

Лаборатория возникла в марте 2014 г. благодаря сотрудничеству между учеными Балтийского федерального университета им. И. Канта (г. Калининград, Россия) и ESRF - Европейского центра синхротронного излучения (г. Гренобль, Франция) для реализации комплексного проекта «Разработка принципиально новой технологии управления параметрами рентгеновского излучения с наноразмерным разрешением с использованием наноструктурированных материалов элементов II периода» (Договор №14.Y26.31.0002 от «19» марта 2014 г.) в рамках реализации постановления Правительства РФ №220 от 9 апреля 2010 года «О мерах государственной поддержки развития кооперации российских высших учебных заведений и организаций, реализующих комплексные проекты по созданию высокотехнологического производства». Размер гранта - 77,8 миллиона рублей на 3 года (2014-2016 гг.)

В настоящий момент в состав коллектива лаборатории входит 11 человек, а также 10 человек по договору подряда, из которых большая часть является внутренними совместителями, сотрудниками БФУ им. И. Канта. Из 21 человека коллектива 1 доктор наук, 6 кандидатов наук (в том числе 1 молодой кандидат), 4 аспиранта и 3 студента. Все аспиранты обучаются в аспирантуре БФУ им. И. Канта, студенты – являются студентами БФУ им. И. Канта. Сотрудники проводят эксперименты и проходят научные стажировки в ведущих исследовательских центрах и университетах Франции, Германии, Польши. Молодые исследователи в возрасте до 35 лет составляют 76% коллектива лаборатории. Среди участников коллектива есть выпускники МИСИС, МИФИ, МФТИ в г. Москве, НГУ в г. Новосибирске. В настоящее время лаборатория продолжает сотрудничество с учеными из России, Франции, Германии, США и опирается помимо своего оборудования на инфраструктуру ведущих мировых пользовательских центров (ESRF, DESY, APS и прочие центры класса Mega - science).

Лаборатория рентгеновской оптики за счет сотрудничества с НОЦ «Функциональные наноматериалы»: «Лабораторией по созданию тонкопленочных материалов», «Лабораторией исследований микро – и наноструктур», а также «Лабораторией фундаментального и прикладного материаловедения» и Инжинирингового центра БФУ им. И. Канта в перечень оборудования, которых включено, в том числе закупленное в рамках выполнения работ по Мегагранту оборудование, оснащена полным набором оборудования для реализации задач технологического цикла: комплексами и установками по созданию новых уникальных материалов и наноструктур, аналитическими комплексами по исследованию различных свойств материалов и структур, методами и установками прототипирования, а также технологическими возможностями приборостроения и необходимыми станками для изготовления экспериментально-технологической оснастки устройств рентгеновской оптики.

Сотрудники лаборатории самостоятельно создали уникальную научную установку «Научно-образовательный многофункциональный комплекс подготовки и проведения синхротронных исследований» (англ. «SynchrotronLIKE») с рекордными характеристиками яркости рентгеновского излучения  $\sim 10^{11}$  фотонов/(с\*мрад<sup>2</sup>\*мм<sup>2</sup>\*ширину линии галлия K<sub>α1</sub>). Указанная яркость превосходит традиционные источники на два-три порядка. Достижение такой характеристики обусловлено применением уникальной на сегодняшний день технологии жидкого анода из галлий-индиевого сплава.

В рамках лабораторных демонстраций на II Балтийской школе по физике твёрдого тела: "Методы и инструменты рентгеновских исследований" впервые были

продемонстрированы возможности по получению муарового контраста на паре зонных френелевских пластинок.

Также, была впервые проведена фокусировка рентгеновского излучения с помощью составных преломляющих линз в фокальное пятно размером ~10 мкм в лабораторных условиях.

Кроме того, за счет средств гранта наряду с рядовым оборудованием (подвижки, перемещали, точные позиционеры, прочие механические и оптические элементы и т.д.) был приобретен, установлен и успешно запущен в эксплуатацию набор оборудования высокого исследовательского класса, в том числе бесконтактный 3D профилометр NV-1800 Surface Profiling System, стереомикроскоп ZEISS SteREO Discovery.V20, оптический микроскоп нового поколения ZEISS AXIO IMAGER A2M, система рентгеновского контроля с функцией томографии Y. SHEETAN, фирмы YXLON.

Сформированный **«Научно-образовательный многофункциональный комплекс подготовки и проведения синхротронных исследований»** (УНУ) используется для комплексного инструментального обеспечения уникального набора образовательных программ, научно-исследовательских опытно-конструкторских и технологических работ, а также метрологического обеспечения широкой номенклатуры измерений методами неразрушающего контроля. (<http://xoptics.ru/research/unikalnoe-oborudovanie/>)

#### **Международные публикации за 2013 год:**

1. Ershov, S. Kuznetsov, I. Snigireva, V. Yunkin, A. Goikhman, A. Snigirev «Fourier crystal diffractometry based on refractive optics» («X-ray refractive optics as a Fourier transformer for high resolution diffraction»), Journal of Applied Crystallography ISSN 0021-8898, 46, 1475-1480, 2013. DOI: 10.1107/S0021889813021468

2. P. Ershov, S. Kuznetsov, I. Snigireva, V. Yunkin, A. Goikhman, A. Snigirev, «X-ray refractive optics as a Fourier transformer for high resolution diffraction», Proceedings of SPIE, 8777, 877716, 2013 doi:10.1117/12.2021476.

#### **Российские и международные публикации за 2014 год:**

3. Грунин А. И., Лятун И. И., Ершов П. А., Родионова В. В., Гойхман А. Ю., «Оптимизация технологий формирования тонких пленок сплава Гейслера Ni-Mn-In методом импульсного лазерного осаждения» Вестник БФУ, 04 (2014), 18-23.

4. Медведева С. С., Коива Д. А., Шемухин А. А., Черных П. Н., «Исследование изменения параметров тонкопленочных структур в процессе ионной имплантации» Вестник БФУ, 04 (2014), 7-13.

5. Лятун И. И., Ершов П. А., Азарова В. В., «Исследование зависимости температурного коэффициента линейного расширения от интегральной интенсивности основного пика ситалловой подложки» Вестник БФУ, 04 (2014), 13-17.

6. Polikarpov, M., Snigireva, I. & Snigirev, A., «X-ray harmonics rejection on third-generation synchrotron sources using compound refractive lenses» Journal of Synchrotron Radiation 05/2014; 21(Pt 3):484-7., DOI:10.1107/S1600577514001003 (2014).

7. Snigirev, I. Snigireva, M. Lyubomirskiy, V. Kohn, V. Yunkin, and S. Kuznetsov «X-ray multilens interferometer based on Si refractive lenses» Optics express 25852 - The international online journal of optics, Vol. 22, Iss. 21 — Oct. 20, 2014 pp: 25842–25852, DOI:10.1364/OE.22.025842.

8. M. Polikarpov, I. Snigireva, A. Snigirev, «X-ray harmonic suppression by compound refractive lenses», Proceedings of SPIE, 9207, 920711, 2014.

9. V. G. Kohn, I. Snigireva, A. Snigirev, «Propagation of an X-ray beam modified by a photonic crystal», Journal of Synchrotron Rad., 21, 729-735, 2014. DOI:10.1107/S160057751401056X.

10. W.U. Mirihanage, K.V. Falch, I. Snigireva, A. Snigirev, Y.J. Li, L. Arnberg, R.H. Mathiesen, «Retrieval of three-dimensional spatial information from fast in situ two-dimensional synchrotron radiography of solidification microstructure evolution», *Acta Materialia*, 81, 241-247, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.actamat.2014.08.016>
11. A. Snigirev, I. Snigireva, M. Lyubomirskiy, V. Kohn, V. Yunkin, S. Kuznetsov, «X-ray multilens interferometer based on Si refractive lenses», *Proceedings of SPIE*, 9207, 920703, 2014. doi:10.1117/12.2061616

**Российские и международные публикации за 2015 год:**

12. Savin V.V., Semina V.K., Semin V.A. «Formation and Stability of E93 Type Phases in the Ni–Nb Alloy System Studied by X-Ray and Neutron Diffraction». *Journal of Surface Investigation. X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques*, 2015, Vol. 9, No. 1, pp. 121–133 DOI: 10.1134/S1027451015010358
13. H. Simons, A. King, W. Ludwig, C. Detlefs, W. Pantleon, S. Schmidt, I. Snigireva, A. Snigirev & H.F. Poulsen «Dark-field X-ray microscopy for multiscale structural characterization» *Nature Communications*, 2015 6, 6098, doi: 10.1038/ncomms 7098.
14. С. Медведева, И. Лятун, П. Ершов, А. Гойхман, И. Снигирева, А. Снигирев «Многослойная структура типа ZrOx/SiO2 как тестовый объект для высокоразрешающей рентгеновской микроскопии», *Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования*, 2015, №.4, с 29–33. DOI: 10.7868/S0207352815040150 (Eng. ed.: S. S. Medvedeva, I. I. Lyatun, P. A. Ershov, A. Yu. Goikhman, I. I. Snigireva, A. A. Snigirev «On the Use of a ZrOx–SiO2 Multilayer Structure as a Test Sample for High-Resolution X-ray Microscopy» ISSN 1027-4510, *Journal of Surface Investigation. X ray, Synchrotron and Neutron Techniques*, 2015, Vol. 9, №. 2, pp. 341–345. DOI: 10.1134/S1027451015020354).
15. О. В. Юркевич, К. Ю. Максимова, А. Ю. Гойхман, А. Снигирев, И. Снигирева, «Тонкопленочные защитные покрытия бериллиевых окон и линз для мощных источников рентгеновского излучения», *Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования*, 2015, №.3, с. 34–39. (Eng. ed.: O. V. Yurkevich, K. Yu. Maksimova, A. Yu. Goikhman, A. A. Snigirev, I. I. Snigireva «Thin-Film Protective Coatings of Beryllium Windows and Lenses for Intense X-ray Radiation Sources» ISSN 10270-4510, *Journal of Surface Investigation. X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques*, 2015, Vol. 9, №. 2, pp. 243–247. DOI: 10.1134/S1027451015020202).
16. A. Goikhman, I. Lyatun, P. Ershov, I. Snigireva, P. Wojda, V. Gorlevsky, A. Semenov, M. Sheverdyayev, V. Koletskiy and A. Snigirev «Highly porous nanoberyllium for X-ray beam speckle suppressing», *Journal of Synchrotron Radiation*, 2015, Volume 22, Part 3 ISSN 1600-5775 Received <http://dx.doi.org/10.1107/S1600577515003628>.
17. M. Polikarpov, I. Snigireva, John Morse, V Yunkin, Sergey Kuznetsov and A. Snigirev, «Large-acceptance diamond planar refractive lenses manufactured by laser cutting» *Journal of Synchrotron Radiation* 22, pp. 23-28, doi:10.1107/s1600577514021742 (2015). ISSN 1600-5775.
18. И.И. Лятун, А.Ю. Гойхман, П.А. Ершов, И.И. Снигирева, А.А. Снигирев «К вопросу о метрологии преломляющей рентгеновской оптики», *Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования*, 2015, №.5, с. 26–30, DOI: 10.7868/S0207352815050078 (Eng. ed.: Lyatun, A. Yu. Goikhman, P. A. Ershov, I. I. Snigireva, A. A. Snigirev «On the Question of Metrology of Refractive X-Ray Optics» ISSN 1027-4510, *Journal of Surface Investigation. X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques*, 2015, Vol. 9, No. 3, pp. 446–450., DOI: 10.1134/S1027451015030076).
19. П.А. Ершов, С. М. Кузнецов, И.И. Снигирева, В.А. Юнкин, А.Ю. Гойхман, А.А. Снигирев «Высокоразрешающая рентгеновская дифрактометрия с применением одномерных и двумерных преломляющих линз», *Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования*, 2015, №.6, с. 55–59, DOI:

10.7868/S0207352815060098 (Eng. ed.: P. A. Ershov, S. M. Kuznetsov, I. I. Snigireva, V. A. Yunkin, A. Yu. Goikhman, A. A. Snigirev «High Resolution X-Ray Diffractometry Based on 1D and 2D Compound Refractive Lenses» ISSN 1027-4510, Journal of Surface Investigation. X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques, 2015, Vol. 9, No. 3, pp. 576–580, DOI: 10.1134/S1027451015030234.); DOI: 10.1134/S1027451015030234.

20. M. Lyubomirskiy, I. Snigireva, S. Kuznetsov, V. Yunkin, and A. Snigirev, «Hard x-ray single crystal bi-mirror» Optical Society of America, Optics Letters, 2015, Vol. 40, No. 10. pp. 2205-2208, doi: 10.1364/OL.40.002205 Impact factor = 3.292 OCIS codes: (030.0030) Coherence and statistical optics; (230.0230) Optical devices; (340.0340) X-ray optics. <http://dx.doi.org/10.1364/OL.40.002205>.

21. S. Terentyev, V. Blank, S. Polyakov, S. Zholudev, A. Snigirev, M. Polikarpov, T. Kolodziej, J. Qian, H. Zhou and Y. Shvyd'ko, «Parabolic single-crystal diamond lenses for coherent x-ray imaging» Applied Physics Letters 107(11), 111108 (2015); doi: 10.1063/1.4931357, <http://dx.doi.org/10.1063/1.4931357>.

22. С. К. Савельев, А. В. Бахтияров, В. Г. Семенов, Н. Б. Климова «Виртуальный рентгенофлуоресцентный спектрометрический комплекс для обучения и исследований» Научное приборостроение, 2015, том 25, № 1, с. 76–82, ISSN 0868–5886.

23. G.D. Surgina, V.N. Nevolina, I.P. Sipaylo, P.E. Teterin, S.S. Medvedeva, Yu.Yu. Lebedinsky, A.V. Zenkevich, «Effect of annealing on structural and optical properties of Cu<sub>2</sub>ZnSnS<sub>4</sub> thin films grown by pulsed laser deposition» Thin Solid Films 594,74–79, 2015, Ref. No.: TSF-D-15-00247R1, <http://dx.doi.org/10.1016/j.tsf.2015.10.014>.

24. T. Roth, C. Detlefs, I. Snigireva, A. Snigirev, «X-ray diffraction microscopy based on refractive optics», Optics Communications, 340, 33-38, 2015. DOI:10.1016/j.optcom.2014.11.094

25. M. Lyubomirskiy, I. Snigireva, S. Kuznetsov, V. Yunkin, A. Snigirev, «Microinterferometer based on two parallel mirrors for hard X-ray radiation», Journal of Surface investigation. X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques, 9 (4), 745-748, 2015. DOI: 10.1134/S1027451015040126

26. M. W. Bowler, D. Nurizzo, R. Barrett et al, «MASSIF-1: a beamline dedicated to the fully automatic characterization and data collection from crystals of biological macromolecules», J. Synchrotron. Rad., 22, 1540-1547, 2015.

### **Российские и международные публикации за 2016 год:**

27. T. V. Kononenko, V. G. Ralchenko, E. E. Ashkinazi, M. Polikarpov, P. Ershov, S. Kuznetsov, V. Yunkin, I. Snigireva, V. I. Konov, «Fabrication of polycrystalline diamond refractive X-ray lens by femtosecond laser», Appl. Phys. A, 122, 152, 2016.

28. M. Lyubomirskiy, I. Snigireva, A. Snigirev, «Lens coupled tunable Young's double pinhole system for hard X-ray spatial coherence characterization», Optics Express 13679, 2016, Vol. 24, No. 12, pp. 13679-13686 DOI:10.1364/OE.24.013679, ISSN 1094-4087.

29. M. Lyubomirskiy, I. Snigireva, G. Vaughan, V. Kohn, S. Kuznetsov, V. Yunkin and A. Snigirev, «30-lens interferometer for high energy X-rays», AIP conference Proceedings, 1741, 040022, 2016. DOI: 10.1063/1.4952894.

30. M. Polikarpov, I. Snigireva, A. Snigirev, «Focusing of white synchrotron radiation using large-acceptance cylindrical refractive lenses made of single - crystal diamond», AIP conference Proceedings, 1741, 040024, 2016. DOI: 10.1063/1.4952896.

31. S. I. Zholudev, S. A. Terentiev, S.N. Polyakov, S. Yu. Martyushov, V. N. Denisov, N. V. Kornilov, M. V. Polikarpov, A. Snigirev, I. Snigireva and V. D. Blank, «Imaging by 2D Parabolic Diamond X-ray Compound Refractive Lens at the Laboratory Source», AIP conference proceedings, NY USA, 1764, 020006, 2016; DOI: 10.1063/1.4961134.

32. F. Wilhelm, G. Garbarino, J. Jacobs, H. Vitoux, R. Steinmann, F. Guillou, A. Snigirev, I. Snigireva, P. Voisin, D. Braithwaite, D. Aoki, J.-P. Brison, I. Kantor, I. Lyatun and

A. Rogalev, "High pressure XANES and XMCD in the tender X-ray energy range", High pressure research, An International Journal 2016, ISSN: 0895-7959 (Print) 36, 445-457, 2016, 1477-2299 (Online), DOI:10.1080/08957959.2016.1206092.

33. N. Dubrovinskaia, L. Dubrovinsky, N. A. Solopova, A. Abakumov, S. Turner, M. Hanfland, E. Bykova, M. Bykov, C. Prescher, V. B. Prakapenka, S. Petitgirard, I. Chuvashova, B. Gasharova, Yves-Laurent Mathis, P. Ershov, I. Snigireva, A. Snigirev, «Terapascal static pressure generation with ultrahigh yield strength nanodiamond», Science advances 2016; 2 : e1600341. DOI: 10.1126/sciadv.1600341 ISSN is 2375-2548.

34. K. V. Falch, C. Detlefs, M. Di Michiel, A. Snigirev, I. Snigireva, R. Mathiesen, «Correction lateral chromatic aberrations in X-ray compound refractive lens X-ray microscopy», Applied Physics Letters 109, 054103, 2016. DOI: 10.1063/1.4960193.

35. M. Lyubomirskiy, I. Snigireva, G. Vaughan, V. Kohn, S. Kuznetsov, V. Yunkin and A. Snigirev, «30-lens interferometer for high energy X-rays», Journal of Synchrotron Radiation, Vol. 23 pp. 1104-1109, 2016. DOI:10.1107/S160057751601153X, ISSN 1600-5775.

36. D. Serebrennikov, E. Clementyev, A. Semenov and A. Snigirev «Optical performance of materials for X-ray refractive optics in the energy range 8-100 keV», Journal of Synchrotron Radiation, 2016, Vol. 23, <https://doi.org/10.1107/S1600577516014508>

37. S. Kshevetskii, P. Wojdab and V. Maximov «A high-accuracy complex-phase method of simulating X-ray propagation through a multi-lens system», Journal of Synchrotron Radiation, (2016) Vol. 23, <http://dx.doi.org/10.1107/S1600577516013333> ISSN 1600-5775

38. M. Polikarpov, V. Polikarpov, I. Snigirev and A. Snigirev «Diamond X-ray refractive lenses with high acceptance» Physics Procedia 2016, Vol. 84 pp. 213 – 220, doi: 10.1016/j.phpro.2016.11.037

39. Ю. И. Дудчик, П. А. Ершов, М. В. Поликарпов, А. Ю. Гойхман, И. И. Снигирева, А. А. Снигирев «Формирование рентгеновских микропучков с использованием короткофокусной преломляющей рентгеновской линзы и лабораторного источника излучения» Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования, 2016, № 10, с. 1–6 DOI: 10.7868/S0207352816100061 (Eng. ed.: Y. I. Dudchik, P. Ershov, M. Polikarpov et al., "X-ray microbeam formation at the laboratory source using compound X-ray refractive lense with short focal length," Journal of Surface Investigation. X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques, vol. 10, pp. 1-6, 2016)

40. M. Polikarpov ; T. V. Kononenko ; V. G. Ralchenko ; E. E. Ashkinazi ; V. I. Konov ; P. Ershov ; S. Kuznetsov ; V. Yunkin ; I. Snigireva ; V. M. Polikarpov ; A. Snigirev «Diamond x-ray refractive lenses produced by femto-second laser ablation» , Proceedings of SPIE 9963, vol. 9963, pp. 99630Q-99630Q- 9, 2016. Advances in X-Ray/EUV Optics and Components XI, 99630Q (2016); doi:10.1117/12.2238029

41. M. Polikarpov; A. Barannikov; D. Zverev ; S. A. Terentiev ; S. N. Polyakov ; S. I. Zholudev ; S. Y. Martyushov ; V. N. Denisov ; N. V. Kornilov ; I. Snigireva ; V. D. Blank ; A. Snigirev «Laboratory and synchrotron tests of two-dimensional parabolic x-ray compound refractive lens made of single-crystal diamond», Proceedings of SPIE 9964, Advances in Laboratory-based X-Ray Sources, Optics, and Applications V, 99640J (September 16, 2016); Vol. 9964, 99640J doi:10.1117/12.2238798; <http://dx.doi.org/10.1117/12.2238798>

42. D. V. Schitz, V. O. Nekhoroshev, V. V. Savin. «Excilamp with a Coaxial Feedline», Technical Physics, 2016, Vol. 61, No. 2, pp. 175–179. DOI: 10.1134/S1063784216020225

#### **Российские и международные публикации за 2017 год:**

43. Osadchy, A.V., Obratsova, E.D., Savin, V.V., Svirko, Y.P. «Computer simulation of edge-terminated carbon nanoribbons», Bulletin of the Lebedev Physics Institute. 2017, Vol. 44, No. 5, pp. 151–153, DOI: 10.3103/S1068335617050074

44. А. С. Нарикович, П. А. Ершов, В. Н. Лейцин, В. В. Савин, А. А. Снигирев «Рентгеновская томография как метод диагностики рентгенооптических элементов», Приборы и техника эксперимента, 2017, № 3, с. 88–91(Eng. ed.: A. S. Narikovich, P. A. Ershov, V. N. Leitsin, V. V. Savin, and A. A. Snigirev, «X-Ray Tomography as a Diagnostic Method of X-Ray Refractive Optics», Instruments and Experimental Techniques, 2017, Vol. 60, No. 3, pp. 390–393. ISSN 0020-4412, © Pleiades Publishing, Ltd., 2017. DOI: 10.1134/S0020441217030125)
45. A. Petrov, V. Bessonov, K. Abrashitova, N. Kokareva, K. Safronov, A. Barannikov, P. Ershov, N. Klimova, I. Lyatun, V. Yunkin, M. Polikarpov, I. Snigireva, A. Fedyanin and A. Snigirev «Polymer X-ray refractive nano-lenses fabricated by additive technology», Optics Express 2017 Vol. 25, Issue 13, pp. 14173-14181 (2017) <https://doi.org/10.1364/OE.25.014173>
46. O. Yurkevich, K. Maksimova, A. Grunin, P. Prokopovich, A. Goikhman, A. Tyurin, P. Medvedskaya, I. Lyatun, I. Snigireva and A. Snigirev «Protective radiolucent alumina oxide coatings for beryllium x-ray optics», Journal of Synchrotron Radiation 2017 24, 775-780 <https://doi.org/10.1107/S1600577517007925>
47. M. Polikarpov, H. Emerich, N. Klimova, I. Snigireva and A. Snigirev «Diffraction losses in monocrystalline X-ray refractive lenses», Proceedings of SPIE 10235, EUV and X-ray Optics: Synergy between Laboratory and Space V, 102350H (May 31, 2017); doi:10.1117/12.2266832; <http://dx.doi.org/10.1117/12.2266832>
48. T. Roth, L. Alianelli, D. Lengeler, A. Snigirev and F. Seiboth «Materials for x-ray refractive lenses minimizing wavefront distortions», Materials Research Society Bulletin, Volume 42, Issue 6 (Next-Generation Materials for Synchrotron Radiation) 2017, pp. 430-436 <https://www.cambridge.org/core/terms> <https://doi.org/10.1557/mrs.2017.117>
49. K. V. Falch, D. Casari, M. Di Michiel, C. Detlefs, a, I. Snigireva, V. Honkimaki, R. H. Mathiesen, “In situ hard X-ray transmission microscopy in material science”, Journal of Materials Science, 52, 3437-3507, 2017
50. K. V. Falch, C. Detlefs, A. Snigirev, R. H. Mathiesen, «Analytical Transmission Cross-coefficients for Pink Beam X-ray Microscopy Based on Compound Refractive Lenses» Ultramicroscopy (2017). doi: 10.1016/j.ultramic.2017.09.010
51. S. Terentyev, M. Polikarpov, I. Snigireva, M. Di Michiel, S. Zholudev, V. Yunkin, S. Kuznetsov, V. Blank and A. Snigirev, “Linear parabolic single-crystal diamond refractive lenses for synchrotron X-ray sources”, J. Synchrotron Rad., 24, 103-109, 2017
52. M. Polikarpov, H. Emerich, N. Klimova, I. Snigireva, V. Savin and A. Snigirev «Spectral X-ray glitches in monocrystalline diamond refractive lenses» Physica Status Solidi B 2017, 00, 1700229, DOI: 10.1002/pssb.201700229
53. D.A. Serebrennikov, Yu.I. Dudchik, A.A. Barannikov, N.B. Klimova, A.A. Snigirev «X-ray microscope with refractive X-ray optics and microfocus laboratory source» Proceedings of SPIE Vol. 10387, 103870H (2017) SPIE CCC code: 0277-786X/17/\$18 · doi: 10.1117/12.2274736. Advances in Laboratory-based X-Ray Sources, Optics, and Applications VI
54. K. Abrashitova, A. Petrov, V. Bessonov, K. Natalia, K. Safronov, A. Barannikov, P. Ershov, N. Klimova, I. Lyatun, V. Yunkin, M. Polikarpov, I. Snigireva, A. Fedyanin, and A. Snigirev, "Two-photon absorption lithography for nanofabrication of 3D X-Ray compound refractive lenses," in Frontiers in Optics 2017, OSA Technical Digest (online) (Optical Society of America, 2017), paper JTU2A.16. <https://doi.org/10.1364/FIO.2017.JTU2A.16>
55. K. V. Falch, M. Lyubomirsky, D. Casari, A. Snigirev, I. Snigireva, C. Detlefs, M. Di Michiel, I. Lyatun, R. H. Mathiesen « Zernike phase contrast in high-energy x-ray transmission microscopy based on refractive optics» Ultramicroscopy 184 pp.267–273(2018) <https://doi.org/10.1016/j.ultramic.2017.10.001> 0304-3991

56. D. Zverev, A. Barannikov, I. Snigireva, and A. Snigirev, "X-ray refractive parabolic axicon lens," *Opt. Express* 25, 28469-28477 (2017). <https://doi.org/10.1364/OE.25.028469>

### **Полученные российские патенты**

1. Российский патент Рег. № 155377 от 09.09.2015г. «Устройство для определения оптических характеристик по интерференционной картине» заявка № 2014147857 от 27.11.2014 г. зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей РФ Заявитель: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта» Авторы: Ершов П. А., Климова Н. Б., Лятун И. И., Поликарпов М. В.

2. Российский патент Рег. № 162939 от 09.06.2016 «Устройство определения оптических характеристик материалов на основе аномального преломления в рефракционных оптических элементах» заявка №2014147855 от 27.11.2014г. зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей РФ Заявитель: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта» Авторы: Ершов П. А., Климова Н. Б., Лятун И. И., Поликарпов М. В.

3. Российский патент Рег. № 163227 от 22.07.2016 «Испытательный стенд для преломляющей рентгеновской оптики» заявка № 2015155999 от 25.12.2015 г. зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей РФ Заявитель: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта» Авторы: Гойхман А. Ю., Прокопович П.А., Борисов А.А., Панормов И. Б., Климова Н.Б., Ершов П. А., Серебренников Д.А., Зверев Д.А., Баранников А.А.

4. Российский патент Рег. № 165232 от 20. 09. 2016г. «Автоматизированное целевое устройство» заявка № 2015150260 от 24.11.2015 г. зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей РФ Заявитель: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта». Авторы: Гойхман А.Ю., Климова Н.Б., Панормов И.Б., Прокопович П.А.

5. Российский патент Рег. № 165638 от 12.11.2016 «Рентгеновская трубка с составным анодом» Рег. №2015150259 от 24.11.2015 г. Заявитель: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта». Авторы: Гойхман А.Ю., Климова Н.Б., Савельев С.К.

6. Российский патент Рег. № 171207 от 24.05.2017 «Элемент рентгеновской оптики на основе бериллия с защитным покрытием» Рег. №2016152511 от 29.12.2016 г. Заявитель: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта». Авторы: Гойхман А. Ю., Снигирев А.А, Максимова К.Ю., Юркевич О.В, Лятун И.И, Климова Н.Б, Ершов П.А., Медведева С.С Прокопович П.А., Панормов И.Б

7. Российский патент Рег. № 173077 от 08.08.2017 «Камера для изучения элементов рентгеновской оптики» Рег. №2016152510 от 29.12.2016 г. Заявитель: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта». Авторы: Снигирев А.А, Гойхман А. Ю., Прокопович П.А., Юркевич О.В, Лятун И.И, Климова Н.Б, Панормов И.Б, Ершов П.А.

### **Принято решение о выдаче евразийского патента в 2017 году:**

1. «Способ определения оптических характеристик материалов на основе аномального преломления в рефракционных оптических элементах» Рег. №201500151 от 27.11.2014г. Заявитель: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта» Авторы: Ершов П. А., Климова Н. Б., Лятун И. И., Поликарпов М. В. (в настоящий момент производится оплата пошлин для получения свидетельства)

### **Оформление введение режима коммерческой тайны в отношении секрета производства (ноу-хау), по тематике проекта**

1. «Универсальный держатель для выполнения рентгеновской компьютерной томографии миллиметровых образцов» Заявитель – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта». Авторы: Нарикович А. С. Синицын А. В., Панормов И.Б., Прокопович П.А.

2. «Алмазная планарная преломляющая рентгеновская линза» Заявитель – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта». Авторы: Поликарпов М.В., Снигирев А.А., Снигирева И.И., Юнкин В.А., Кузнецов С.М.

3. «Схема сканирующего рентгеновского микроскопа на основе элементов преломляющей рентгеновской оптики и микрофокусной рентгеновской трубки как источника рентгеновских лучей» Заявитель – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта». Авторы: Снигирев А.А., Серебренников Д.А., Климова Н.Б., Баранников А.А. Зверев Д.А., Лятун И.И., Ершов П.А., Нарикович А. С.

### **Защищенные кандидатские диссертации в 2016 году:**

Любомирский М. А. «High energy X-ray in-line interferometry based on refractive optics» («Рентгеновская in-line интерферометрия на основе преломляющей оптики для жесткого диапазона излучения»). Научный руководитель Снигирев А.А.

### **Защищенные кандидатские диссертации в 2017 году:**

Поликарпов М. «Алмазные преломляющие линзы для сверхъярких лазероподобных рентгеновских источников». Научный руководитель Снигирев А.А.

### **Представлены к защите:**

1. Ершов П. «High resolution X-ray diffractometry and reflectometry of semiconductor nano- and micro- structures based on X-ray refractive optics» (Высокоразрешающая рентгеновская дифрактометрия и рефлектометрия полупроводниковых нано- и микро-структур на основе преломляющей рентгеновской оптики) Научный руководитель Снигирев А.А. Защита состоится на факультете технической физики и прикладной математики Гданьского политехнического университета.





**Коллектив лаборатории рентгеновской оптики и физического материаловедения БФУ им. И. Канта**