

<https://doi.org/10.17116/rosstomat2019120318>

## Оценка оптической плотности костной ткани при дентальной имплантации

А.Е. ЯБЛОКОВ

ФГБОУ «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения РФ, Самара, Россия

### РЕЗЮМЕ

**Введение.** Длительное функционирование дентальных имплантатов зависит от комплекса биофизических факторов: соблюдение условий асептики и антисептики, строгое соблюдение протокола имплантации, соответствие дооперационного планирования с результатами имплантации. Присоединение вторичных инфекций может привести к периимплантитам, несоблюдение протокола операции влечет за собой термическое и механическое повреждение костной ткани в области имплантата. Возможно возникновение гипернагрузок в костной ткани вследствие неправильной постановки дентальных имплантатов.

**Цель исследования** — провести оценку рентгенологической плотности костной ткани с использованием имплантационных систем Dentium и MIS.

**Материал и методы.** Сбор клинического материала осуществлен на базе Клиники ЧЛХ СамГМУ, клинической базе кафедры ортопедической стоматологии СамГМУ — ООО «ИСС». Формирование исследуемой группы проведено среди 44 пациентов. Не включены в исследование 10 человек в связи с несоответствием критериям включения (7 человек) и отказом от участия (3 человека). Инсталляция дентальных имплантатов у пациентов исследуемой группы ( $n=34$ ) проведена по классической методике free hand. Основное число (94,1%) пациентов исследуемой группы проживали в Самаре, оставшиеся 5,9% — в Самарской области.

**Вывод.** Диапазон изучаемой оптической плотности костной ткани в месте, планируемом для установки дентального имплантата, на КТ-снимке варьировал от 2178 HU (Max) до –327 HU (Min). Среднее значение рентгеновской плотности 563,8 HU (average). Анализ группы контроля до инсталляции дентальных имплантатов показал, что наибольший процент составлял D2-тип костной ткани (41 имплантат — 71,9%), в то время как наименьший — D1-тип (7 имплантатов — 12,2%). Тип D4 костной ткани при исследовании не обнаружен.

**Ключевые слова:** роботизированная система, шкала Хаунсфилда, инсталляция имплантатов, оптическая плотность.

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ:

Яблоков А.Е. — <https://orcid.org/0000-0002-3392-4803>; e-mail: [s1131149@yandex.ru](mailto:s1131149@yandex.ru)

### АВТОР, ОТВЕТСТВЕННЫЙ ЗА ПЕРЕПИСКУ:

Яблоков А.Е. — <https://orcid.org/0000-0002-3392-4803>; e-mail: [s1131149@yandex.ru](mailto:s1131149@yandex.ru)

### КАК ЦИТИРОВАТЬ:

Яблоков А.Е. Оценка оптической плотности костной ткани при дентальной имплантации. *Российская стоматология*. 2019;12(3):8-13. <https://doi.org/10.17116/rosstomat2019120318>

## Bone tissue optical density evaluation in dental implantation

A.E. YABLOKOV

Samara State Medical University of the Ministry of Health of Russian Federation, Samara, Russia

### ABSTRACT

**Introduction** Long-term functioning of dental implants depends on a number of factors: Appropriate aseptic and antiseptic conditions, strict following the implantation protocol, compliance of preoperative planing and implantation results. Secondary infections may lead to periimplantitis, protocol non-compliance results in thermal and mechanic damage to bone tissue around the implant. Hyperload of bone tissue may occur due to incorrect dental implant placement.

**Aim** — to evaluate radiographic density of bone tissue using implantation systems Dentium and MIS.

**Material and methods.** Clinical data was obtained from SamSMU Maxillofacial surgery clinic of and clinical base of Orthopedic Dentistry Department of SamSMU — LLC «ISC». Total number of patients in the study group was 44. Ten patients were excluded — seven of them did not match the inclusion criteria and three refused to participate. In patients of the study group ( $n= 34$ ) dental implants were placed according to classic method free hand. The majority of the patients in this study (94.1%) lived in Samara, and the rest of them (5.9%) — in the Samara region.

**Conclusions.** On the CT-scan, the range of bone tissue optical density in the place of planned dental implant placement varied from 2178 HU (Max) to –327 HU (Min). Average value of radiographic density was 563.8 HU. Control group analysis before the placement of dental implants showed that the largest percentage of bone tissue type was D2 type (41 implants — 71.9%), and the lowest — D1 type (7 implants — 12.2%). Bone tissue type D4 was not found in this study.

**Keywords:** robotic system, Hounsfield scale, implants placement, optical density.

© А.Е. Яблоков, 2019

**INFORMATION ABOUT THE AUTHOR:**Yablokov A.E. — <https://orcid.org/0000-0002-3392-4803>; e-mail: [s1131149@yandex.ru](mailto:s1131149@yandex.ru)**CORRESPONDING AUTHOR:**Yablokov A.E. — <https://orcid.org/0000-0002-3392-4803>; e-mail: [s1131149@yandex.ru](mailto:s1131149@yandex.ru)**TO CITE THE ARTICLE:**Yablokov AE. Bone tissue optical density evaluation in dental implantation. *Russian Journal of Stomatology*. 2019;12(3):8-13. <https://doi.org/10.17116/rosstomat2019120318>

## Введение

Определение плотности челюстных костей является важным фактором для планирования лечения, выбора конструкции имплантата, хирургического этапа и тактики протезирования [1, 2]. Сегодня наиболее распространенным методом для исследования костной ткани является рентгенологический [3, 4]. При визуальном анализе рентгеновского снимка деминерализация костной ткани выявляется при снижении костной плотности более 30% [5–7]. Поэтому клинический метод исследования в значительной степени субъективен и не может улавливать тонкости структуры и морфологические изменения в тканях [8–10].

## Материал и методы

Сбор клинического материала осуществлен на базе Клиники ЧЛХ СамГМУ, клинической базе кафедры ортопедической стоматологии СамГМУ — ООО «ИСЦ» в период с 10.02.15 по 09.01.20 на основании ФЗ №323 от 21.11.11 «Об основах охраны здоровья граждан в РФ». Лечение больных проводили по протоколу, утвержденному Минздравом России от 16.09.04 «Протокол ведения больных с ЧОЗ». Структура исследования и разрешение к его проведению были одобрены этическим комитетом СамГМУ, получено положительное решение Научно-образовательного центра доказательной медицины от 01.09.19. Перед операцией каждый пациент подписал информированное согласие на проведение вмешательства и использование полученных данных для формирования настоящей научно-исследовательской работы. Перед проведением операции все пациенты были обследованы и санированы в клиниках СамГМУ. Критериями включения пациентов в исследуемую группу были частичное отсутствие зубов верхней и (или) нижней челюсти, наличие костной ткани челюсти не менее D1-типа, достаточная высота альвеолярного гребня для инсталляции цилиндрического дентального имплантата, отсутствие соматических заболеваний, ортогнатический прикус, отсутствие заболеваний височно-нижнечелюстного сустава

(ВНЧС), полная санация полости рта и отсутствие кариозного процесса. Формирование исследуемой группы проведено среди 44 пациентов. В исследование не включили 10 человек в связи с несоответствием критериям включения (7 человек) и отказом от участия (3 человека).

Инсталляцию дентальных имплантатов у пациентов ( $n=34$ ) проводили по классической методике free hand. В Самаре проживали 94,1% пациентов, оставшиеся 5,9% — в Самарской области.

Проведенный анализ клинического материала у исследуемых пациентов представлен в **табл. 1**.

Основной контингент пациентов (79,41%), которым была проведена операция дентальной имплантации по классической методике, составили женщины. Средний возраст в исследуемой группе — 41,7 года.

Всем пациентам были установлены имплантаты двух систем — MIS и DENTIUM в количестве 57 единиц. Срок наблюдения составил 5 лет. В зависимости от места установки имплантатов пациентам были установлены дентальные имплантаты в следующем количестве (**табл. 2**).

В проекции резцов было установлено 7 (14,28%) имплантатов, из них в 1-м квадранте — 2 (4,08%), во 2-м — 5 (10,2%), в 3-м и 4-м — не устанавливали. В области клыков установлен 1 имплантат — 2,04% (2-й сектор). В проекции премоляров установлено 17 (34,69%) имплантатов, из них в 1-м квадранте — 5 (10,2%), во 2-м — 1 (2,04%), в 3-м — 6 (12,24%), в 4-м — 5 (10,2%). В области моляров инсталлированы 24 (48,97%) имплантата, из них в 1-м квадранте — 1 (2,04%), во 2-м — не устанавливали, в 3-м — 11 (22,44%), в 4-м — 12 (24,48%). Наиболее часто дентальную имплантацию проводили в области моляров в 3-м и 4-м секторах, в то время как во фронтальной группе зубов в 3-м и 4-м секторах операцию не проводили (**рис. 1**). Одним из основных критериев выбора пациентов для формирования исследуемой группы являлось наличие ортогнатического прикуса.

Процент установленных имплантатов фирмы «MIS» составил 96,4%, фирмы «Dentium» — 3,6%. Наибольший процент установленных имплантатов имел диаметр 3,75×10,0 и произведен фирмой «MIS» (26,31%). Данные представлены в **табл. 3**.

Таблица 1. Распределение пациентов в зависимости от возраста и пола

Table 1. Patients distribution according to gender and age

Пол	Возраст, годы					всего абс. (%)
	21—30	31—40	41—50	51—60	61—70	
Мужчины	3	1	2	—	1	7 (20,59)
Женщины	3	12	8	3	1	27 (79,41)
Всего, абс. (%)	6 (17,64)	13 (38,23)	10 (29,41)	3 (8,82)	2 (5,88)	34 (100)

Таблица 2. Количество имплантатов у пациентов на верхней и нижней челюстях

Table 2. Number of implants on upper and lower jaw in the study group patients

Место установки имплантатов	Количество имплантатов
На верхней челюсти	(12 человек) 19
На нижней челюсти	(22 человека) 38

Таблица 3. Соотношение количества единовременно установленных дентальных имплантатов с их диаметром

Table 3. Number of simultaneously placed dental implants and their diameter ratio

Диаметр имплантата	Количество имплантатов				всего (абс.)	% от общего числа
	1 единица (абс.)	2 единицы (абс.)	3 единицы (абс.)	4 единицы (абс.)		
3,3×10,0 (MIS)	4	2	0	0	8	14,03
3,6×7,0 (Dentium)	0	1	0	0	2	3,5
3,75×8,0 (MIS)	4	2	0	0	8	14,03
3,75×10,0 (MIS)	3	4	0	1	15	26,31
3,75×11,5 (MIS)	2	2	0	0	6	10,52
4,0×10,0 (MIS)	0	0	1	0	3	5,26
4,2×8,0 (MIS)	1	1	0	0	3	5,26
4,2×10,0 (MIS)	3	0	1	0	6	10,52
4,2×11,5 (MIS)	3	0	0	0	3	5,26
4,0×8,0 (MIS)	1	1	0	0	3	5,26
Итого	21	26	6	4	57	100

## Методы исследования

### Оценка оптической и минеральной плотности костной ткани по данным КТ-исследования

Анализ оптической плотности кости, окружающей установленные имплантаты, проводили по конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ) и на основании классификации С. Mish. Были определены основные оценочные значения рентгеновской плотности костной ткани:  $\geq 850$  HU — здоровая кость (D1); 350—850 HU — пастозная кость (D2);  $\leq 350$  HU — локальный остеопороз (D3). Анализ плотностных показателей костной ткани, окружающей установленные имплантаты, позволил в процентном соотношении установить степень остеоинтеграции установленных имплантатов. Измерения характеристик костной ткани проводили на основании шкалы Хаунсфилда по трем уровням имплантатов: апикальному, средней части, пришеечному.

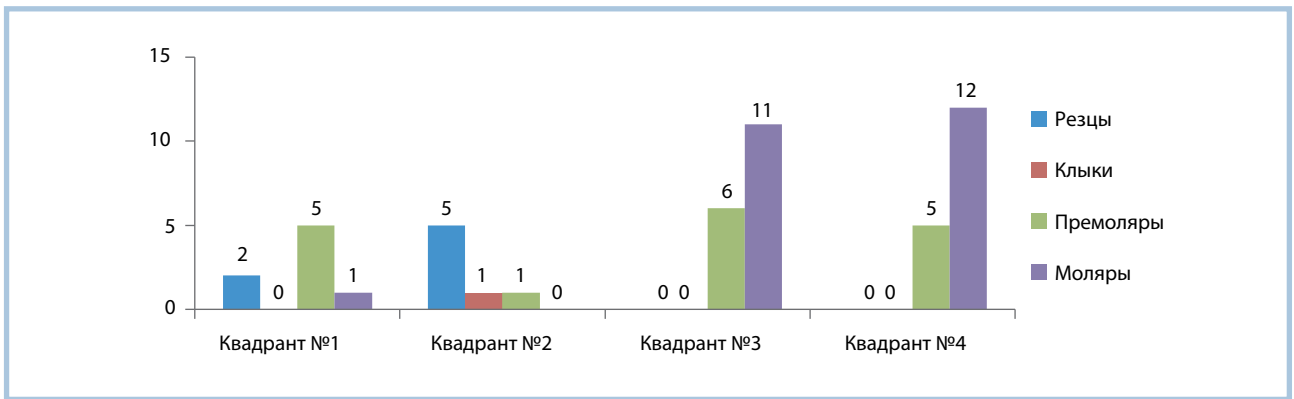
После проведенной дентальной имплантации на верхней (по истечении 6 мес с начала исследования) или нижней челюсти (4 мес) получали КЛКТ-сним-

ки на аппарате Watech Pax-Duo 3D при рентген-нагрузке E-0,04 мЗв. Модели КТ имели следующие размеры: 80×80×80 мм, 120×90×90 мм. Дискретизация между плоскостями составляла 0,2 мм. Исследование оптической плотности костной ткани, окружающей имплантат, проводили преимущественно в области отсутствующих рентгенологических артефактов после «шумоподавления» в программной среде RadiAnt Dicom viewer 4.6.9 (64-bit).

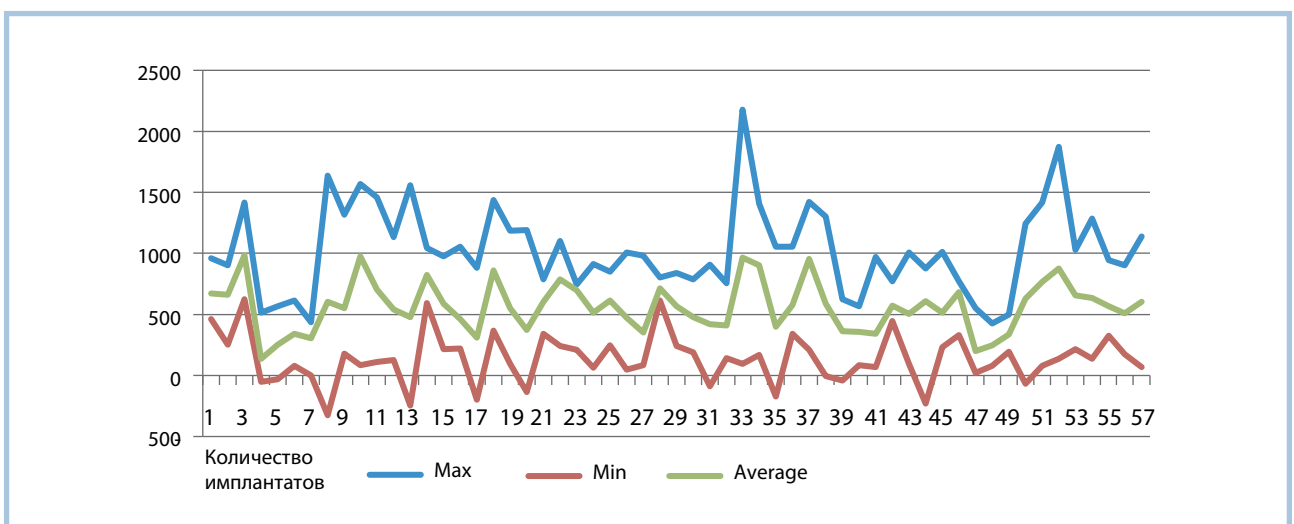
### Результаты оценки оптической и минеральной плотности костной ткани по данным КТ у пациентов исследуемой группы

У 34 пациентов исследуемой группы до операции дентальной имплантации изучили оптическую плотность костной ткани. Оценивали костные ткани, в которые планировали установку 57 дентальных имплантатов.

Диапазон изучаемой оптической плотности костной ткани в месте, планируемом для установки дентального имплантата, на КТ-снимке варьировал от 2178 HU (Max) до -327 HU (Min). Среднее значение рент-



**Рис. 1. Топография и количество установленных зубных имплантатов у исследуемых пациентов.**  
**Fig. 1. Topography and number of placed dental implants in the study group patients.**



**Рис. 2. Оптическая плотность костной ткани, окружающей имплантат, у пациентов исследуемой группы до операции установки зубных имплантатов.**  
**Fig. 2. Optical density of bone tissue surrounding the implants in patients of the study group before placement of the implants.**

геновской плотности — 563,8 HU (average). Анализ, проведенный до инсталляции зубных имплантатов, показал, что наибольший процент составлял D2-тип костной ткани (41 имплантат — 71,9%), в то время как наименьший — D1-тип (7 единиц — 12,2%). D4-тип костной ткани при исследовании не обнаружен.

Выявленные типы костной ткани (рис. 2), являющиеся благоприятными для установки зубных имплантатов, позволили сделать заключение о допустимости проведения операции зубной имплантации.

У всех пациентов исследуемой группы (n=34) после операции зубной имплантации (n=57) также провели определение оптической плотности костной ткани (рис. 3).

Рентгеновская плотность костных тканей, окружающих имплантаты, на КТ-снимках располагалась

в диапазоне от 2624 HU (Max) до 67 HU (Min). Средняя рентгеновская плотность составила 662,1 HU (average).

Анализ костной ткани группы контроля после установки зубных имплантатов показал, что наибольший процент составлял D1-тип костной ткани (47 единиц — 82,4%), в то время как наименьший — D3-тип (3 единицы — 5,26%).

Средняя плотность костных тканей в проекции отдельных групп имплантатов представлена в табл. 4.

### Вывод

Анализ костной ткани исследуемой группы после установки зубных имплантатов показал, что наибольший процент составлял D1-тип костной тка-

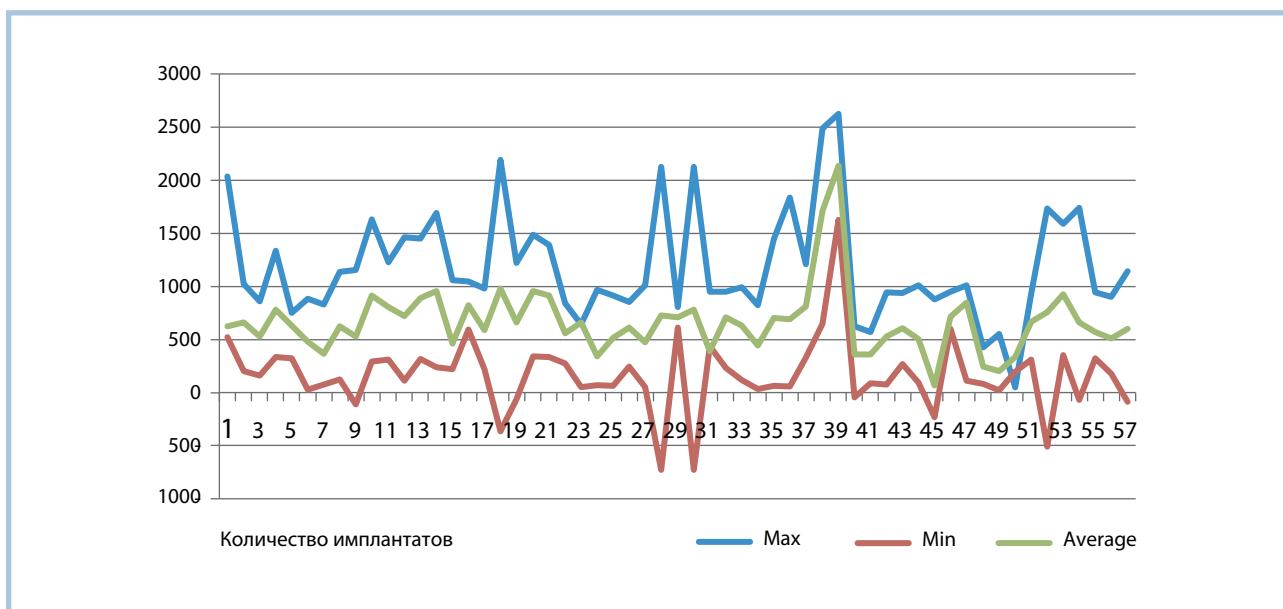


Рис. 3. Оптическая плотность костной ткани, окружающей имплантат, у пациентов исследуемой группы после операции установки дентальных имплантатов.

Fig. 3. Optical density of bone tissue surrounding the implants in patients of the study group after placement of the implants.

Таблица 4. Распределение плотности костной ткани, окружающей установленные имплантаты, у пациентов исследуемой группы (HU)

Table 4. Density (HU) of bone tissue surrounding placed implants distribution in the study group patients

Средняя плотность костной ткани (HU)													
0 HU	625 HU	502,4 HU	740,5 HU	463 HU	782 HU	246 HU	450 HU	927 HU	0 HU	482,6 HU	597 HU	1708 HU	2136 HU
1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7
4,7	4,6	4,5	4,4	4,3	4,2	4,1	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7
636,5 HU	645,7 HU	639,3 HU	708,5 HU	0 HU	0 HU	0 HU	0 HU	0 HU	0 HU	0 HU	766,1 HU	651,35 HU	67 HU

ни (47 единиц — 82,4%), в то время как наименьший — D3-тип (3 единицы — 5,26%), что свидетельствует об успешной фибро- и остеоинтеграции дентальных имплантатов в костную ткань у пациентов исследуемой группы.

Работа выполнена в соответствии с планом научных исследований ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.  
The author declare no conflicts of interest.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Добровинский И.Р., Кибиткин А.С., Кислов А.И., Ломтев Е.А. Определение плотности костной ткани методом косвенных совокупных измерений. *Современные проблемы науки и образования*. 2012;1:84. Dobrovinskij IR, Kibitkin AS, Kislov AI, Lomtev EA. Opredelenie plotnosti kostnoj tkani metodom kosvennyx sovsokupnyx izmerenij. *Sovremennye Problemy Nauki i Obrazovaniya*. 2012;1:84. (In Russ.).
- Колпинский Г.И., Захаров И.С., Коков А.Н., Короткевич А.А. Использование однофотонной эмиссионной компьютерной томографии в комплексной оценке остеопоротических изменений. *Политравма*. 2015;3:54-57. Kotpinskij GI, Zaharov IS, Kokov AN, Korotkevich AA. Ispol'zovanie odnofotonnoj emissionnoj komp'yuternoj tomografii v kompleksnoj ocenke osteoporoticheskix izmenenij. *Politravma*. 2015;3:54-57. (In Russ.).
- Петренко К.А. Перспективные методы рентгенологического исследования в стоматологии. *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*. 2016;4:1:32-35. Petrenko KA. Perspektivnye metody rentgenologicheskogo issledovaniya v stomatologii. *Mezhdunarodnyj Zhurnal Gumanitarnyh i Estestvennyh Nauk*. 2016;4:1:32-35. (In Russ.).
- Черноморченко Н.С., Соколович Н.А. Современные компьютерные технологии в ортопедической стоматологии: современное состояние и перспективы. *Современная медицина: актуальные вопросы*. 2017;3(55):58-64. Chernomorchenko NS, Sokolovich NA. Sovremennye kompyuternye tehnologii v ortopedicheskoy stomatologii: sovremennoe sostoyanie i perspektivy'. *Sovremennaya Medicina: Aktualnye Voprosy*. 2017;3(55):58-64. (In Russ.).

5. Фролов О.О., Тимченко П.Е., Тимченко Е.В., Писарева Е.В. *Исследование состава гидроксипатита методом спектроскопии комбинационного рассеяния*. В сборнике: XIV Всероссийский молодежный Самарский конкурс-конференция научных работ по оптике и лазерной физике. Сборник трудов конференции. 2016;457-463.  
Frolov OO, Timchenko PE, Timchenko EV, Pisareva EV. *Issledovaniya sostava gidroksiapatita metodom spektroskopii kombinacionnogo rasseyaniya*. V sbornike: XIV Vserossijskij molodezhnyj Samarskij konkurs-konferenciya nauchnyh rabot po optike i lazernoj fizike. Sbornik trudov konferencii. 2016;457-463. (In Russ.).
6. Чайковская И.В., Чистוליнова Л.И. Гистологическое строение костной ткани после локального термического повреждения. *Морфологический альманах им. В.Г. Ковешникова*. 2018;16(2):54-57.  
Chajkovskaya IV, Chistolina LI. *Gistologicheskoe stroenie kostnoj tkani posle lokal'nogo termicheskogo povrezhdeniya*. *Morfologicheskij Almanah im. V.G. Koveshnikova*. 2018;16:2:54-57. (In Russ.).
7. Зеличенко Е.А., Гузеев В.В., Ковальская Я.Б., Гурова О.А., Гузеева Т.И. Сравнительный анализ свойств порошков гидроксипатита, полученных различными методами. *Перспективные материалы*. 2018;5:41-49.  
Zelichenko EA, Guzeev VV, Koval'skaya YaB, Gurova OA, Guzeeva TI. *Sravnitelnyj analiz svojstv poroshkov gidroksiapatita, poluchennyh razlichnymi metodami*. *Perspektivnye Materialy*. 2018;5:41-49. (In Russ.).
8. Миронова К.В., Захарова Д.А. *Экспериментальное определение морфологических изменений костной ткани*. В сб.: Студенческая наука и медицина XXI века: традиции, инновации и приоритеты. Сборник материалов ГБОУ ВПО «Самарский государственный медицинский университет». 2015;162.  
Mironova KV, Zaharova DA. *Ekspperimentalnoe opredelenie morfologicheskix izmenenij kostnoj tkani*. V sb.: *Studencheskaya nauka i medicina XXI veka: tradicii, innovacii i prioritety*. Sbornik materialov GBOU VPO «Samarskij gosudarstvennyj medicinskij universitet». 2015;162. (In Russ.).
9. Изосимова А.Э. Морфологические изменения костной ткани в условиях репаративной регенерации при применении интрамедуллярных фиксаторов с покрытием нитридами титана и гафния. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2016;1(57):59-61.  
Izosimova AE. *Morfologicheskie izmeneniya kostnoj tkani v usloviyah reparativnoj regeneracii pri primenenii intramedullyarnyh fiksatorov s pokrytiem nitridami titana i gafniya*. *Izvestiya Orenburgskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta*. 2016;1(57):59-61. (In Russ.).
10. Цяо Г., Гольдберг О.А., Лепехова С.А., Тишков Н.В., Селиверстов П.В., Гуманенко В.В., Ахмедов А.Е. Характеристика изменений костной ткани в зоне дефекта в условиях нарушенной репаративной регенерации. *Гений ортопедии*. 2014;3:77-81.  
Czyao G, Gol'dberg OA, Lepехova SA, Tishkov NV, Seliverstov PV, Gumanenko VV, Axmedov AE. *Harakteristika izmenenij kostnoj tkani v zone defekta v usloviyah narushennoj reparativnoj regeneracii*. *Genij Ortopedii*. 2014;3:77-81. (In Russ.).

Поступила 18.04.19

Received 18.04.19

Принята к печати 25.04.19

Accepted 25.04.19