DOI: <https://doi.org/10.34883/PI.2021.5.4.010>
УДК 616.314.18:616.314-008.4

Новак Н.В.

Белорусская медицинская академия последипломного образования, Минск, Беларусь

Novak N.

Belarusian Medical Academy of Postgraduate Education, Minsk, Belarus

Формирование цвета зуба под влиянием микроциркуляторного русла пульпы

Tooth Color Formation Under the Influence of the Microcirculatory Bed of Pulp

Резюме

Приведены результаты изучения влияния красного цвета пульпы на формирование оттенков зуба пациентов разных возрастных групп. Показано, что на процесс отражения света от пульпы и формирование цвета зуба влияют несколько факторов: степень минерализации эмали и дентина; выраженность дегенерации пульпы и размеры полости зуба; толщина твердых тканей. Оттенки цвета зуба определяются совокупностью его оптических характеристик, включающих отражение, пропускание, рассеивание света и флуоресцентные свойства. Свет, отраженный от пульпы, влияет на формирование оттенков цвета зуба, о чем свидетельствует смещение значений коэффициентов диффузного отражения зубов при имитации пульпы в длинноволновую область спектра, соответствующую красно-коричневым оттенкам. Такие изменения наиболее характерны для зубов пациентов среднего (26–44 лет) и старшего (45–60 лет) возраста. Для этих возрастных групп коэффициенты диффузного отражения имеют обратную линейную корреляционную связь с размерами полости и вестибулярной стенки зуба. Результаты проведенного исследования по изучению влияния пульпы на параметры отражения света от поверхности зубов пациентов разного возраста имеют не только научную новизну, но и практическую значимость. На их основе разработан способ изготовления цветокорректирующего винира с воссозданием цвета пульпы.

Ключевые слова: свет, отраженный от пульпы, цвет зуба.

Abstract

Results of studying of influence of red color of a pulp on formation of shades of tooth of patients of different age groups are given in article. It is shown that process of reflection of light from a pulp and formation of color of tooth is influenced by several factors: degree of a mineralization of enamel and dentine; expressiveness of degradation of a pulp and sizes of a cavity of tooth; thickness of solid fabrics. Shades of color of tooth are defined by set of his optical characteristics including reflection, transmission, dispersion of light and fluorescent properties. Light reflected from a pulp influences formation of shades of color of tooth what the shift of values of coefficients of diffusion reflection of teeth at imitation of a pulp to the long-wave area of a range corresponding to red-brown shades testifies to. Such changes are most characteristic of teeth of patients of an average (26–44 years) and the senior (45–60 years) of age. For these age groups coefficients of diffusion reflection have the return linear correlation communication with the sizes of a cavity and a vestibular wall of tooth. Results of the conducted research on studying of influence of a pulp on parameters of reflection of

light from the surface of teeth of patients of different age have not only scientific novelty, but also the practical importance. On their basis the way of production of a correcting color veneer with reconstruction of color of a pulp is developed.

Keywords: light reflected from a pulp, color of tooth.

■ ВВЕДЕНИЕ

В большинстве случаев депульпирование приводит к изменению внешнего вида зуба – он становится тусклым, безжизненным. Благодаря обильному кровоснабжению пульпа в норме имеет розовый цвет, оказывающий влияние на состояние тканей зуба. Избыточное ослабление сосудов в результате воспалительного процесса приводит к повреждению клеток эндотелия и нарушению проницаемости, что обуславливает изменение осмотического давления и отек тканей. Длительно протекающий сосудистый стаз может привести к гибели пульпы, что влечет за собой изменение цвета зуба либо окрашивание твердых тканей пигментами крови [3].

Научные исследования позволили зарегистрировать лучи красного цвета, исходящие от пульпы и пропускаемые эмалью и дентином. Незначительные изменения интенсивности красных лучей зарегистрированы при систоле и диастоле у пациентов. Более значительные изменения цвета отмечены при нагревании и охлаждении зубов [5].

Применение лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ) со спектральным анализом колебаний кровотока позволило получить информацию о нарушениях регуляторных механизмов микроциркуляции пульпы зуба. Н.К. Логинова и соавторы использовали метод ЛДФ для диагностики витальности пульпы при травме зуба, лечении кариеса и пульпита биологическим методом, а также для оценки состояния препарированных зубов [4, 6].

Современные стоматологические материалы идеально воспроизводят бело-голубые и желтые оттенки зуба, однако не восполняют те оттенки, которые вносит в окраску зуба пульпа [1, 2, 5]. Корневые наполнители, прокладки, фиксирующие цементы не имеют красных оттенков, способных имитировать пульпу.

Влияние красного цвета пульпы на формирование оттенков цвета зуба остается малоизученным, хотя известно, что после депульпирования могут меняться оптические свойства – оттенок, степень прозрачности – и зуб становится тусклым, безжизненным.

■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изучение влияния отраженного от пульпы света на формирование оттенков цвета зуба путем исследования коэффициента диффузного отражения света от поверхности зубов пациентов разных возрастных групп.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Изучение влияния отраженного от пульпы света на формирование оттенков цвета зуба было проведено на 480 интактных резцах, клыках,

премолярах, удаленных по ортодонтическим и хирургическим показаниям у пациентов младшей (до 25 лет), средней (от 26 до 44 лет) и старшей (от 45 до 60 лет) возрастных групп.

Исследовали зубы до и после заполнения красным красителем, имитирующим пульпу. Измеряли размер полости зуба в мезиодистальном направлении в области экватора и пришеечной области, толщину вестибулярной стенки и коэффициент диффузного отражения. Измерения проводили на вертикальных шлифах, выполненных посередине коронки параллельно вестибулярной поверхности зуба, затем в вестибуло-оральном направлении.

■ РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты изучения отражающих свойств зубов пациентов младшей возрастной группы. Анализ полученных данных свидетельствует о том, что коэффициенты диффузного отражения света от поверхности интактных молодых резцов до и после заполнения полости красителем для имитации пульпы отличаются незначительно, в среднем на 1,7% (различия статистически значимы; фактическое $t=15,78$; табличное $t=2,7$; $df=39$; $p \leq 0,001$ при длине волны 525 нм), что представлено на рис. 1.

В коротковолновой части спектра (375–525 нм) коэффициент отражения в исследуемых образцах практически совпадает. В диапазоне волн от 525 до 700 нм поверхностное отражение зубов с искусственной пульпой несколько выше (на 0,25%), чем без красителя. Ширина полости этих зубов в мезиодистальном направлении в области экватора составила $3,3 \pm 0,01$ мм, в области шейки – $3,08 \pm 0,01$ мм. Толщина вестибулярной стенки в этих областях зуба была $1,86 \pm 0,01$ мм и $1,80 \pm 0,01$ мм соответственно.

Коэффициент диффузного отражения света от поверхности молодых клыков с красителем в коротковолновой области был в среднем на 2,6% больше, чем клыков без красителя (различия статистически

Рис. 1. Спектр диффузного отражения света от поверхности резца пациента младшей возрастной группы

Fig. 1. Range of diffusion reflection of light from a surface of a cutter of the patient of younger age group

значимы; фактическое $t=43,16$; табличное $t=2,7$; $df=39$; $p \leq 0,001$ при длине волны 425 нм). В диапазоне волн от 530 до 700 нм наблюдалось его снижение на 0,35%, что проявляется различиями в оттенках цвета зубов с искусственной пульпой и без нее.

Ширина полости этих зубов в области экватора составила $3,29 \pm 0,01$ мм, в области шейки – $3,00 \pm 0,01$ мм. Размеры вестибулярной стенки – $2,86 \pm 0,01$ мм и $2,10 \pm 0,01$ мм соответственно.

Коэффициент отражения от поверхности молодых премоляров, наполненных красителем, в среднем на 4,0% был ниже, чем у зубов без искусственной пульпы (различия статистически значимы; фактическое $t=39,47$; табличное $t=2,7$; $df=39$; $p \leq 0,001$ при длине волны 525 нм), особенно на проксимальных и пришеечном участках зубов с расширенной полостью, составляющей $3,48 \pm 0,01$ мм в области экватора и $3,01 \pm 0,01$ мм в пришеечной области. При этом толщина вестибулярной стенки в этих областях зуба была $2,49 \pm 0,01$ мм и $1,98 \pm 0,01$ мм соответственно (рис. 2).

Таким образом, результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что отраженный от пульпы свет оказывает несущественное влияние на формирование оттенков цвета зубов пациентов из младшей возрастной группы; в среднем разница в коэффициентах отражения зубов с искусственной пульпой и без нее составляет: у резцов – 1,7%; клыков – 2,6%; премоляров – 4,0%; моляров – 1,5%. Цвет их практически не меняется, насыщенность и светлота остаются прежними.

Такие данные могут быть связаны с высоким внутренним рассеиванием света эмалью и дентином, поверхностным рассеиванием света перикиматиями, препятствующими прохождению пучка отраженного красного света от пульпы таких зубов. В результате преобладания рассеянного светового потока молодые зубы выглядят опаловыми, непрозрачными и вклад пульпы в формирование оттенков зуба из-за сильного рассеивания света в оптически неоднородных эмали и дентине незначителен.

В наименьшей степени такие изменения оттенков обнаруживаются для молодых моляров. Однако при расширенной полости, тонких

Рис. 2. Вертикальный шлиф премоляра пациента младшей возрастной группы

Fig. 2. Vertical thin section of premolar of the patient of younger age group

стенках отражающая способность красного цвета возрастает, и оттенки зуба формируются в результате суммирования совокупности отраженных лучей от пульпы, дентина и эмали. Эта закономерность прослеживается у зубов разной групповой принадлежности, но особенно выражена у премоляров на проксимальных поверхностях и в пришеечной области.

Результаты изучения отражающих свойств зубов пациентов средней возрастной группы. При изучении отражающих свойств резцов пациентов средней возрастной группы показаны различия этих свойств у зубов с искусственной пульпой и без нее в среднем на 7,0% (различия статистически значимы; фактическое $t=29,12$; табличное $t=2,7$; $df=39$; $p<0,001$ при длине волны 675 нм). Результаты исследования представлены на рис. 3. Наибольшие значения коэффициента отражения обнаружены от поверхности резцов, наполненных красителем, при длине волны от 525 до 725 нм, в среднем 28,7%. Ширина полости этих зубов составила в области экватора $2,73\pm 0,05$ мм, в пришеечной области – $2,05\pm 0,06$ мм, при этом толщина вестибулярной стенки была соответственно $1,95\pm 0,01$ мм и $1,84\pm 0,01$ мм.

Коэффициент отражения от поверхности клыков, полость которых была наполнена красителем, и без него, также достоверно отличался в среднем на 6,1% (фактическое $t=27,02$; табличное $t=2,7$; $df=39$; $p<0,001$ при длине волны 675 нм). Максимальные значения коэффициентов диффузного отражения – 26,8% отмечены у зубов с искусственной пульпой при длине волны 625 нм, у тех же клыков без красителя – в среднем 19,9%. На шлифах клыков этой группы пациентов показано, что полость зуба у них практически не редуцирована и в области экватора составляет $2,98\pm 0,02$ мм, а в пришеечной области – $2,49\pm 0,07$ мм. Толщина вестибулярной стенки соответственно равна $2,65\pm 0,01$ мм и $2,52\pm 0,03$ мм.

Отражающие свойства премоляров пациентов среднего возраста достоверно отличались у зубов с красителем, чем у тех же зубов без красителя, в среднем на 3,8% (фактическое $t=12,48$; табличное $t=2,7$;

Рис. 3. Спектр диффузного отражения света от поверхности резца пациента средней возрастной группы

Fig. 3. Range of Diffusion Reflection of Light from a surface of a cutter of the patient of average age group

$df=39$; $p \leq 0,001$ при длине волны 475 нм). Наибольшие значения коэффициента диффузного отражения были зарегистрированы в (желто-красном видимом) диапазоне длин волн 575–725 нм в зубах без красителя – 35,0% и в зубах, наполненных им, – 34,0%. Измерение ширины полости зубов этой группы показало, что в медиодистальном направлении в области экватора ее размеры составляют $3,34 \pm 0,02$ мм, в пришеечной области – $3,05 \pm 0,03$ мм, толщина вестибулярной стенки равна соответственно $2,51 \pm 0,01$ мм и $2,12 \pm 0,01$ мм.

Таким образом, в группе пациентов среднего возраста отраженный от искусственной пульпы свет оказывает значительное влияние на процесс формирования оттенков зуба. Различия между коэффициентами отражения зубов, полость которых наполнена красителем, и без него составило: у резцов – 7,0%; клыков – 8,0%; премоляров – 3,8%; моляров – 2,6%. Минерализация твердых тканей зуба, уменьшение количества органических веществ, рассеивающих световые лучи, незначительное сокращение размеров полости зуба способствуют проникновению отраженного от пульпы света через дентин и эмаль, в результате чего зубы после 30-летнего возраста приобретают оттенки из групп А (коричнево-красные), Д (коричнево-серые), происходит снижение уровня светлоты.

Результаты изучения отражающих свойств зубов пациентов старшей возрастной группы. Изучение оптических свойств «зрелых» интактных зубов и зубов с имитацией пульпы позволило выделить в них 2 группы. В первую группу вошли зубы, имеющие различные спектры отражения в зависимости от наличия или отсутствия красителя. Во вторую вошли зубы, которые с красителем имели такие же коэффициенты спектров отражения, что и зубы без красителя. Впоследствии после распиливания исследуемых зубов по вертикальной оси и измерения объема полости и толщины стенок зуба появилась возможность объяснить полученные результаты.

При изучении коэффициентов диффузного отражения от поверхности центральных резцов пациентов старшей возрастной группы

Рис. 4. Спектр диффузного отражения света от поверхности резца пациента старшей возрастной группы

Fig. 4. Range of Diffusion Reflection of Light from a surface of a cutter of the patient of the senior age group

показана более высокая отражательная способность зубов с искусственной пульпой. Коэффициент отражения таких зубов при длине волны видимого света от 375 до 500 нм составил $16 \pm 0,06\%$, при длине волны от 525 до 700 нм – $29 \pm 0,07\%$. Полученные данные представлены на рис. 4.

Отражающие свойства резцов с искусственной пульпой были достоверно выше, чем тех же резцов без красителя, в среднем на 5,9% (различия статистически значимы; фактическое $t=102,51$; табличное $t=2,7$; $df=39$; $p \leq 0,001$ при длине волны 625 нм). При длине волны от 375 до 574 нм различия составили 3,5%, а на участке длин волн от 575 до 725 нм – $8,0 \pm 0,9\%$ соответственно, т. е. наибольшие отличия наблюдались на длинноволновом участке, соответствующем желто-красным оттенкам (фактическое $t=145,63$; табличное $t=2,7$; $df=39$; $p \leq 0,001$ при длине волны 675 нм). На шлифах резцов этой группы показано, что полость зуба у них достаточно выраженная и в области экватора составляет $2,10 \pm 0,01$ мм, а в пришеечной области – $1,79 \pm 0,01$ мм. Вестибулярная стенка имеет размеры соответственно $1,97 \pm 0,01$ мм и $1,85 \pm 0,01$ мм. Шлиф центрального резца этой группы представлен на рис. 5.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что минерализованные твердые ткани зубов пациентов старшей возрастной группы пропускают отраженный от пульпы свет, который, участвуя в формировании суммарного цвета, влияет на интенсивность и оттенок цвета зуба.

Однако у части центральных резцов пациентов этой возрастной группы без красителя и с красителем не обнаружено значимых отличий коэффициентов диффузного отражения, разница составляет в среднем 1,2% (фактическое $t=6,74$; табличное $t=2,7$; $df=39$; $p \leq 0,001$ при длине волны 675 нм) (рис. 6). При исследовании шлифов этих зубов выявлены облитерация и значительное уменьшение в объеме полости зуба (рис. 7). В таких случаях искусственная пульпа почти не оказывает влияния на формирование оттенков цвета зуба.

Рис. 5. Шлиф центрального резца с сохраненной полостью зуба пациента старшей возрастной группы

Fig. 5. Thin section of the central cutter with the kept cavity of tooth of the patient of the senior age group

Рис. 6. Спектр диффузного отражения света от поверхности резца с облитерированной полостью зуба пациента старшей возрастной группы

Fig. 6. Range of Diffusion Reflection of Light from a cutter surface with the obliterated cavity of tooth of the patient of the senior age group

Пульпа в этих зубах была редуцирована в 3 направлениях, контурирована узким тяжем в пришеечной области и составляла $0,30 \pm 0,01$ мм в области экватора и $0,12 \pm 0,01$ мм в пришеечной. Толщина вестибулярной стенки была $2,38 \pm 0,01$ мм и $2,36 \pm 0,01$ мм соответственно.

Коэффициенты диффузного отражения от поверхности клыков пациентов старшей возрастной группы без красителя в среднем были на 8,9% выше, чем у клыков с искусственной пульпой (фактическое $t=141,57$; табличное $t=2,7$; $df=39$; $p \leq 0,001$ при длине волны 475 нм). Ширина полости этих зубов составила в области экватора $2,87 \pm 0,01$ мм, в пришеечной области – $2,65 \pm 0,01$ мм, при этом толщина вестибулярной стенки была $2,65 \pm 0,01$ мм и $2,68 \pm 0,01$ мм соответственно. Фотография шлифа клыка с такого рода полостью представлена на рис. 8. Поскольку однокорневые клыки имеют самую широкую и объемную полость, которая с возрастом относительно меньше подвергается деградации, отраженный от пульпы свет проходит через минерализованные светопроницаемые дентин и эмаль, оказывая влияние на суммарный оттенок зуба.

Коэффициенты отражения от поверхности премоляров и моляров пациентов старшей возрастной группы, полость которых подверглась облитерации, практически одинаковы у зубов, наполненных красителем, и без него, разница составила в среднем 3,5% (фактическое $t=60,44$; табличное $t=2,7$; $df=39$; $p \leq 0,001$ при длине волны 575 нм). Ширина полости зуба у премоляров в области экватора составила $2,70 \pm 0,01$ мм, в пришеечной – $2,34 \pm 0,01$ мм, при толщине вестибулярной стенки $2,78 \pm 0,01$ мм и $2,27 \pm 0,01$ мм соответственно.

Таким образом, значения коэффициентов отражения у зубов пациентов старшей возрастной группы с красителем и без него отличаются: у резцов с сохраненной полостью зуба разница в среднем составляет 4,5%; резцов с облитерированной полостью – 1,2%; клыков – 11,9%; премоляров – 2,6%; моляров – 2,5%. Полученные данные коррелируют

Рис. 7. Шлиф центрального резца с облитерированной полостью зуба пациента старшей возрастной группы

Fig. 7. Thin section of the central cutter with the obliterated cavity of tooth of the patient of the senior age group

Рис. 8. Шлиф клыка с неизменной полостью зуба пациента старшей возрастной группы

Fig. 8. Thin section of a canine with not changed cavity of tooth of the patient of the senior age group

с размерами ширины полости зуба и толщиной стенок у пациентов старшего возраста. Чем шире полость и тоньше стенки, тем больше различия между коэффициентом отражения в зубах с розовым красителем и без него. Завершившаяся минерализация твердых тканей зубов способствует свободному прохождению через них световых лучей от пульпы. Цвет стареющих зубов изменяется, приобретает оттенки А (коричнево-красные), Д (коричнево-серые) и С (серые), снижается уровень светлоты, усиливается насыщенность цвета.

■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ результатов изучения коэффициентов диффузного отражения зубов пациентов младшей, средней и старшей возрастных групп без красителя и с красителем, имитирующим пульпу, показал их зависимость от возрастных изменений оптических свойств зубов. Значительная минерализация эмали у людей старшей возрастной группы приводит к появлению большей прозрачности и уменьшению рассеивающих свойств. Прозрачная, истонченная эмаль и стекловидный минерализованный дентин частично пропускают отраженный от пульпы световой поток красных волн. Кроме того, отражательная способность тканей зуба пациентов различного возраста зависит от размеров полости и толщины стенок. При прочих равных условиях зубы с искусственной пульпой имели показатели коэффициентов отражения большие, чем эти же зубы без красителя. Различия нивелировались при уменьшении объема пульпы и утолщении стенок зуба.

Следовательно, отраженный от пульпы свет оказывает влияние на формирование оттенков цвета зуба и зависит от степени

минерализации эмали и дентина, выраженности возрастных изменений пульпы, размеров полости и толщины твердых тканей зуба.

При этом чем выше степень минерализации эмали и дентина и больше размеры полости зуба, тем существеннее вклад, вносимый красным светом, отраженным от пульпы.

Все эти особенности оптических свойств твердых тканей зуба необходимо учитывать в практической работе. При изготовлении эстетических реставраций необходимо помнить, что их качество будет во многом зависеть от правильно подобранных, в том числе и с учетом оптических свойств, композиционных материалов. После депульпирования зубы могут приобретать темные, насыщенные оттенки, теряя естественный блеск. Поэтому перед проведением лечения при выраженной полости зуба в соседнем витальном зубе следует планировать имитацию пульпы розовыми оттенками фотополимера в депульпированном зубе.

С учетом полученных данных разработана методика изготовления цветокорректирующего винира с воссозданием цвета пульпы.

После депульпирования зубы могут приобретать темные, насыщенные оттенки, теряя естественный блеск (рис. 9). После снятия налета и определения цвета удаляют старый пломбировочный материал, препарируют твердые ткани до истончения вестибулярной поверхности на толщину винира. Затем проводят адгезивную обработку твердых тканей и начинают реставрацию зуба (рис. 10, 11). Всю пигментированную вестибулярную поверхность реставрируемого зуба перекрывают опаковым композитом, имеющим светлый оттенок, для предотвращения отражения света от измененного в цвете зуба (рис. 12, 13). В центральной и пришеечной области зуба, согласно проекции пульпы, наносят фотополимерный материал красного цвета, имитируя пульпу зуба (рис. 14). Следующий слой – опаковый фотополимер, которым восполняется утраченный дентин (рис. 15).

Опаковая основа, восполняющая по форме и объему утраченный дентин зуба, покрывается эмалевым композитом в соответствии с выбранными ранее эталонами расцветки. Сразу после изготовления

Рис. 9. Зуб 1.1 депульпирован, изменен в цвете

Fig. 9. The 1.1 tooth depulped, is changed in color

Рис. 10. Травление твердых тканей зуба 1.1 после препарирования

Fig. 10. Etching of Solid Tissues 1.1 of Tooth after preparation

Рис. 11. Центральный резец перед нанесением адгезива

Fig. 11. The Central cutter before putting adhesive

Рис. 12. На пришеечную область правого центрального резца наносят белый opak

Fig. 12. On cervical area of the right central cutter apply white molding

Рис. 13. Вестибулярная поверхность зуба 1.1 покрыта белым opakом

Fig. 13. The Vestibular surface of the 1.1 tooth is covered with a white opaque

Рис. 14. В область проекции пульпы нанесен красный фотополимер, имитирующий пульпу зуба

Fig. 14. In the area of a projection of a pulp is put the red photopolymer imitating a tooth pulp

Рис. 15. Вестибулярная поверхность резцов покрыта opakом, подобранным по цвету соседнего зуба

Fig. 15. The Vestibular surface of cutters is covered with opaque, on the color which is picked up to the next tooth

Рис. 16. Готовая реставрация (цвет резца нейтрализован, воспроизведены оптические свойства зуба)

Fig. 16. Ready restoration, color of a cutter is neutralized, optical properties of tooth are reproduced

эстетической конструкции осуществляется ее обработка: удаляется поверхностный гибридный слой, контурируется поверхность, выверяются окклюзионные контакты с зубами-антагонистами, производится полирование. Выполненная работа демонстрирует процесс эстетической реставрации центрального резца с воссозданием оптических свойств и цвета, присущих зубам этого пациента (рис. 16).

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The author declares no conflict of interest.

■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Grisimiv V.N. (1999) Influence of optical anisotropy of dentine on a tooth esthetics. *Institute of stomatology*, no 5, pp. 35–37.
2. Luckaja I.K. (2016) *Recovery stomatology*. Minsk: Higher school, 207 p.
3. Loginova N.K., Ermolev S.N., Sidorov V.V. (2008) Laser dopplerography of a pulp of tooth. *Functional diagnostics*, no 3, pp. 69–78.
4. Novak N.V. (2011) *Esthetic stomatology: restoration of teeth with defects of solid fabrics of carious and not carious origin*. Minsk, 254 p.
5. (1997) Natural vital pulp simulation in ceramic restoration using the Captec process. *Dental Products Report*, no 92.
6. Rubnikovich S.P., Fomin N.A. (2010) *Laser-optical methods of diagnostics and therapy in stomatology: monograph*. Minsk: HMTI NAS of Belarus, 361 p.

Подана/Submitted: 26.10.2021

Принята/Accepted: 25.11.2021

Контакты/Contacts: zubnajafeja@yandex.by