

October 2018

## SYNTHESIS OF GLASSES IN THE SYSTEM R2O-RO- CaF<sub>2</sub>-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>

Mastura Khikmatovna ARIPOVA

*Tashkent Chemical-Technological Institute, Uzbekistan, aripova1957@yandex.ru*

Tatyana Olegovna NAM

*Tashkent Chemical-Technological Institute, Uzbekistan, tiny\_nam@mail.ru*

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/cce>

---

### Recommended Citation

ARIPOVA, Mastura Khikmatovna and NAM, Tatyana Olegovna (2018) "SYNTHESIS OF GLASSES IN THE SYSTEM R<sub>2</sub>O-RO-CaF<sub>2</sub>-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>," *Chemistry and Chemical Engineering*: Vol. 2018 : No. 2 , Article 2.

Available at: <https://uzjournals.edu.uz/cce/vol2018/iss2/2>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in Chemistry and Chemical Engineering by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact [brownman91@mail.ru](mailto:brownman91@mail.ru).

SYNTHESIS OF GLASSES IN THE SYSTEM R<sub>2</sub>O-RO-CaF<sub>2</sub>-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>

Mastura Khikmatovna ARIPOVA (aripova1957@yandex.ru), Tatyana Olegovna NAM (tiny\_nam@mail.ru)  
Tashkent Chemical-Technological Institute, Uzbekistan

The structure of glasses synthesized in the R<sub>2</sub>O-RO-CaF<sub>2</sub>-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub> system was studied by scanning electron microscopy. Glasses have a complex heterogeneous structure associated with the formation of germinal or formed crystalline phases, as well as microheterogeneous glass stratification.

Keywords: bioceramics, glass structure, electron microscopy, segregation, jamming.

СИНТЕЗ СТЕКОЛ В СИСТЕМЕ R<sub>2</sub>O-RO-CaF<sub>2</sub>-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>

Мастура Хикматовна АРИПОВА (aripova1957@yandex.ru), Татьяна Олеговна НАМ (tiny\_nam@mail.ru)  
Ташкентский химико-технологический институт, Узбекистан

Методом сканирующей электронной микроскопии исследована структура стекол, синтезированных в системе R<sub>2</sub>O-RO-CaF<sub>2</sub>-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>. Стекла обладают сложным неоднородным строением, связанным с образованием зародышевых либо сформировавшихся кристаллических фаз, а также микрогетерогенного расслоения стекла.

Ключевые слова: биокерамика, структура стекол, электронная микроскопия, ликвация, глущение.

R<sub>2</sub>O-RO-CaF<sub>2</sub>-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub> TIZIMIDA SHISHALARNI SINTEZ QILISH

Mastura Xikmatovna ARIPOVA (aripova1957@yandex.ru), Tatyana Olegovna NAM (tiny\_nam@mail.ru)  
Toshkent kimyo-texnologiya instituti, O'zbekiston

R<sub>2</sub>O-RO-CaF<sub>2</sub>-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub> tizimida sintezlangan shishaning strukturasi skanerlovchi elektron mikroskopi yordamida tdqiqot qilindi. Dastlabki yoki keying shakllangan kristall fazalar hosil bolishi, hamda shishaning mikroterogen tuzilishini bilan bog'liq holda, olgan shishalar bir turli bo'lmagan murakkab tuzilishga ega.

Kalit so'zlar: biokeramika, shisha tuzilishi, elektron mikroskopiya, ajratish, siqilish.

## Введение

Применяемая для замещения костных дефектов биокерамика должна быть не только биосовместима, но и способна к биодеградации (взаимодействию с костными клетками, для этого имплантат должен быть биоактивным.

К современным материалам последнего поколения для остеопластики относятся биоактивные стеклокристаллические материалы. Стеклокристаллические материалы при имплантации в костный дефект не капсулируются, а находятся в прямом контакте с костной тканью [1, 2].

Стеклокерамика на основе фосфата кальция наиболее близка по химическому составу к натуральной кости и поэтому представляет значительный интерес для материаловедов и исследователей-ортопедов в качестве перспективного материала для создания костных имплантатов.

## Объекты и методы исследования

Решая задачу научно-обоснованного выбора состава стекол в системе R<sub>2</sub>O-RO-CaF<sub>2</sub>-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>, осуществлен синтез стекол и их электронно-микроскопическое исследование.

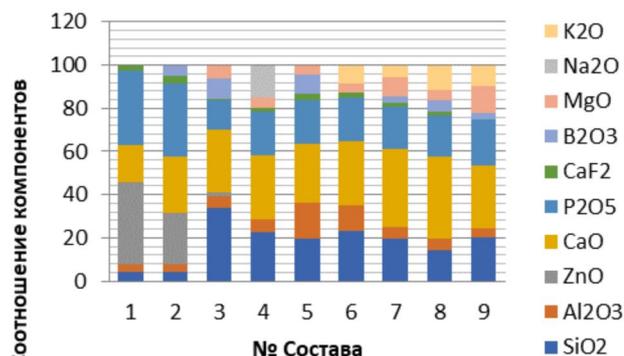


Рис. 1. Соотношение компонентов в синтезированных стеклах.

Структуру синтезированных стекол исследовали методом сканирующей электронной микроскопии. Электронно-микроскопические снимки получены на сканирующем электронном микроскопе (SEM-EDX) марки Zeiss EVO MA 10/ Aztec Energy Advanced X-Act, производства Zeiss SMT LTD/Oxford Instruments (Великобритания).

Составы синтезированных стекол представлены в таблице 1.

Таблица 1

Составы синтезированных стекол

Индекс стекла	Массовое содержание оксидов, %									
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	ZnO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *	CaF <sub>2</sub>
C-1	4,32	3,67	17,01	-	37,87	-	-	34,81	-	2,32
C-2	4,11	3,49	25,75	-	24,00	-	-	34,19	4,76	3,68
C-3	33,63	5,45	29,09	6,36	1,82	-	-	13,64	9,09	0,91
C-4	22,40	6,00	30,00	4,60	-	15,00	-	20,00	0	2,00
C-5	19,60	16,69	27,35	4,18	-	-	-	20,26	9,09	2,82
C-6	23,00	12,00	30,00	4,60	-	-	8,4	20,00	0	2,00
C-7	19,42	5,82	35,92	8,74	-	-	5,82	19,42	2,91	1,94
C-8	14,15	5,66	37,73	4,34	-	-	11,70	18,87	5,66	1,89
C-9	20,39	3,88	29,13	12,62	-	-	9,71	21,36	2,91	0

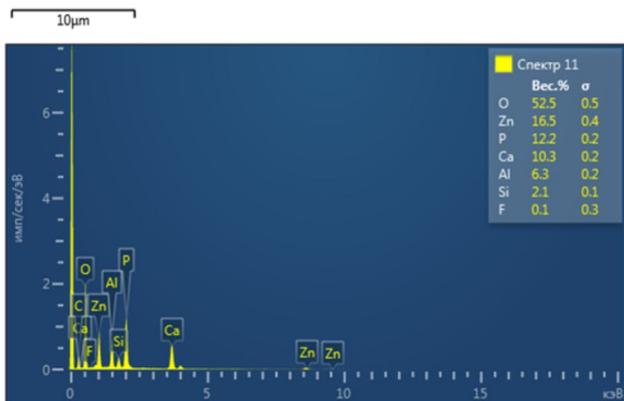
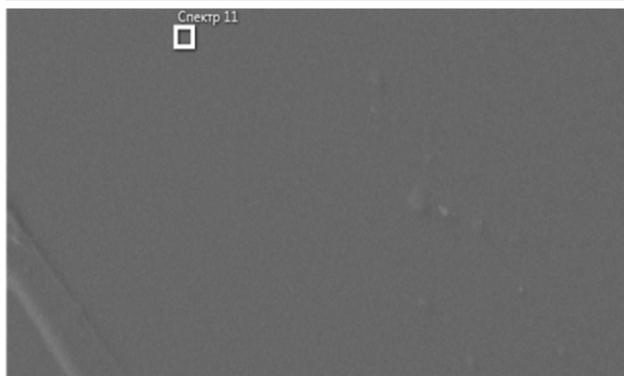


Рис. 2. Электронно-микроскопический снимок и микроанализ стекла состава С-1.

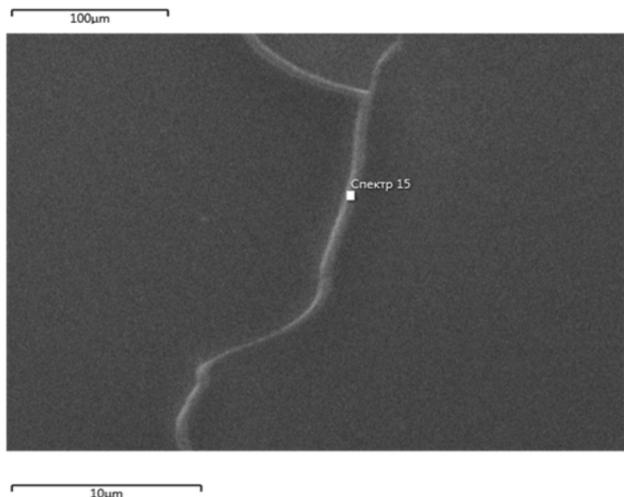
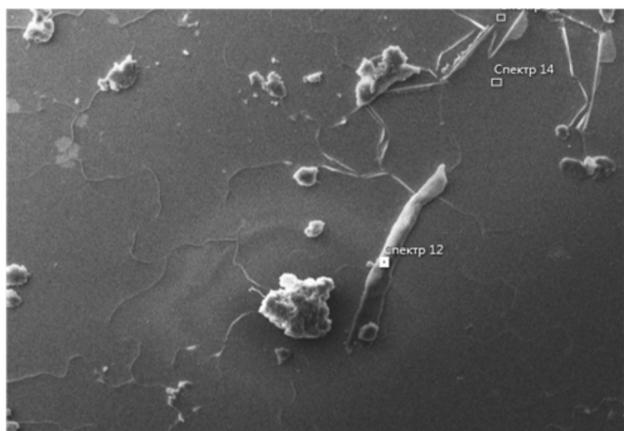


Рис. 3. Электронно-микроскопический снимок стекла состава С-2.

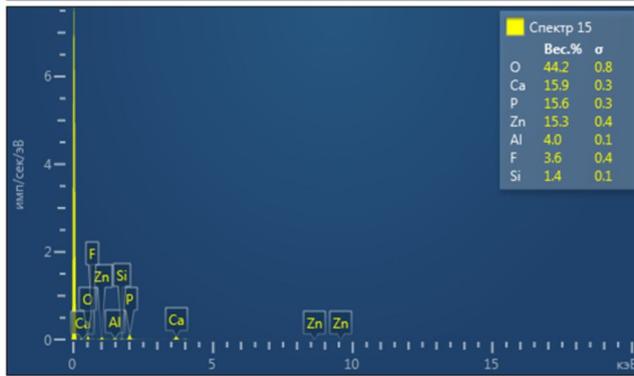
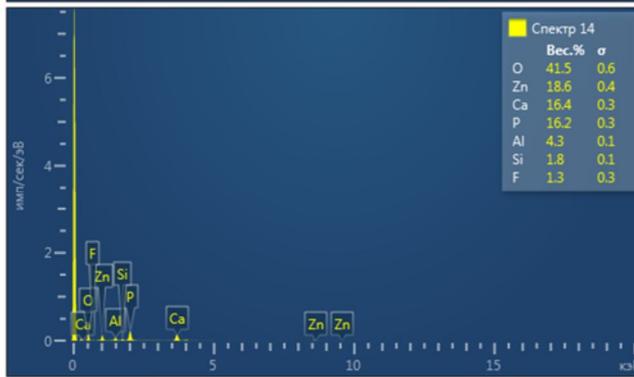
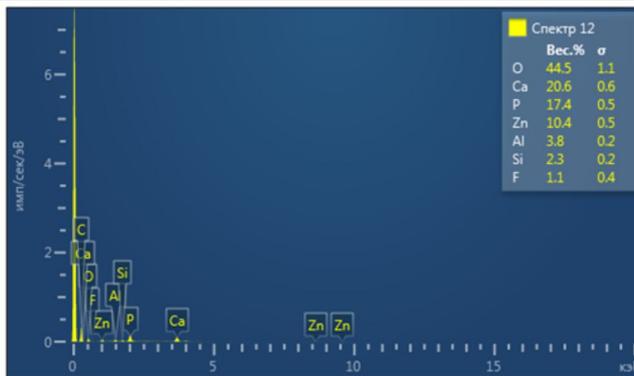


Рис. 4. Микроанализ стекла состава С-2.

**Результаты и обсуждение**

На рис. 1 представлен график изменения соотношения компонентов в синтезированных стеклах.

Структура стекла С1 и элементный анализ представлены на рис. 2.

Анализируя полученные электронно-микроскопические снимки и результаты микроанализа (рис. 2) можно сделать вывод, что визуально прозрачное стекло С-1 фосфатное по составу имеет слабо выраженную неоднородную структуру. Это можно связать с наличием в составе 2-х несмешивающихся жидкостей кальций фосфатной и цинкфосфатной, обеспечивающих ликвацию.

Электронно-микроскопические снимки прозрачного стекла состава С-2, представлены на рисунке 3. На полученных снимках заметно наличие ликвационных процессов. Микроанализ (рис. 4) показал, что состав выделившегося образования (спектр12) кальцийфосфатное. В общей массе по данным микроанализа состав цинкфосфатный (спектр 14), а на границе ликвидировавшихся расплавов (спектр 15) – почти одинаковое содержание Ca, Zn и P.

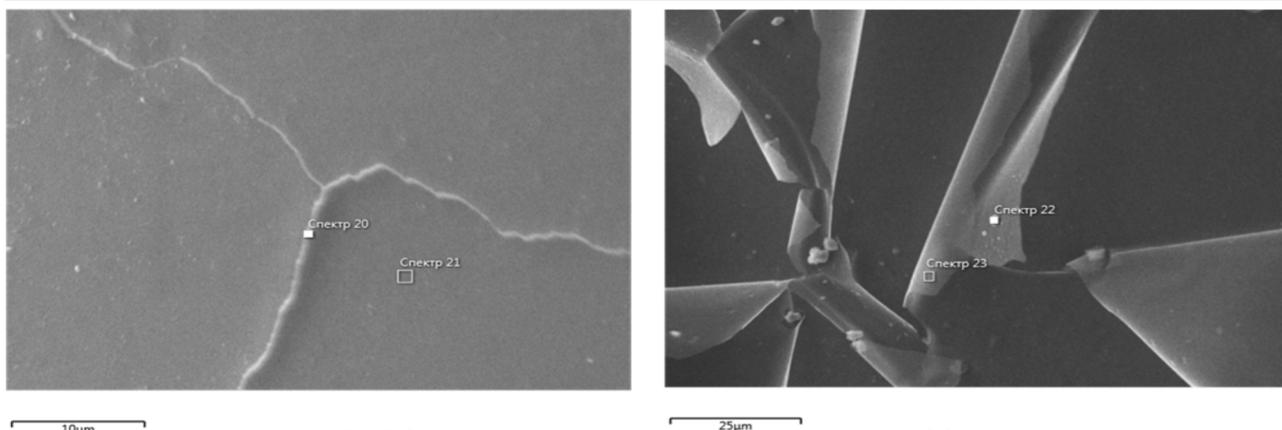


Рис. 5. Электронно-микроскопический снимок стекла состава С-3.

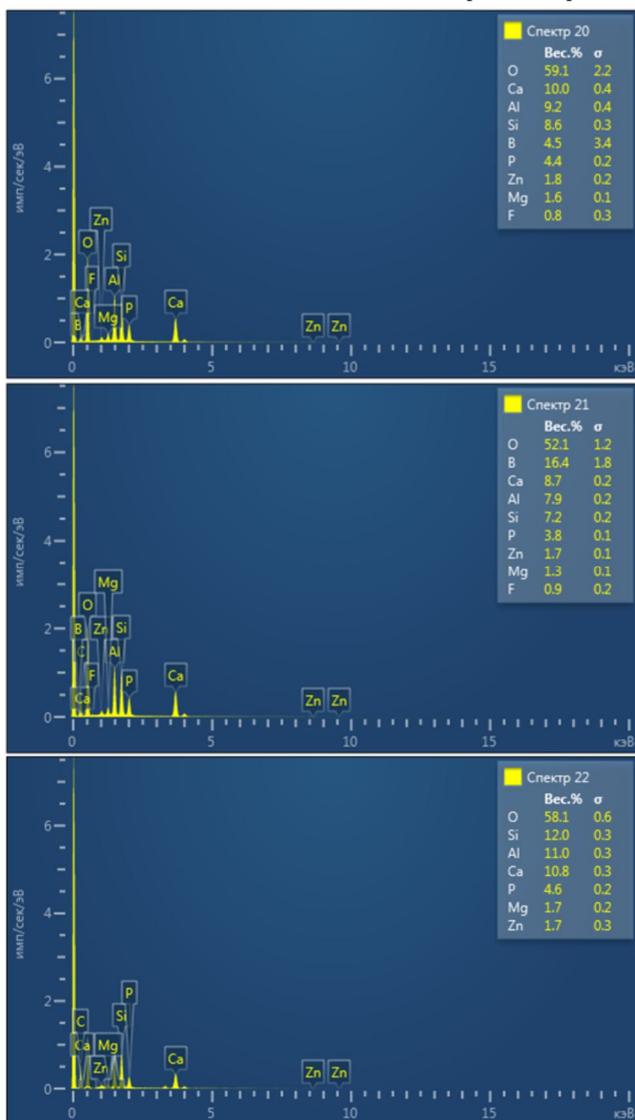


Рис. 6. Микроанализ стекла состава С-3.

Из полученных данных видно, что основная масса и выделяющаяся фаза обогащены фосфором. Основное различие в содержании фтора и цинка. Наименьшее содержание цинка в выделяющихся кристаллах и по возрастающей на разделяющих граничных участках. Количество фтора максимально в этих областях. Стекла С-4 визуально имеют вид опалесцирующих.

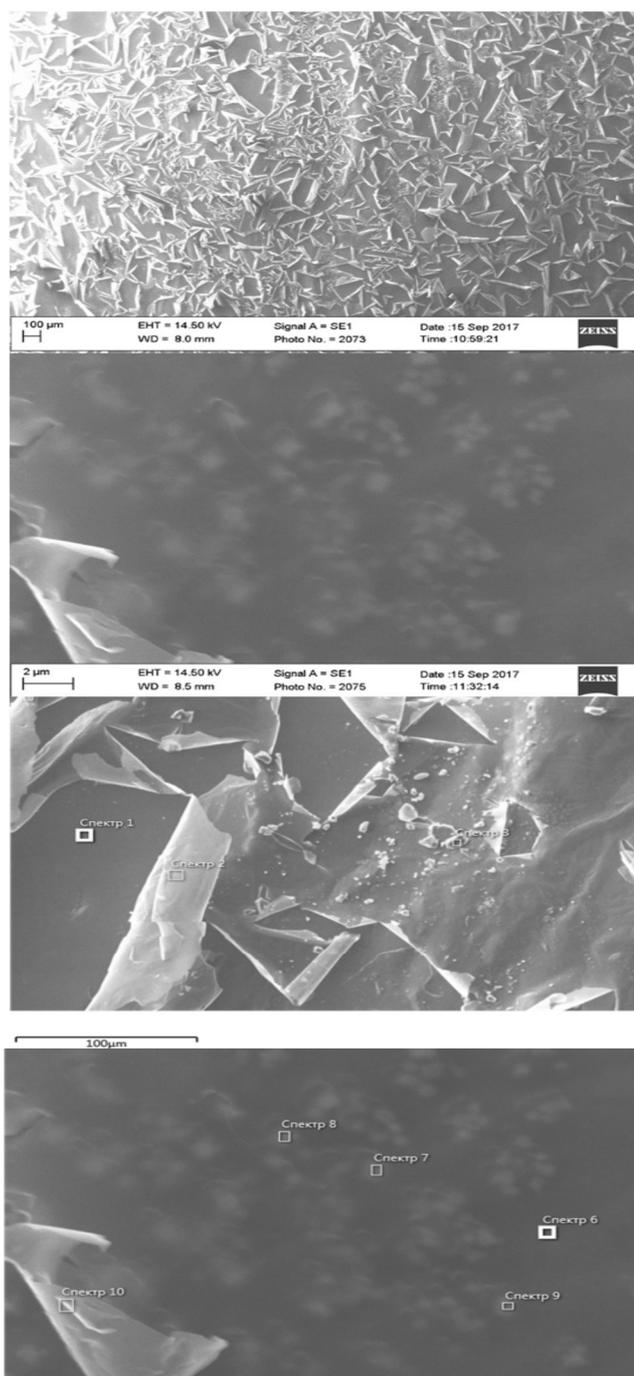


Рис. 7. Электронно-микроскопический снимок стекла состава С-4.

**MATERIAL SCIENCE AND ENGINEERING**  
**МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ**  
**MATERIALSHUNOSLIK VA TEXNOLOGIYA**

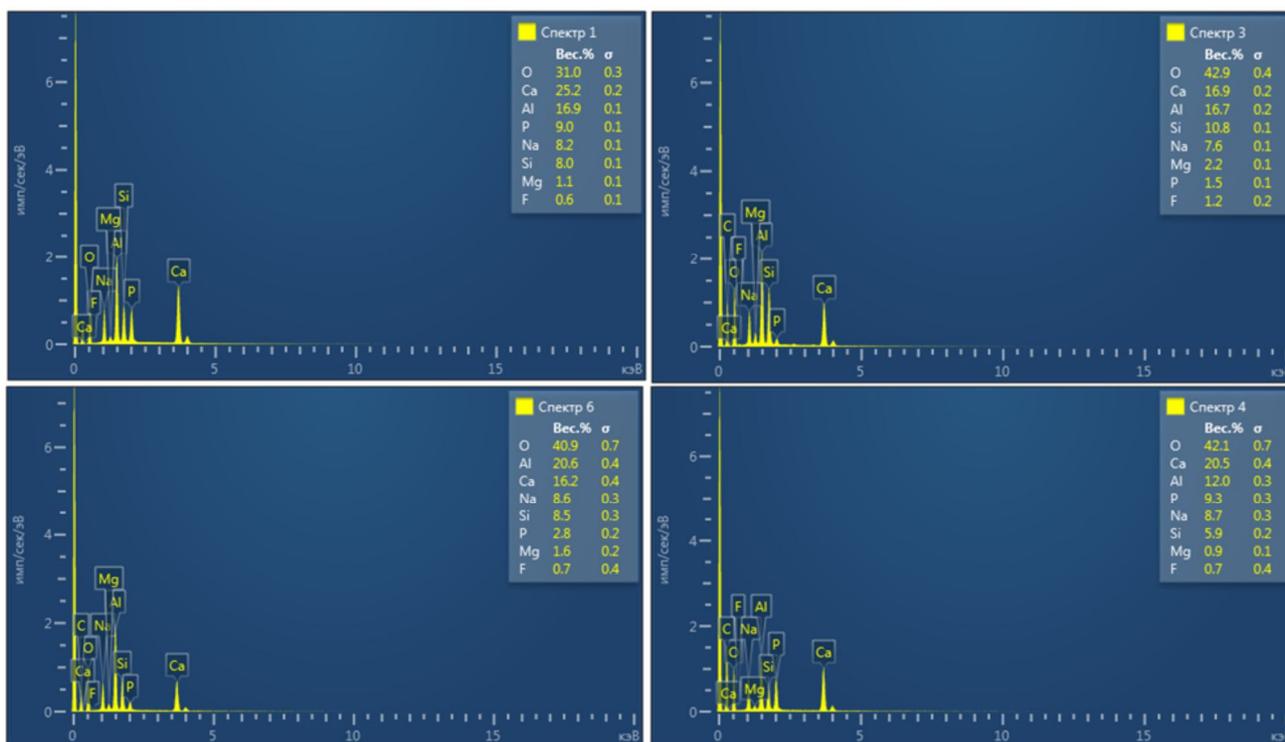


Рис. 8. Микроанализ стекла состава С-4.

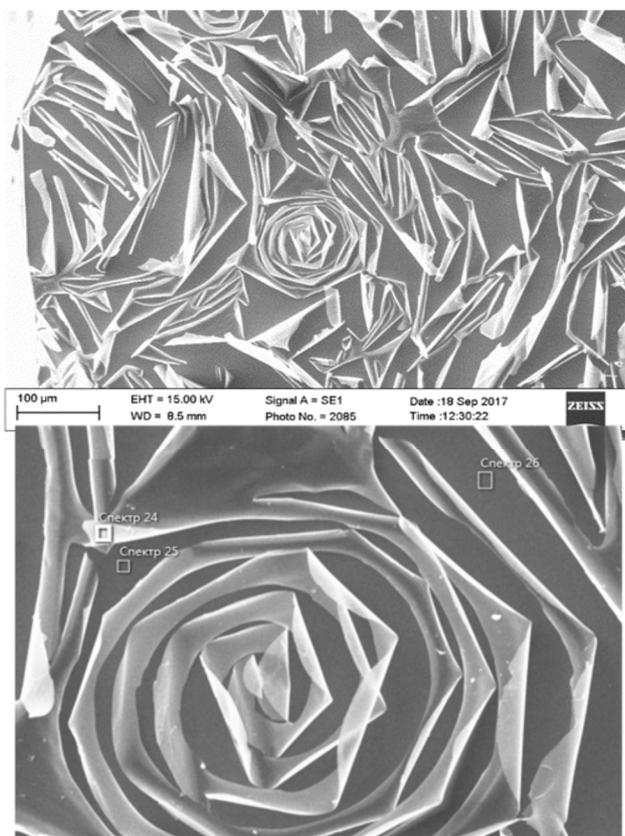


Рис. 9. Электронно-микроскопический снимок стекла состава С-5.

Электронно-микроскопические снимки и результаты микроанализа фиксируют разделение на две жидкости с преобладание фосфатной (спектр 1) и силикатной (спектр 3). Выделившиеся новообразования по составу близки к анортитовой фазе. Об этом свидетельствует и внеш-

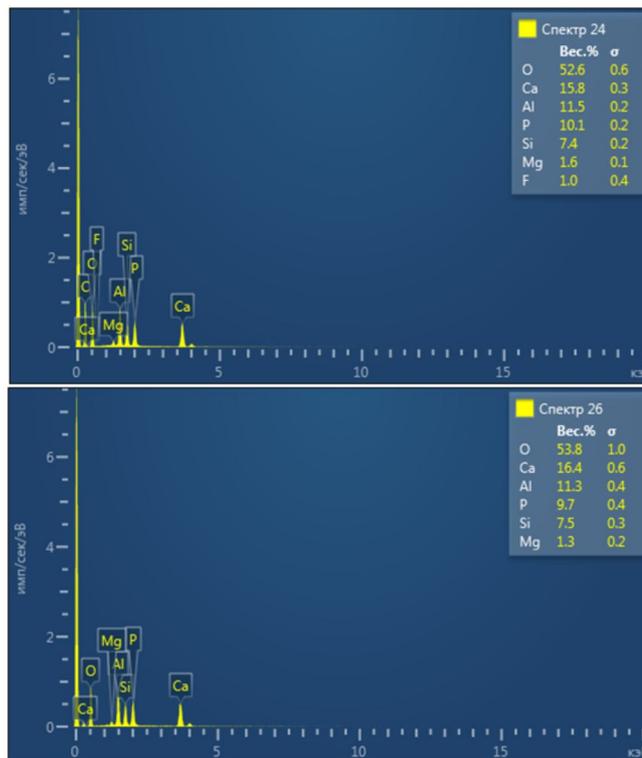


Рис. 10. Микроанализ стекла состава С-5.

ний призматический вид выделившихся кристаллических образований.

Стекло состава С-5 также является опалесцирующим. По результатам микроанализа (спектр 26) стекло является силикофосфатным, что соответствует запланированному составу. Выделившееся новообразование предположительно относится к фторапатиту. Подтверждением этого предположения является гексагональная форма образовавшихся кристаллов

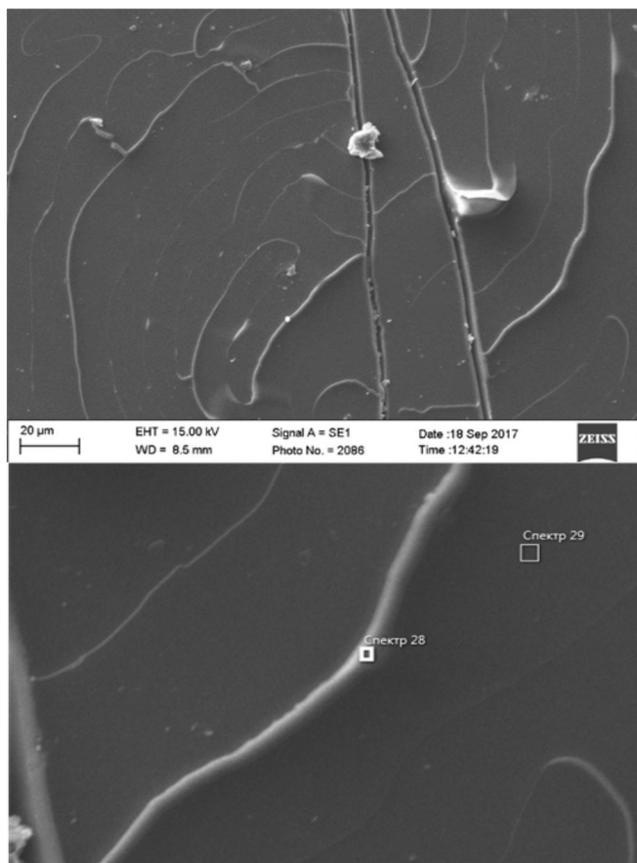


Рис. 11. Электронно-микроскопический снимок стекла состава С-6.

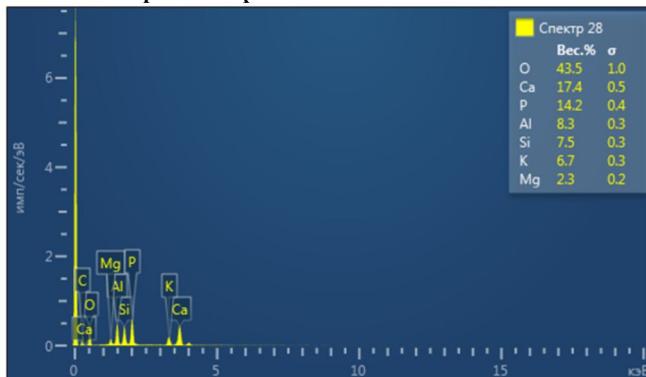


Рис. 12. Микроанализ стекла состава С-6.

Опалесцирующее стекло состава С-6 (рис. 11 и 12) по структуре близко к стеклу состава С-2 (рис. 3). На электронно-микроскопических снимках заметны границы расслоившихся расплавов, что свидетельствует о ликвационных процессах в стекле.

Стекло состава С-7 (рисунок 5.2.13) визуально является опалесцирующим. Электронно-микроскопические снимки свидетельствуют о наличии ликвации капельного вида в этом стекле. Размер ликвационных образований менее 400 нм.

Стекло состава С-8 (рис. 14) визуально опалесцирующее. Электронно-микроскопические снимки свидетельствуют о наличии ликвации каркасно-го вида в этом стекле. Размер ликвационных образований в этом стекле менее 100 нм.

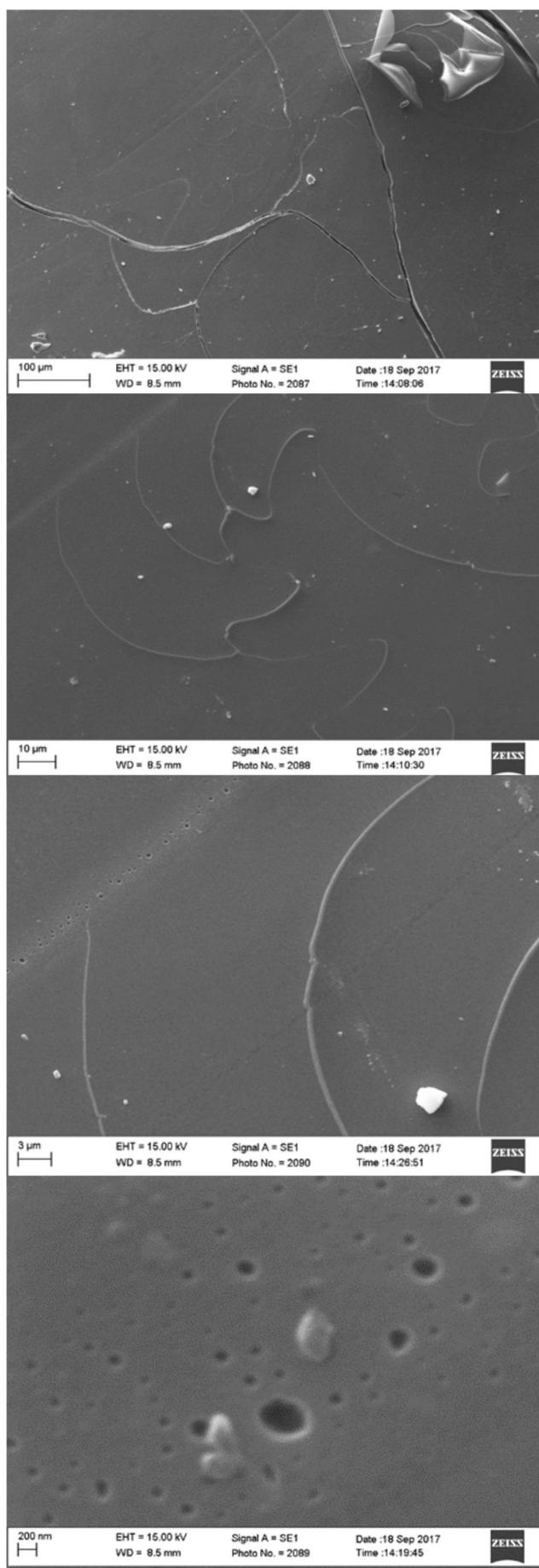


Рис. 13. Электронно-микроскопический снимок стекла состава С-7.

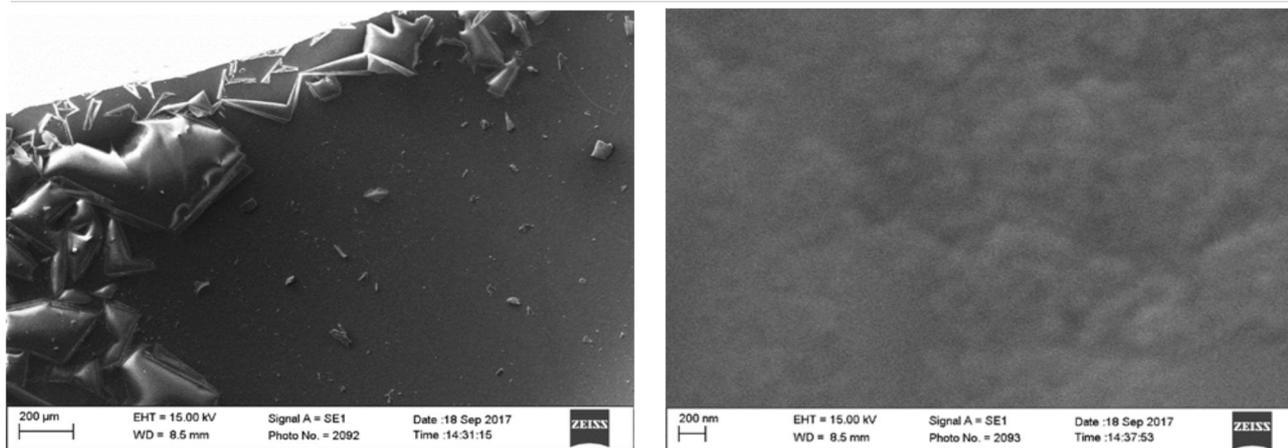


Рис. 14. Электронно-микроскопический снимок стекла состава С-8.

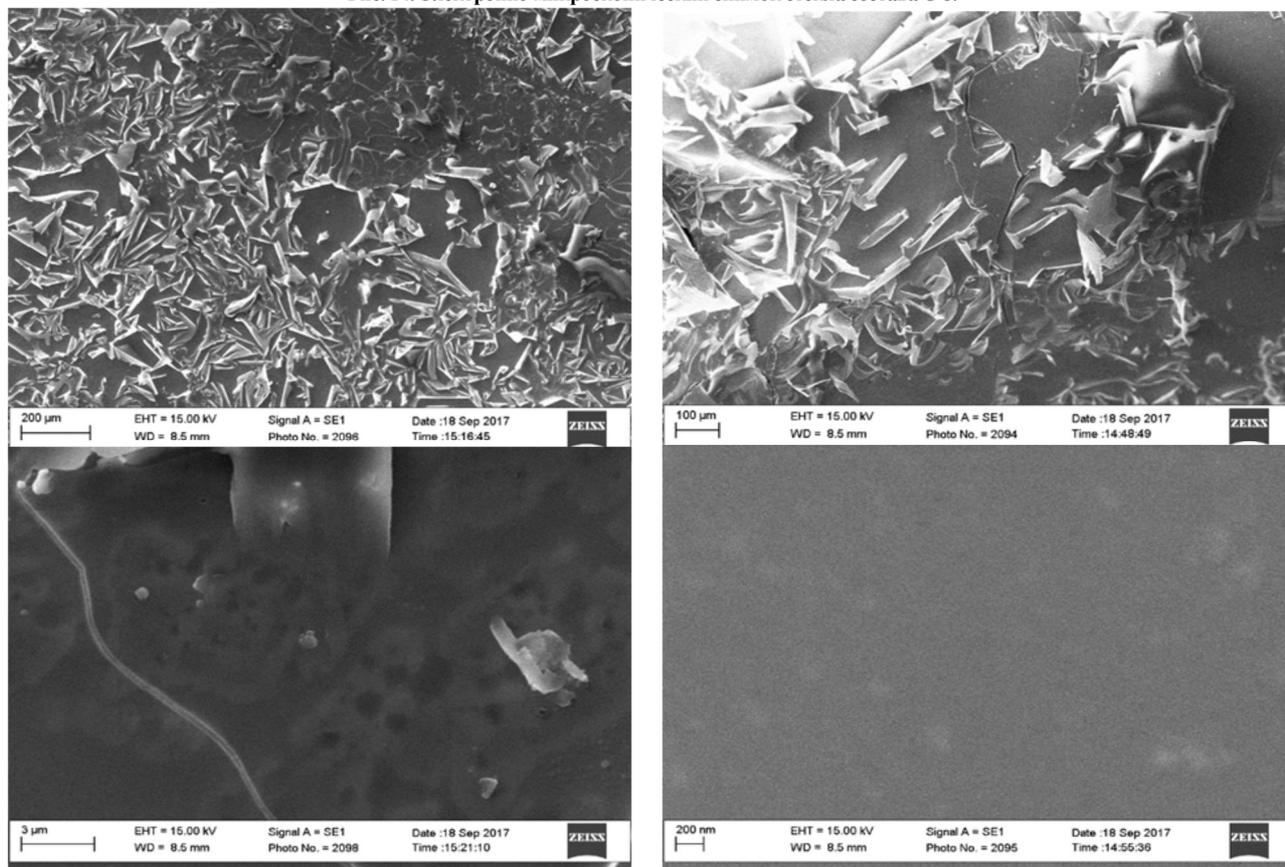


Рис. 15. Электронно-микроскопический снимок стекла состава С-9.

Стекло состава С-9 визуально глушенное. Электронно-микроскопические снимки свидетельствуют о наличии ликвации капельного типа в этом стекле. Размер ликвационных образований в этом стекле менее 100 нм. Глушение обусловлено наличием выделившихся кристаллов апатитовой фазы.

### Заключение

Исследования синтезированных стекол методом растровой микроскопии показали, что стекла обладают сложным неоднородным строе-

нием, связанным с образованием зародышевых либо сформировавшихся кристаллических фаз, а также микрогетерогенного расслоения стекла. Установлено наличие наноразмерных неоднородностей в стеклах.

Визуальная прозрачность стекол составов С-1, С-2, С-3 обусловлена наноразмерной неоднородностью. Опалесценция стекол составов С-4, С-5, С-6, С-7, С-8 обусловлена зарождением кристаллических новообразований микронных размеров. Большой размер образовавшихся кристаллов обусловил глушение стекла состава С-9.

### REFERENCES

1. Hench L.L. The story of Bioglass. *J. Mater. Sci. Mater. Med.*, 2011, vol. 17, no. 11, pp. 967-978.
2. Hench L.L. Chronology of Bioactive Glass Development and Clinical Applications. *New Journal of Glass and Ceramics*, 2013, no. 3, pp. 67-73.