



Студенттер мен жас ғалымдардың  
**«ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛІМ - 2018»**  
XIII Халықаралық ғылыми конференциясы

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ**

XIII Международная научная конференция  
студентов и молодых ученых  
**«НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ - 2018»**

The XIII International Scientific Conference  
for Students and Young Scientists  
**«SCIENCE AND EDUCATION - 2018»**



12<sup>th</sup> April 2018, Astana

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ**

**Студенттер мен жас ғалымдардың  
«Ғылым және білім - 2018»  
атты XIII Халықаралық ғылыми конференциясының  
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
XIII Международной научной конференции  
студентов и молодых ученых  
«Наука и образование - 2018»**

**PROCEEDINGS  
of the XIII International Scientific Conference  
for students and young scholars  
«Science and education - 2018»**

**2018 жыл 12 сәуір**

**Астана**

**УДК 378**

**ББК 74.58**

**Ғ 96**

Ғ 96

«Ғылым және білім – 2018» атты студенттер мен жас ғалымдардың XIII Халықаралық ғылыми конференциясы = XIII Международная научная конференция студентов и молодых ученых «Наука и образование - 2018» = The XIII International Scientific Conference for students and young scholars «Science and education - 2018». – Астана: <http://www.enu.kz/ru/nauka/nauka-i-obrazovanie/>, 2018. – 7513 стр. (қазақша, орысша, ағылшынша).

**ISBN 978-9965-31-997-6**

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

УДК 378

ББК 74.58

ISBN 978-9965-31-997-6

©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия  
ұлттық университеті, 2018

8. Аль-зубайди А. А. М. Исследование физико-химических свойств металл-замещенного нанокристаллического кальций-дефицитного гидроксиапатита//Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук ВГУ, Воронеж 2014.

9. Д. Л. Голощапов, В. М. Кашкаров, Н. А. Румянцева, П. В. Середин, А. С. Леньшин, Б. Л. Агапов, Э. П. Домашевская Получение нанокристаллического гидроксиапатита методом химического осаждения с использованием биогенного источника кальция//Конденсированные среды и межфазные границы, Том 13, № 4, С. 427—441

10. В.П.Орловский, Г.В.Родичева, Ж.А.Ежова, Г.Е.Суханова, Е.М.Коваль и Н.М.Романова ПАТЕНТ(21) 5013838/26 (22) 26.11.91 (46) 15.08.93.30 (76) Авторское свидетельство СССР

УДК 53.043

## КОМПОЗИТНЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ АПАТИТА КАЛЬЦИЯ С ДОБАВЛЕНИЕМ ZnO И АЛЬГИНАТА НАТРИЯ

Турлыбекұлы Аманжол<sup>1</sup>, Отаров Ерасыл Серыкпекұлы<sup>1</sup>, Магазов Нуртолеу Магзұмбекович<sup>1</sup>, Асильбекова Алия Молдабековна<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Студенты и докторанты кафедры Технической физики и материаловедения ВКГТУ им. Д. Серикбаева, Усть-Каменогорск, Казахстан

<sup>2</sup>Преподаватель кафедры технической физики ЕНУ им. Л.Н.Гумилева  
Научный руководитель – С.В. Плотников

Разработка многофункциональных наноструктурированных материалов для отраслей медицины, в частности, для ортопедии и стоматологии, остается актуальным предметом медицинской науки. Широкое использование лекарств с антимикробным действием привело к формированию устойчивости микроорганизмов к широкому спектру антибиотиков. Одним из подходов к решению этой проблемы во всем мире является активный поиск неорганических противомикробных компонентов или модификация биоматериалов неорганическими биоактивными ионами для инициирования контролируемой реакции в тканях и обеспечения антимикробной активности [1-3]. Костная ткань (КТ) является композитным природным материалом, включающим органическую компоненту (коллаген, тип I), в которую внедрены нанокристаллы нестехиометрического гидроксиапатита (биологического апатита).

С учетом вышеизложенного, настоящая работа, посвящена синтезу и комплексному исследованию композитного материала, имеющего свойства, близкие к костной ткани, и состоящего из трех компонентов: гидроксиапатита, ZnO частиц и альгината натрия. Материал в форме гранул будет обеспечивать заполнение дефектов сложной геометрии с минимальным зазором между костью и имплантатом.

Были использованы следующие химические вещества производства фирмы «Merck»: кальций нитрат тетрагидрат ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ), гидрофосфат аммония ( $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ ), гидроксид аммония ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ), цинк нитрат гексагидрат  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  классификации «ХЧ», кальция хлорид  $\text{CaCl}_2$ ; натрия альгинат (Е401) с молекулярной массой 15 кДа (производитель Китай).

Для проведения синтеза ГА, стартовые компоненты, а именно 19,7 г  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  и 6,6 г  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  взвешивали на аналитических весах и каждый растворяли в 500 мл дистиллированной воды для получения растворов с концентрациями 0,167М и 0,1М соответственно. Молярное соотношение Са/Р составляло 1,67, как в случае стехиометрического ГА. Образование ГА происходило при прикапывании (1мл/мин) аммония гидрофосфата к раствору кальций нитрата согласно следующей реакции:



Величина pH около 11 достигалась прибавлением 90 мл 25% раствора аммиака к смеси при перемешивании. После перемешивания компонентов и доведения pH до заданного уровня, 400 мл реакционной суспензии было перенесено в микроволновую печь Samsung M1712NR для ее обработки в течение 3 минут при мощности 300 Вт с последующим воздействием микроволновой радиации мощностью 450 Вт в течение 5 минут. После охлаждения образец был многократно промыт дистиллированной водой до нейтральной реакции. Твердую фракцию отделяли центрифугированием. В результате была получена суспензия гидроксипатита влажностью около 85%.

К полученной суспензии был добавлен 2% раствор альгината натрия в весовом соотношении 1:1 и смесь была обработана ультразвуком в установке УЗДН при мощности 75 Вт в течение 5 минут. Полученный продукт был диспергирован в 0,125М растворе хлорида кальция. Через 25 минут образовавшиеся гранулы были отфильтрованы, промыты дистиллированной водой и высушены.

Для получения композита ГА-ZnO к 200 мл 0,2М раствора цинка нитрата гексагидрата было добавлено 4 мл 3% раствора альгината натрия. Формирование ZnO соединения началось после добавления 15 мл 25% раствора аммиака. В данном варианте синтеза в полученный раствор была опущена титановая пластина, через которую пропускали переменный ток (2А) в течение 30 минут. При этом начался локальный нагрев раствора и зародышеобразование соединения ZnO. После этого весь объем раствора был нагрет на электрической плите до температуры 80°C при перемешивании с помощью магнитной мешалки. После охлаждения образец был многократно промыт дистиллированной водой до нейтральной реакции. Выпавшую в осадок фракцию ZnO отделяли центрифугированием. В результате была получена суспензия ZnO влажностью около 85%, которая на следующем этапе обработки была высушена при 37°C. Высушенный продукт был измельчен и просеян через сито. Таким образом, был получен порошок ZnO дисперсностью  $\leq 63$  мкм.

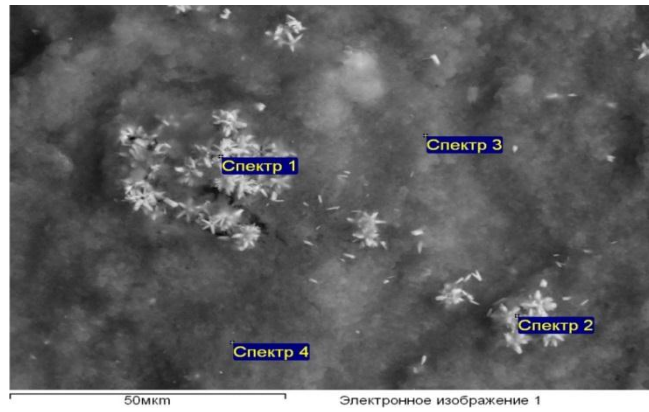
К 6,0 г суспензии ГА (влажность 85%), полученной выше описанным методом было добавлено 0,3 г порошка ZnO ( $\leq 63$  мкм), что составляет 33% ZnO по отношению к сухому ГА и перемешано шпателем. На следующем этапе к смеси ZnO-ГА был добавлен 2% раствор полимера (альгинат натрия) и полученная суспензия была перемешана в УЗДН 12 минут до образования гомогенной массы. Путем диспергирования полученной суспензии в 0,125М растворе хлорида кальция были получены гранулы композитного материала ГА-ZnO.

Исследование ГА с разными добавками проводили такими методами анализа как: растровая электронная микроскопия (РЭМ) на микроскопе JSM-6390LV с системой энергодисперсионного микроанализа INCA Energy Penta FET X3.

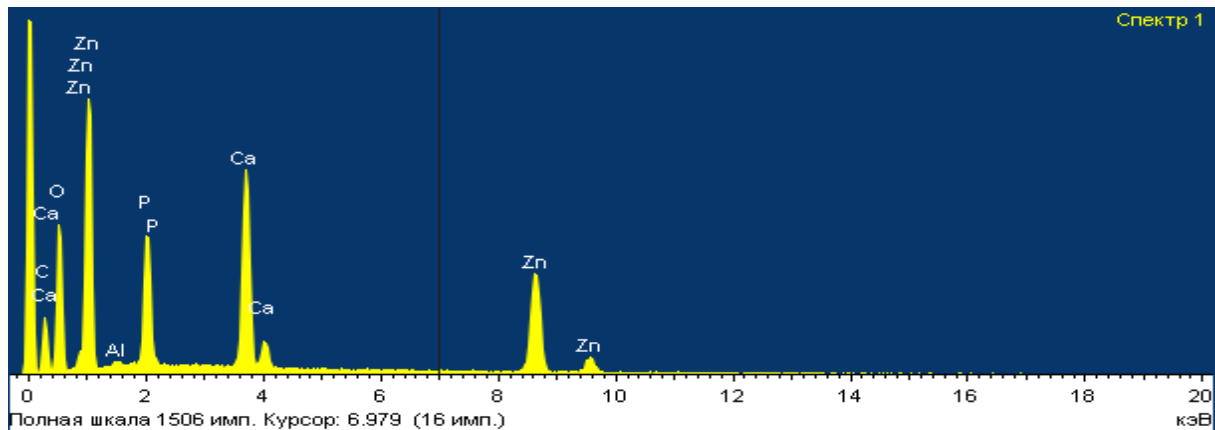
Просвечивающая электронная микроскопия с высоким разрешением HR-ТЕМ проводилась с помощью электронного микроскопа JEM-2100, дополнительно проводился EDAX анализ с помощью приставки INCA Energy TEM 350 с кристаллом X-MAX 80.

На рис. 1 представлен участок образца ГА с добавкой ZnO. На изображении поверхности точками выделены участки элементного анализа. Из этого изображения хорошо выделяются участки с монокристаллическими небольшими включениями ZnO (в виде «снежинок») разных размеров от 13 до нескольких десятков микрона. Распределение частицы ZnO хаотично, они имеют светлый оттенок на фоне ГА. Из таблицы и спектра EDS видно, что в составе ГА появился Zn с различной концентрацией Zn в этих местах анализа. Например, Zn (43,28%) в точке 1, и в точке 3 всего обнаружено 10,35%. Таким образом среднее значение концентрации Zn в этом участке образца составляет 25,63%. Соотношение Ca/P немного меньше 2, а именно 1,87. Концентрация кислорода уменьшается т.к. часть его идет на образования кристаллитов ZnO.

a



b



a- СЭМ

Спектр	В стат.	O	Al	P	Ca	Zn	Итог
Спектр 1	Да	34.34	0.35	8.29	13.74	43.28	100.00
Спектр 2	Да	39.74	0.61	9.27	15.37	35.02	100.00
Спектр 3	Да	45.23	0.23	14.78	29.41	10.35	100.00
Спектр 4	Да	44.78	0.27	13.39	27.70	13.86	100.00

изображение гидрогеля ГА с добавлением ZnO

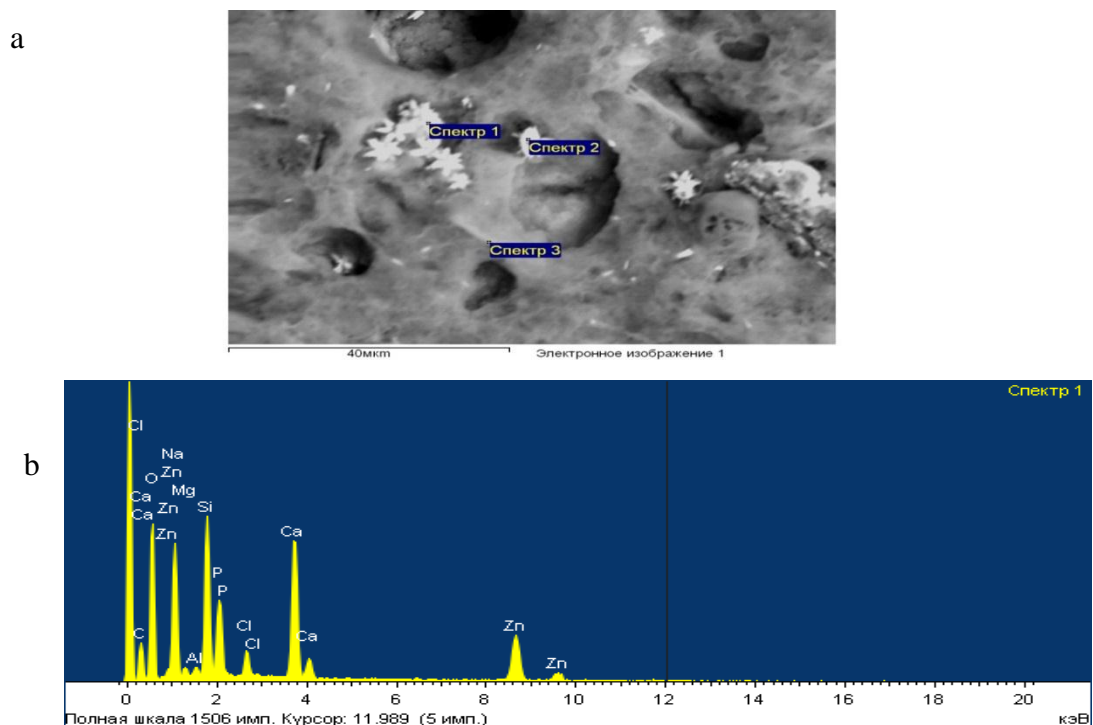
Спектр	В стат	O	Na	Mg	Al	Si	P	Cl	Ca	Zn	Итог
Спектр 1	Да	40.69	4.69	0.85	0.49	9.98	5.95	1.91	11.78	23.66	100.00
Спектр 2	Да	38.80	3.99	0.72	0.40	10.67	6.61	1.83	12.71	24.28	100.00
Спектр 3	Да	48.40	4.09	0.87	0.55	11.10	8.01	2.52	17.38	7.08	100.00

b- EDS спектр участка №1

Рисунок-1. Результаты СЭМ анализа гидрогеля ГА с добавлением ZnO

На следующем рис. 2 представлено изображение участка ГА с добавками ZnO - плюс альгинат. На участке ГА появились области очень темного контраста, а также кристаллиты из ZnO с размерами от 15 до 0,5 мкм. Средняя концентрация Zn уменьшилась до 18,34%, при этом имеются участки, где Zn содержится 23,66% и 7,08% (разница почти в 3 раза). Появились в составе ГА такие элементы, как Cl (от 2,52 до 1,83%), Si (около 10%), Al около

(0,5%), Mg (от 0,87 до 0,72%) и Na (от 4,69 до 3,99%). Все эти элементы хорошо выделяются на спектрах EDS. Соотношение Ca/P составляет уже около =1,96.



а- СЭМ изображение ГА+ альгинат с добавлением ZnO

б- EDS спектр участка №1

Рисунок-2. Результаты СЭМ анализа ГА+ альгинат с добавлением ZnO

Анализ частиц ZnO с помощью просвечивающей электронной микроскопией (ПЭМ) с высоким разрешением показывает, что в одном случае структура ZnO является кубической с параметрами решетки  $a=4,27$ ,  $b=4,27$ ,  $c=4,27$ , а в другом случае гексагональной с параметрами решетки  $a=3,2427$ ,  $b=3,2427$ ,  $c=5,1949$ . Отличия этих структур связано или зависит от состава добавок в процессе получения ГА.

#### Список использованных источников

1. Moseke C, Gelinsky M, Groll J.[at al] Chemical characterization of hydroxyapatite obtained by wet chemistry in the presence of V, Co, and Cu ions // Materisl Science and Engineerings C. 2013. P. 1654-1661
2. Sukhodub L.B. Metal Ions Doped Chitosan Nanoparticles // Journal of Nano- and Electronic Physics. 2014. V.6. №4. P. 04034(6pp).
3. Sukhodub L.B., Khrystian G.E., Sukhodub L.F., Shulga N.M., Meshkov A.M., Kazmirchuk V.V., Martynov A.V. , Composite materials based on zinc sulfide and zinc oxide: structural and biocidal properties // Annals of Mechnikov Institute, N 4, 2016, P.34-39.
4. Ito M, Otsuka M. Zinc-containing tricalcium phosphate and related materials for promoting bone formation // Curr Appl phys. 2005. V.5. P. 402-6.
5. Tripathi A, Saravanan S, Pattnaic S. [at al]. Bio-composite scaffolds containing chitosan/ nano hydroxyapatite/ nano-copper-zinc for bone tissue engineering // International Journal of Biological Macromolecules. 2012. V. 50. P. 294-299.
6. Mieshkov AV, Grebenik LI, Ivahnuuk TV, Sukhodub LF. Antibacterial properties of the nanoparticles with the zinc sulfide quantum dots. // IFMBE Proceedings. 2016. V.55. P.267-270.