

7. Krot A. N., Amelin Y., Cassen P., Meibom A. Young chondrules in CB chondrites from a giant impact in the early Solar System // *Nature*. 2005. V. 436. N 7053. P. 989–992.

8. Rappengl Ück M. A. et al. Meteorite impact on micrometer scale: iron silicide, carbide and CAI minerals from the Chiemgau impact event (Germany) // *Проблемы и перспективы совр. минералогии (Юшкинские чтения-2014): Мат-лы мин. семинара с межд. участием. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН. 2014. С. 106–107.*

9. Sano Y. et al. Ion microprobe Pb-Pb dating of carbonado, polycrystalline diamond // *Precambrian Research*. 2002. V. 113. No. 1–2. P. 155–168.

10. Мальков Б. А. Бразильские карбонадо – самые барофильные и тугоплавкие горные породы на Земле // *Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН. 2005. № 4. С. 5–6.*

11. Сухарев А. Е., Петровский В. А. Минералогия карбонадо и экспериментальные модели их образования. Екатеринбург: УрО РАН, 2007. 194 с.

12. Trierloff M., Deutch A., Jessberger E. K. The age of the Kara impact structure, Russia // *Meteoritics & Planetary Science*. 1998. V. 33. P. 361–372.

13. Byerly G.R., Lowe D.R. Seven giant impact fallout layers in the 3.5 to 3.2 Ga Barberton Greenstone Belt: Evidence and Implications // *Goldschmidt Conf. Abstracts 2010. P. A134.*

14. Glikson A. et al. A new ~3.46 Ga asteroid impact ejecta unit at Marble Bart, Pillbara Craton, Western Australia: A petrological, microprobe and laser ablation ICPMS study // *Precambrian Research*. 2016. V. 279. P. 103–122.

15. Ireland T. R., Kirby H., Bukovanska M. and Wlowska F. Hf-W systematics of meteoritic zircon, revisited. *Lunar and Planetary Science Conference XXXI. 2000. 1540.pdf.*

16. Connelly I. N., Bizzarro M., Krot A. N., et al. The absolute chronology and thermal processing of Solids in the Solar Protoplanetary Disk // *Science*. 2012. V. 338. P. 651–655.

## Экспериментальное моделирование импактных стекол

Е. С. Сергиенко<sup>1</sup>, С. Ю. Янсон<sup>1</sup>, В. В. Карпинский<sup>1,2</sup>, И. А. Левицкий<sup>3</sup>, Л. Ф. Папко<sup>3</sup>, П. В. Харитонский<sup>4</sup>

<sup>1</sup>СПбГУ, Санкт-Петербург, Россия; *e.sergienko@spbu.ru*

<sup>2</sup>Геофизическая служба РАН, Обнинск, Россия; *karp@geo.phys.spbu.ru*

<sup>3</sup>Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь; *papko@belstu.by*

<sup>4</sup>Санкт-Петербургский электротехнический университет «ЛЭТИ», Санкт-Петербург, Россия; *peterkh@yandex.ru*

Экспериментальное моделирование импактных стекол было реализовано с использованием метода высокотемпературной плавки. Эксперименты проводились на кафедре технологии стекла и керамики Белорусского государственного технологического университета. Образцы пород мишени астроблемы измельчались на лабораторной щековой дробилке ВВ 50 (Retsch, Германия) и помещались в корундовые тигли емкостью 200 см<sup>3</sup>. Плавление проб проводилось в газовой пламенной печи с турбулентным движением пламени и принудительной подачей воздуха на горение. Длительность выдержки образцов в печи (нагрев от комнатной температуры до максимальной) составляла 7–8 часов. Подъем температуры в печи проводился со скоростью 250 °С/ч. Газовая среда окислительная при коэффициенте избытка воздуха 1.08–1.13. Температура контролировалась термомпарой, установленной на верхнем уровне тиглей. Максимальная температура составляла 1515 ± 5 °С с выдержкой при ней 0.5 ч для стабилизации режима плавления. Регулирование температурного и газового режима проводилось автоматически. Однородность расплава оценивалась по нити, вытянутой из расплава (проба на нить).

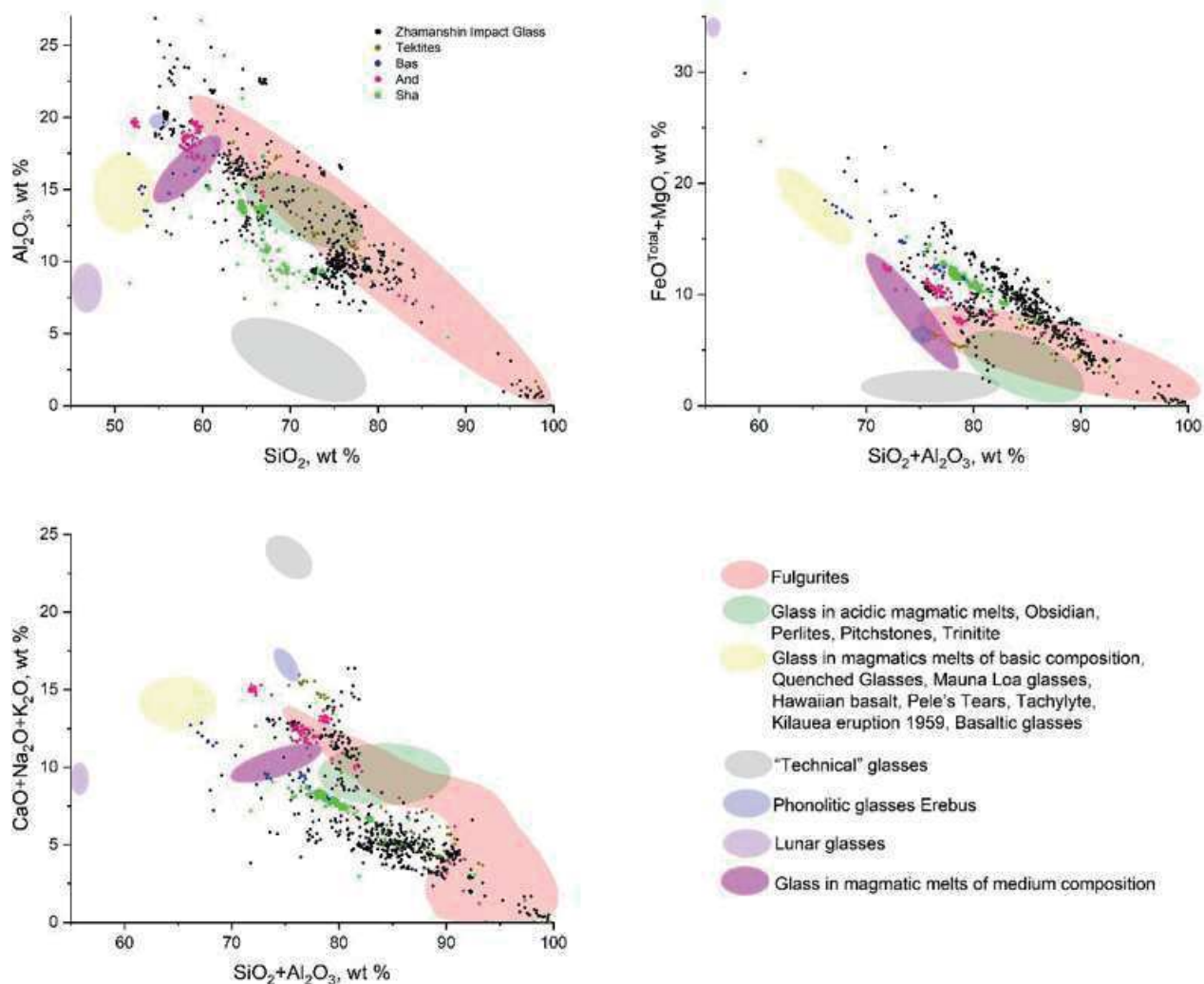
Для анализа химического и структурно-фазового состава образцов использовалось оборудование Научного парка СПбГУ: энергодисперсионный рентгенофлуоресцентный спектрометр

EDX-800P (Shimadzu, Japan), настольный порошковый дифрактометр Bruker «D2 Phaser» (Bruker, Germany), стереомикроскоп Leica205 M (Leica, Germany), система со сфокусированными электронным и ионным зондами QUANTA 200 3D (FEI, Netherlands) с аналитическим комплексом Pegasus 4000 (EDAX, USA) и настольный растровый электронный микроскоп-микроанализатор ТМ 3000 (HITACHI, Japan).

Далее проводилось сравнение этих данных с составами стекол различного генезиса: «технические стекла» [1], природные стекла неимпактного происхождения [2–5], тектиты [6, 7].

Диаграммы соотношений оксидов основных химических элементов показаны на рисунке. Анализ диаграмм показывает, что химический состав полученных искусственных стекол находится в хорошем соответствии с составом импактных расплавов астроблемы Жаманшин и близок к средним составам тектитов. Природные стекла неимпактного генезиса и «технические» значительно отличаются по составу от наших искусственных образцов. Этот факт доказывает правомерность примененной методики создания аналогов импактитов.

Исследования проведены с использованием оборудования ресурсных центров Научного парка СПбГУ «Методы анализа состава вещества», «Ресурсный центр микроскопии и микроанализа».



### Литература

1. Машиностроение. Энциклопедия. Ред. совет: К. В. Фролов. М.: Машиностроение, 2003. 592 с.
2. Cicconi M. R. and Neuville D. R. Natural glasses. In Springer Handbook of Glass (eds. Musgraves J. D., Hu, J., Calvez, L.). Springer, Cham., 2019, pp. 771-812.
3. Рябов В. В. Ликвация в природных стеклах на примере траппов. Новосибирск: Наука, 1989. 224 с.
4. Lampropoulou P., Laskaris N., Petrounias P., Giannakopoulou P. P., Rogkala A., Kalampounias A. G., Iliopoulos I. Petrogeochemical approaches to the characterization of obsidian derived from Nychia area (Milos Island, Greece) using combined methods // *Microchem. J.* 2020. № 156. P. 104843
5. Popov V. K., Grebennikov A. V., Kuzmin Y. V., Glascock, M. D. Nozdrachev, E. A. Budnitsky, S. Y., Vorobey, I. E. Geochemistry of obsidian from Krasnoe Lake on the Chukchi Peninsula (Northeastern Siberia) // *Dokl. Earth. Sci.* 2017. № 1. С. 1099–1104.
6. Glass B. P. Glass: the geologic connection // *Int. J. App. Glass Sci.* 2016. № 4. P. 435–445.
7. Rai A. K., Pati J. K., Kumar R. Spectro-chemical study of moldavites from Ries impact structure (Germany) using LIBS // *Opt. Laser Technol.* 2019. № 114. P. 146–157.