознавания спектральных составляющих зубной эмали при протезировании [4].

В частности, беспроводное устройство VITA Easyshade Compact, источником света в котором являются светодиоды. Данный прибор позволяет определять различные оттенки зубов [4]. Функции устройства VITA Easyshade Compact:

- измерения целого зуба;
- режим реставрации;
- расширение информации о цвете;

Альтернативная система SpectroShade включает в своем составе камеру, которая имеет интерфейс подключения к ПК. Данное устройство проводит оценку оттенка, яркости, насыщенности и прозрачности.

Стоматологическая система Shadepilot фирмы DeguDent также проводит оценку оттенка, насыщенности, яркости и прозрачности [4]. Прибор обеспечивает изготовление фотоснимков.

Стоматологическая система ShadeScan фирмы CYNOVAD проводит оценку цвета зуба, интенсивности, яркости и прозрачности, с возможностью обработки информации на ПК. Устройство ShadeScan состоит из оптической головки, контрольного прибора и ПК [4].

Все перечисленные аппаратные методики, разработанные на сегодняшний день, имеют один общий недостаток – это высокая стоимость всей предлагаемой системы, которая является неприемлемой для подавляющего большинства частных клиник, кабинетов и госучреждений. Также необходимо отметить, что практически во всех системах присутствует спектральное разложение искомого зуба, но отсутствует разложение на спектральные составляющие эталонных образцов, что уже является грубым недостатком в отношении определения цветовых градаций в разных световых условиях.

Целью исследования является разработка информационной модели для определения цвета зубной эмали пациента, так как до сих пор в стоматологических клиниках при изготовлении зубных протезов, подборка их цвета определяется либо врачом по шаблону из стандартных образцов, на котором имеется ряд стандартных вариаций цвета эмали зубов, либо по желанию пациента. Это обстоятельство ведёт к созданию зубных протезов с несоответствующими исходным цветовым характеристикам зубов пациента, а вследствие этого, отсутствие эстетичности и большое количество бракованных образцов.

### **Методы исследования**

Для реализации поставленной цели и решения задач исследования были применены методы информационного моделирования, теории графов, теории оптимизации, теории множеств, математической статистики, методы объектно-ориентированного проектирования и программирования [8,9,10].

Первоначально для определения соответствующей концентрации порошков был разработан граф выбора компонентов составляющих массы красителей подбора заданной спектральной составляющей лицевой части протезируемого зуба (Рисунок 2).

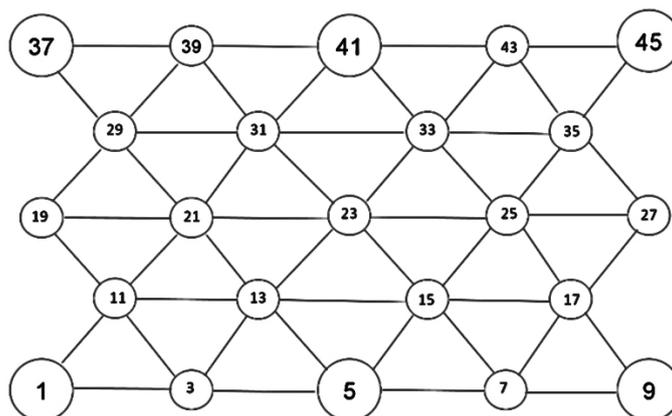


Рисунок 2 – Граф выбора компонентов составляющих массы красителей  
 Figure 2 – Graph of the choice of components of the components of the mass of dyes

В графе по контуру расположены главные узлы -  $A_i$ , для удобства восприятия они показаны окружностями большего диаметра.

$$A_i \begin{cases} A_1 \rightarrow 37 \\ A_2 \rightarrow 41 \\ A_3 \rightarrow 45 \\ A_4 \rightarrow 1 \\ A_5 \rightarrow 5 \\ A_6 \rightarrow 9 \end{cases} \quad (1)$$

Узлам  $A_i$  даны номера эталонных зубных протезов, для которых имеются стандартные порошки. В то же время, между главными узлами находятся вспомогательные узлы  $B_j$  меньшего диаметра, соответствующие зубным протезам, для которых керамическую массу необходимо составить из стандартных порошков по схеме Таблицы 1 [11].

$$B_j \begin{cases} B_1 \rightarrow 39 \\ B_2 \rightarrow 43 \\ B_3 \rightarrow 27 \\ B_4 \rightarrow 7 \\ B_5 \rightarrow 3 \\ B_6 \rightarrow 19 \end{cases} \quad (2)$$

Для повышения точности исследований, снижение субъективности обследования пациента и автоматизации всего процесса с помощью информационных технологий была поставлена задача разработки информационной модели [12]. Применение информационного моделирования позволит создать точный метод, с минимальной погрешностью результата, с помощью которого разрабатываемое программное обеспечение будет проводить операцию синтеза цветowych составляющих металлопластмассовых зубных протезов автоматизировано (с обработкой и выдачей информации на персональном компьютере).

Таблица 1 – Схема смешивания порошков для получения заданного цвета зубного протеза  
Table 1 – Powder Mixing Scheme for Preset Denture Color

Основные цветовые системы	Номера порошков						
SUPERPONT	1	5	9	37	41	45	+ (T)
SUPERPONT C+B	1	5	9	37	41	45	+ (T)
DURACRYL	1	5	9	37	-	45	
СМЕШИВАНИЕ:	$1 + 5 = 3$ $1 + 21 = 11$ $5 + 3 = 13$						

В качестве основного метода анализа процесса синтеза стоматологических порошков был использован регрессионный анализ [13,14], который является общепризнанным инструментом анализа данных, позволяющим исследовать влияние одной или нескольких объясняющих (независимых) переменных на объясняемую (зависимую) переменную. Ключевой проблемой при построении регрессионной модели является выбор её спецификации, т.е. состава переменных и математической формы связи между ними. Описание многих известных на сегодняшний день спецификаций можно найти в работах [7–10]. Проблеме построения специфицированных на основе функций Леонтьева двухфакторных моделей регрессии посвящена работа [9]. Проведение информационного моделирования в случае определения цвета эмали металлопластмассовых зубных протезов было разделено на несколько этапов:

1. Постановка задачи моделирования;
2. Определение переменных;
3. Составление системы уравнений;
4. Определение способа решения системы уравнений.

Таким образом, для получения концентрации стандартных порошков, соответствующих искомому цвету зуба пациента, мы предварительно разделяем его цвет на три составляющие, причём эту же операцию необходимо проделать и для образцов зубных протезов, соответствующих стандартным порошкам, после чего составляют систему уравнений относительно каждой составляющей цвета искомого зуба [13,14].

С целью оптимизации рассмотренной методики была разработана математическая модель регрессионного типа, в которой изменение цветовых составляющих происходит в корреляционной зависимости, поэтому возможно составление интерполяционных уравнений, а на их основе анализ и рассмотрение единой системы для всех подуровней цветовых градаций.

Для реализации математической задачи исследования введем следующие обозначения переменных:

- R – красная составляющая требуемого цвета;
- G – зелёная составляющая требуемого цвета;
- B – синяя составляющая требуемого цвета;
- $r_i$  – красная составляющая  $i$ -го порошка;
- $g_i$  – зелёная составляющая  $i$ -го порошка;
- $b_i$  – синяя составляющая  $i$ -го порошка;
- $k_i$  – пропорциональное соотношение  $i$ -го порошка в составе.

Тогда получаем систему уравнений, которую нужно решить для определения концентрации порошков в искомом составе.

$$\begin{cases} r_1k_1 + r_2k_2 + r_3k_3 + \dots + r_ik_i = RK \\ g_1k_1 + g_2k_2 + g_3k_3 + \dots + g_ik_i = GK \\ b_1k_1 + b_2k_2 + b_3k_3 + \dots + b_ik_i = BK \end{cases} \quad (3)$$

причём

$$K = \sum_{i=1}^n k_i ,$$

где  $n$  – количество порошков, а  $k_1, k_2, k_3, \dots, k_n$  – множество неизвестных.

В случае использования графа определения порошков приведённого на Рисунке 2, где количество стандартных порошков равно 6, система уравнений будет иметь следующий вид:

$$\begin{cases} r_1k_1 + r_2k_2 + r_3k_3 + r_4k_4 + r_5k_5 + r_6k_6 = RK \\ g_1k_1 + g_2k_2 + g_3k_3 + g_4k_4 + g_5k_5 + g_6k_6 = GK \\ b_1k_1 + b_2k_2 + b_3k_3 + b_4k_4 + b_5k_5 + b_6k_6 = BK \end{cases} \quad (4)$$

причем  $r_i, g_i, b_i$  – соответственно графу на Рисунке 2 цветовые составляющие эталонного порошка  $A_4$  под номером 1,  $r_2, g_2, b_2$  –  $A_5$  под номером 5 и так далее, также  $k_1, k_2, \dots$  их пропорциональные концентрации. При решении математическими способами данной системы уравнений возникают две проблемы:

1. Во-первых, неизвестные значения не только в левой части уравнения, но и в правой, так как  $K = k_1 + k_2 + k_3 + \dots + k_n$ ;

2. Во-вторых, порядок решения системы уравнений (количество строк), при количестве порошков больше трёх, меньше количества неизвестных в уравнении, а для решения системы необходимо их равенство.

Первую проблему можно решить если зафиксировать  $K=100$ , то есть 100% и измерять пропорциональные коэффициенты в процентах или ещё лучше  $K=1$ . В случае же, если количество неизвестных в уравнении больше трёх (как в данной работе, когда  $n=6$ ), наиболее оптимально будет использование перебора коэффициентов  $k_i$ . При переборе коэффициенты  $k_i$  подставляются в левую часть уравнений, вычисляются разности между красной составляющей полученного состава и требуемого цвета, зелёной составляющей и синей составляющей. Потом эти разности суммируются по модулю в общую погрешность. Таким образом, осуществляем перебор до тех пор, пока не будет достигнута минимальная или в идеальном случае нулевая погрешность. При переборе большое значение имеет производительность компьютера, так как при подборе состава из 6-ти порошков с шагом  $\Delta K_i = 0,01$ , количество итераций перебора равно  $10^{12}$ .

С другой стороны, можно использовать математический способ, но количество порошков, используемых в составе необходимо ограничить до трёх, какие именно порошки использовать можно решить с помощью того же перебора, таким образом, возможно в случае необходимости совместить метод перебора с математическим методом решения задачи [15].

### Результаты исследования

Для проверки работы разработанной информационной модели для синтеза цветовых составляющих металлопластмассовых зубных протезов была поставлена задача создания специализированного программного обеспечения на базе систем объектно-ориентированного программирования [16,17]. Прежде всего был разработан алгоритм анализа данных и синтеза подбираемых, с помощью модели компонентов (Рисунок 3).

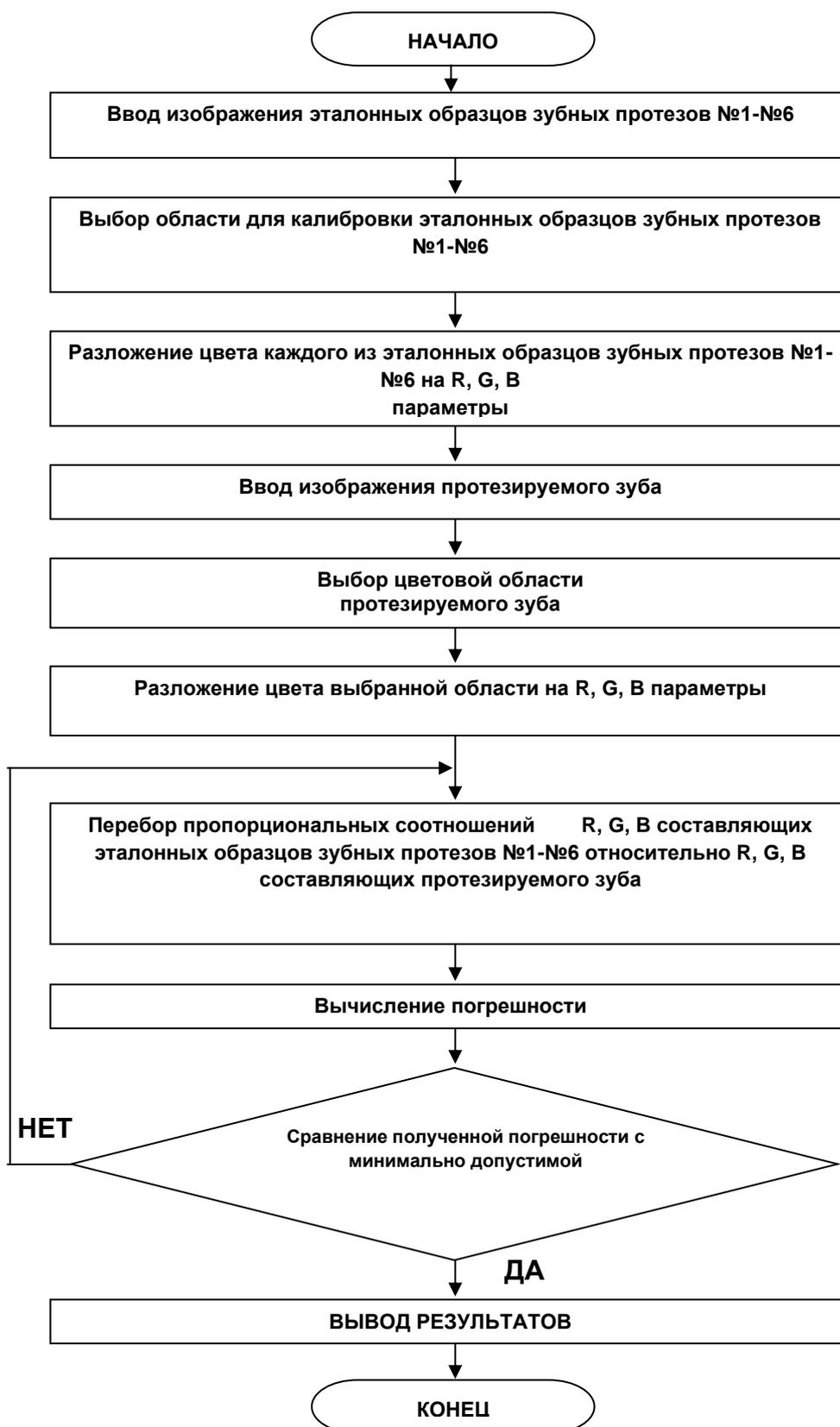


Рисунок 3 – Алгоритм работы модели  
Figure 3 – Model Operation Algorithm

Программное обеспечение для синтеза цветowych составляющих металлопластмассовых зубных протезов представляет собой программу, разработанную в среде Delphi [17].

Внешний вид программы содержит: кнопки управления программой; окно ввода изображения; окно оценки подбора цветowych составляющих; окна состава стандартных порошков; окно глубины просчета; строка состояния.

Основными функциями программы являются уменьшение и увеличение изображение в окне; отмена приближения изображения; получение наилучшего приближения; перемещение изображения, при его увеличении; выбор конкретной области изображения [18].

В правом верхнем углу окна программы имеется окно оценки подбора цветowych составляющих. Данное окно необходимо для оценки степени соответствия получаемого изображения – исходному. В случае недостаточного соответствия и получения высокой погрешности результата, возможно увеличить глубину просчёта, с помощью соответствующей опции и минимизировать погрешность расчета. При этом необходимо учитывать, что повышение степени глубины просчёта может потребовать временных затрат.

Под окном оценки подбора цветowych составляющих расположены окна состава стандартных порошков (Рисунок 4), где указаны соответствующие номера зубных протезов, соответствующих стандартным порошкам, при этом под каждым номером находится окно визуализации цвета соответствующего зубного протеза, а также поле вывода значений концентрации стандартных порошков, необходимых для получения искомым цветowych составляющих. Перед проведением процедуры необходимо очистить зубной налёт и подготовить пациента к исследованию. Фотокамерой получить снимки стандартных зубных протезов, соответственно номерам стандартных порошков. После чего провести калибровку поочерёдно выбирая нужный файл. После выбора нужной области и указание её курсором появится окно подтверждения калибровки цвета, соответствующего стандартному порошку (Рисунок 4).

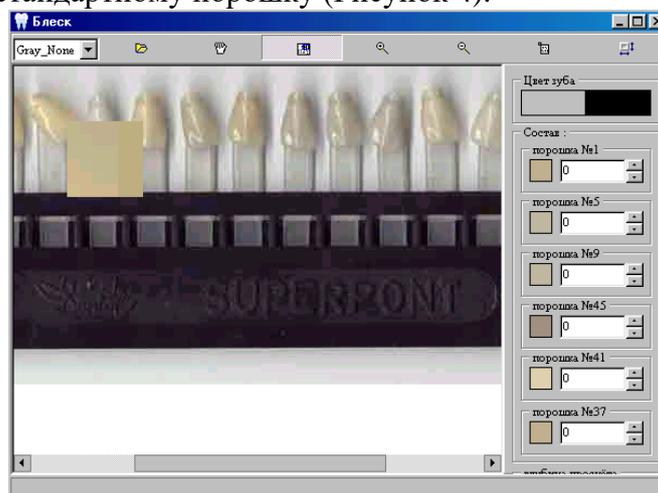


Рисунок 4 – Режим калибровки  
 Figure 4 – Calibration mode

После того, как будет проведена калибровка, необходимо открыть файл изображения, соответствующий зубам пациента. Выбор заданной области возможно провести, с помощью увеличения изображения, на которое наведён в данный момент времени курсор (Рисунок 5).

После указания области определения цветовых составляющих протезируемых зубов пациента, программа выдает сообщение о необходимости подтверждения определений параметров для указанной области. После подтверждения программа по разработанной модели проводит поиск наиболее соответствующего искомому зубу состава стандартных порошков и выводит значения их концентрации.

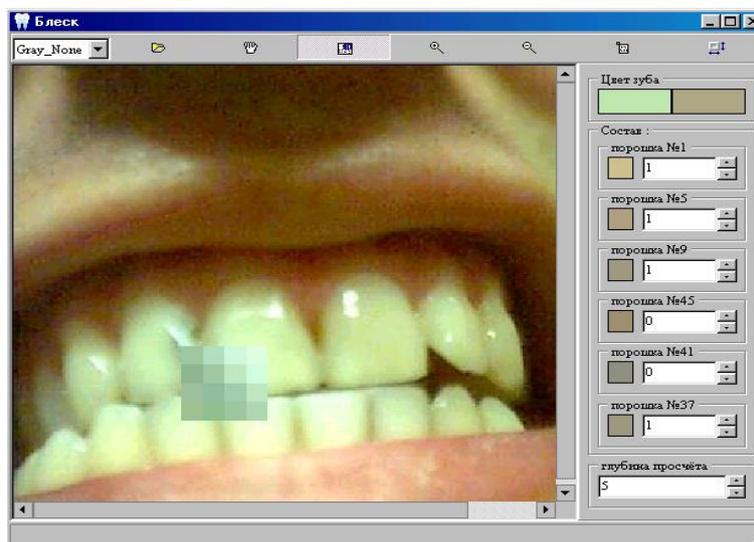


Рисунок 5 –Режим детализации изображения  
Figure 5 – Image detail mode

Данная методика была апробирована в стоматологических клиниках г. Махачкалы в течении года использования и были получены следующие данные: из 94-х обратившихся за ортопедической помощью по установке металлопластмассовых протезов 56 пациентов воспользовалось услугой компьютерного подбора цветовых составляющих, а 38 пациентов визуальным способом. После нескольких месяцев использования был проведен мониторинг по повторным обращениям и опросе самих пациентов по качеству услуги, в результате чего было установлено, что из 38 пациентов, воспользовавшихся визуальным способом 17 остались недовольны результатом (44%), а из 56, прошедших компьютерный анализ, только 5 выразили недовольство эстетическим ощущением от результата протезирования (8%). Таким образом, проведение клинических исследований показало высокую эффективность разработанной модели и практическую применимость данной технологии.

### Заключение

Современное развитие теоретических основ информатики, теории графов, а также информационных технологий позволяют разрабатывать методики, которые в значительной степени снижают вероятность возникновения ошибок при синтезе цветовых составляющих металлопластмассовых зубных протезов и делают указанный процесс более прогнозируемым. Применение разработанной информационной модели и методики позволяет решить две проблемы: 1) коммуникации между клиникой и зуботехнической лабораторией; 2) объективизации выбора цвета и профилактики возможных конфликтов.

В сентябре 2019 года в городе Севастополь на XV международном салоне изобретений и новых технологий «Новое время» представленная в статье разработка

программной среды для синтеза цветowych составляющих пластмассовых зубных протезов, получила золотую медаль.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Зубопротезная техника*: учебник под ред. М. М. Расулова, И. Ю. Лебеденко. - 2-е изд., испр. и доп. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011.
2. *Ортопедическая стоматология*: национальное руководство. под ред. И.Ю. Лебеденко, С.Д. Арутюнова, А.Н. Ряховского. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016.
3. Луцкая И.К. *Цветоведение в эстетической стоматологии*. М.: Медицинская книга, 2006.
4. И. Ю. Лебеденко и др. *Определение цвета зубов*. М., 2004. 61 с.
5. Kuhn M., Johnson K. *Applied predictive modeling*. Springer. 2018.
6. Harrell Jr., Frank E. *Regression modeling strategies: with applications to linear models, logistic and ordinal regression, and survival analysis*. Springer Series in Statistics. 2015.
7. Kleinbaum D.G., Kupper L.L., Nizam A., Rosenberg E.S. *Applied regression analysis and other multivariable methods*. Cengage Learning. 2013.
8. Клейнер Г.Б. *Производственные функции: Теория, методы, применение*. М.: Финансы и статистика. 1986.
9. Даурова Ф.Ю.и др. *Методологические подходы к моделированию зубов*: учебное пособие . М.: ГЭОТАР-Медиа, 2019.
10. Захаров В.Н., Калиниченко Л.А., Соколов И.А., Ступников С.А. Конструирование канонических информационных моделей для интегрированных информационных систем. *Информатика и ее применения*, 2007;1(2).
11. Носков С.И., Базилевский М.П. *Построение регрессионных моделей с использованием аппарата линейно-булевого программирования*. Иркутск: ИрГУПС. 2018.
12. Базилевский М.П. Синтез модели парной линейной регрессии и простейшей EIV-модели. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2019;7(1):170.
13. Гафуров К.А., Расулов И.М. *Биотехнический комплекс подбора цвета зубных протезов в ортопедической стоматологии*. Материалы Всероссийской юбилейной научно-практической конференции с международным участием. – Махачкала, 2015.
14. Гафуров К.А., Горелова А.И. *Аппаратно-программный комплекс для подбора цвета зубных протезов*. Материалы 65-й Всероссийской юбилейной научной конференции молодых ученых и студентов с международным участием. Москва, Парнас: ИПЦ ДГМУ, 2017:151-154.
15. Гафуров К.А., Горелова А.И. *Разработка биотехнического комплекса подбора цвета зубных протезов в ортопедической стоматологии*. Студенческая наука — 2017: материалы Всероссийского научного форума студентов и молодых ученых с международным участием. Издание СПбГПУ, 2017:410-411.
16. Г.И. Радченко, Е.А. Захаров *Объектно-ориентированное программирование*. Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013.
17. Санников Е.В. *Курс практического программирования в Delphi. Объектно-ориентированное программирование*. М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2013.
18. Абакаров Т.А., Гаджиев Х.М., Гафуров К.А., Горелова А.И., Расулов И.М. *Программная среда для синтеза цветowych составляющих пластмассовых зубных протезов*: Влск. Свидетельство о государственной регистрации программы на ЭВМ №201766. 2017.

## REFERENCES

1. *Zuboproteznaya tekhnika: uchebnik pod red. M. M. Rasulova, I. Y. Lebedenko. - 2-e izd., ispr. i dop. – M.: GEOTAR-Media, 2011.*
2. *Ortopedicheskaya stomatologiya: natsional'noe rukovodstvo. pod red. I.Y. Lebedenko, S.D. Arutyunova, A.N. Ryakhovskogo. – M.: GEOTAR-Media, 2016.*
3. *Lutskaya I.K. Tsvetovedenie v esteticheskoy stomatologii. M.: Meditsinskaya kniga, 2006.*
4. *I. Y. Lebedenko i dr. Opredelenie tsveta zubov. M., 2004.*
5. *Kuhn M., Johnson K. Applied predictive modeling. Springer. 2018.*
6. *Harrell Jr., Frank E. Regression modeling strategies: with applications to linear models, logistic and ordinal regression, and survival analysis. Springer Series in Statistics. 2015.*
7. *Kleinbaum D.G., Kupper L.L., Nizam A., Rosenberg E.S. Applied regression analysis and other multivariable methods. Cengage Learning. 2013.*
8. *Kleyner G.B. Proizvodstvennyye funktsii: Teoriya, metody, primeneniye. M.: Finansy i statistika. 1986.*
9. *Daurova F.Yu.i dr. Metodologicheskie podkhody k modelirovaniyu zubov: uchebnoye posobie . M.: GEOTAR-Media, 2019.*
10. *Zakharov V.N., Kalinichenko L.A., Sokolov I.A., Stupnikov S.A. Konstruirovaniye kanonicheskikh informatsionnykh modeley dlya integrirovannykh informatsionnykh sistem. Informatika i ee primeneniya, 2007;1(2).*
11. *Noskov S.I., Bazilevskiy M.P. Postroeniye regressionnykh modeley s ispol'zovaniem apparata lineynno-bulevogo programmirovaniya. Irkutsk: IrGUPS. 2018.*
12. *Bazilevskiy M.P. Sintez modeli parnoy lineynoy regressii i prosteyshyey EIV-modeli. Modelirovaniye, optimizatsiya i informatsionnyye tekhnologii. 2019;7(1):170.*
13. *Gafurov K.A., Rasulov I.M. Biotekhnicheskii kompleks podbora tsveta zubnykh protezov v ortopedicheskoy stomatologii. Materialy Vserossiyskoy yubileynoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem. – Makhachkala, 2015.*
14. *Gafurov K.A., Gorelova A.I. Apparato-programmnyy kompleks dlya podbora tsveta zubnykh protezov. Materialy 65-y Vserossiyskoy yubileynoy nauchnoy konferentsii molodykh uchenykh i studentov s mezhdunarodnym uchastiem. Moskva, Parnas: IPTs DGMU, 2017:151-154.*
15. *Gafurov K.A., Gorelova A.I. Razrabotka biotekhnicheskogo kompleksa podbora tsveta zubnykh protezov v ortopedicheskoy stomatologii. Studencheskaya nauka — 2017: materialy Vserossiyskogo nauchnogo foruma studentov i molodykh uchenykh s mezhdunarodnym uchastiem. Izdanie SPbGPMU, 2017:410-411.*
16. *G.I. Radchenko, E.A. Zakharov Ob"ektno-orientirovannoe programmirovaniye. Chelyabinsk: Izdatel'skiy tsentr YuUrGU, 2013.*
17. *Sannikov E.V. Kurs prakticheskogo programmirovaniya v Delphi. Ob"ektno orientirovannoe programmirovaniye .M.: SOLON-PRESS, 2013.*
18. *Abakarov T.A., Gadzhiev Kh.M., Gafurov K.A., Gorelova A.I., Rasulov I.M. Programmnyaya sreda dlya sinteza tsvetovykh sostavlyayushchikh plastmassovykh zubnykh protezov: Blesk. Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii programmy na EVM №201766. 2017.*

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

**Гафуров Керим Абсаламович**, доцент, к.т.н,  
Кафедра физики, информатики и медицинской  
аппаратуры, Дагестанский государственный  
медицинский университет, Махачкала,  
Российская Федерация  
*e-mail*: [gafurovkerim@mail.ru](mailto:gafurovkerim@mail.ru)

**Kerim A. Gafurov**, Associate Professor,  
Ph.D., Department Of Physics, Computer  
Science And Medical Equipment, Daghestan  
State Medical University, Makhachkala,  
Russian Federation