

Владимир Михайлович Каневский
родился 6 мая 1948 года в г. Москве.

В.М. Каневский в 2013 г. защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора физико-математических наук на тему «Поверхностные явления и наноразмерные эффекты при кристаллизации в гетерофазных системах».

В.М. Каневский – ведущий ученый в области исследования физики поверхностных явлений, наноразмерных эффектов при кристаллизации в гетерофазных неорганических системах, упорядоченного формирования наноразмерных структур для сенсорики, нанофотоники, сцинтилляционной техники, термоэлектрических материалов, влагостойких напылений.

Основные научные достижения В.М. Каневского связаны с обнаружением и исследованием наноразмерных эффектов наблюдающихся в приповерхностных слоях кристаллов в результате внешнего воздействия, в процессах гетерогенного фазообразования, кристаллизации неограниченных кристаллов.

В.М. Каневским заложены основы нового, весьма актуального в наше время научного направления – управления процессами наноструктурирования поверхности твердых тел с целью контроля процессами роста слоев и синтеза новых соединений на наноструктурированной поверхности.

По тематике исследований В.М. Каневским опубликовано более 200 научных трудов, включая 102 статьи в рецензируемых научных журналах (РИНЦ – 203, Web of Science – 92 и Scopus – 120) и тезисы докладов, получено 12 патентов.

В.М. Каневский являлся научным руководителем двух докторских и четырех кандидатских работ.

About the Editor of the Themed Section Doctor of Physical and Mathematical Sciences Vladimir M. Kanevsky

Vladimir M. Kanevsky was born on May 6th 1948 in Moscow city.

In 2013 V.M. Kanevsky defended his thesis for the Degree of Doctor of Science in Mathematics and Physics on the topic «Surface Phenomena and Nanosize Effects in Heterophase Systems Crystallization».

V.M. Kanevsky is the lead researcher in the fields of surface phenomena physics, nanosize effects in crystallization of heterophase inorganic systems, organized formation of the nanostructures for sensors, nanophotonics, scintillation techniques, thermoelectric materials and waterproof nanocoatings.

Essential scientific achievements
of V.M. Kanevsky are bonded with

discovering and studying of nanosize effects existing at near-surface layers of crystals caused by internal influences, or in heterogeneous phase generation processes, or in inorganic crystal crystallization.

V.M. Kanevsky has laid the basis of new, rather trending today scientific direction – controlling of surface nanostructuring processes of solids with the purpose of controlling both layer growth processes and synthesis of new compounds on the nanostructured surfaces.

On the topic of research V.M. Kanevsky has published over 200 scientific works, including 102 articles in peer-reviewed journals (RISC – 203, Web of Science – 92, Scopus – 120) and theses, he obtained also 12 patents.

Vladimir M. Kanevsky pays great attention to academic personnel preparation; under scientific supervision of V.M. Kanevsky 4 theses for a Candidate Degree and 2 theses for a Doctor Degree have been successfully defended.

Аннотация к тематическому блоку

В.М. Каневский

Информация о структурных особенностях является центральным звеном в единой теории образования и свойств материалов. Структурная диагностика со времен своего зарождения и становления обеспечивает

качественную и количественную связь в классической цепочке «рост – структура – свойство». Специфические функциональные свойства материалов определяются исключительно атомно-молекулярной структурой при неизменном химическом составе. Это открывает огромные возможности управления свойствами материалов посредством их струк-

ния до образования конечных нанокристаллов с помощью просвечивающей электронной микроскопии. Выявлены лимитирующие факторы процесса синтеза наночастиц как в кубической, так и гексагональной кристаллических фазах. Показана ключевая роль скорости нагрева реакционной смеси на начальной стадии синтеза на структурно-морфологические особенности образования нанобъектов. В статье обсуждаются вопросы фазовой трансформации наночастиц из метастабильной α - в термодинамически стабильную β -фазу NaRF_4 в процессе их синтеза указанным методом.

В статье А.В. Кошелева с соавторами «Подходы к массовому синтезу люминесцентных фторидных наноматериалов» приводятся результаты оптимизации методик массового синтеза фотолюминесцентных наночастиц $\beta\text{-NaRF}_4$ ($R = Y, Er, Tm, Yb, Lu$) в рамках технологических подходов «сверху–вниз» и «снизу–вверх». Отработаны технологические режимы высокоэнергетического помола поликристаллов $\beta\text{-NaRF}_4$, полученных направленной кристаллизацией расплава, для синтеза частиц в размерном диапазоне до 100 нм с массовым выходом до 2.5 г за один технологический процесс. Показано, что последующая процедура их термообработки в присутствии соответствующих трифторацетатных прекурсоров в среде высококипящих органических растворителей позволяет значительно повысить их фотолюминесцентные характеристики за счет пассивирования поверхности. Разработан и оптимизирован метод синтеза наночастиц $\beta\text{-NaRF}_4$ за счет гетерогенной кристаллизации на ультрамелких затравочных кристаллах, позволяющий стабилизировать процесс роста, определяемый полиморфизмом данного класса соединений. Продемонстрирована эффективность данного метода для массового синтеза НЧ $\beta\text{-NaRF}_4$ на основе «тяжелых» лантаноидов (до 50 г) со структурой «затравка@ядро@оболочка» в широком

размерном диапазоне с контролируемыми морфологическими и структурными характеристиками.

В статье И.С. Волчкова с соавторами «Взаимосвязь гранулометрического состава порошка алюминия со структурно-фазовым составом и свойствами покрытия $\text{Al}_2\text{O}_3\text{—AlN}$, формируемого при воздействии электродуговой азотной плазмы» изучена взаимосвязь гранулометрического состава порошка алюминия со структурно-фазовым составом и свойствами покрытия $\text{Al}_2\text{O}_3\text{—AlN}$, формируемого при воздействии электродуговой плазмы. Использовались порошки алюминия двух типов: микропорошок с размером частиц $\sim 20\text{--}120$ мкм и нанопорошок с размером частиц $\sim 40\text{--}100$ нм. Обнаружено, что покрытия, полученные из микропорошка алюминия, представляют собой агломераты чистого Al с вкраплениями кластеров AlN и $\text{Al}_5\text{O}_6\text{N}$. Покрытия, полученные из нанопорошка Al, содержат в своей основе Al_2O_3 с вкраплениями агломератов AlN, $\text{Al}_5\text{O}_6\text{N}$, а также заметна доля непрореагировавшего алюминия. Морфология поверхности образцов отличается неоднородностью и пористостью. В процессе измерения микротвердости методом наноиндентирования была обнаружена корреляция с локальным фазовым составом поверхности. Наибольшей микротвердостью обладали фазы Al_2O_3 и AlN порядка 9.097 ± 0.324 ГПа и 17.800 ± 0.674 ГПа соответственно. Полученные результаты демонстрируют перспективность нанесения покрытий $\text{Al}_2\text{O}_3\text{—AlN}$ с использованием низкотемпературной плазмы для повышения эксплуатационной стойкости стальных конструкций.

В статье И.В. Крикуновой с соавторами «Инкапсулирование рибофлавина в альгинатные микрочастицы» показано, что включение рибофлавина в полимерные частицы является перспективным направлением в области разработки форм его доставки пролонгированного действия. Полиморфные формы рибофлавина – тип В/С и тип Р – инкапсулированы в частицы альгината натрия. При включении в альгинатную матрицу рибофлавин образует сферические сростки кристаллов, обладающих флуоресцентными свойствами. Концентрация рибофлавина в частицах, загруженных типом Р, в три раза выше, чем в частицах с рибофлавином В/С. Исследование высвобождения вещества показало пролонгированный характер релиза для частиц, загруженных рибофлавином типа Р.

В статье А.Е. Суханова с соавторами «Плоскопараллельные ячейки микрообъема для исследования структуры растворов биоорганических сильно поглощающих и слабо рассеивающих объектов на станции «БиоМУР» Курчатовского источника синхротронного излучения» разработаны и созданы ячейки микрообъема для исследования структуры растворов методом МУРР с использованием синхротронного излучения. Ячейки апробированы на станции «БиоМУР» Курчатовского источника синхротронного излучения. Проведен сравнительный анализ двумерных картин малоуглового рассеяния от стандартного капилляра и от разработанных ячеек, показавший существенное улучшение качества экспериментальных данных МУРР без необходимости усложне-

Авторы статей этого выпуска «Вестника Российского фонда фундаментальных исследований» представляют ве-

дущую научную школу в области изучения закономерной связи в триаде «рост – структура – свойство», лежащей в основе научной деятельности Института кристаллографии имени А.В. Шубникова РАН с момента его основания. Представленный сборник статей демонстрирует высокую научную информативность и значимость структурной диагностики при исследовании материалов самой различной природы и морфологии: от наноматериалов до объемных кристаллов и биоорганических растворов, от фотолюминесцентных частиц до материалов, представляющих историческую ценность. Представленные работы отражают передовые достижения в области структурной диагностики, включая новые технические решения и, безусловно, будут интересны широкому кругу читателей.

V.M. Kanevsky

As a forecasting and obtaining novel functional materials platform, modern material science requires a formation of modern conceptions about materials' structure. For that reason, it is required to use the latest developments in fields of industrial observation methods and structural parameters measurements. Analytical opportunities, sensitivity and efficiency of modern equipment for X-ray measurements, optical, scanning, transmission and atomic force microscopy, supplemented with spectral analysis methods allow to perform structural diagnostics of micro- and nanomaterials. Moreover, modern technical facilities provide a possibility to conduct materials' structure laboratory research, which was earlier considered to be possible only on the

In research projects carried out within the framework of the topic, the results of the structural diagnostics application in the identification of mate-

materials' structural features are demonstrated, and the relationship between structure and functional properties of the materials are studied. Authors' articles on the results of the research are presented in the thematic block of this issue.

In the article of I.S. Lubutin *et al.* "Synthesis Technology Development, Growth and Characterization of Highly Perfect Single Crystals Based on Iron Borates for Use as Monochromators in New Generation Synchrotron Technologies", the studies of synthesis and experimental research of monocrystals based on iron borate FeBO_3 were carried out. These crystals are used as unique monochromators of synchrotron radiation on new generation MegaScience experimental units. In this paper, the most remarkable achievements obtained in the process of FeBO_3 monocrystals growth and study of the properties are presented, as well as the discussion of new directions and prospects of practical applications of the obtained results.

In the article of A.A. Kulishov *et al.* "Features of Linear Oligophenyls Growth from Vapor", the features of formation and growth of linear oligophenyls (from diphenyl to *n*-sexyphe-nyl) in the conditions of physical vapor deposition. To study the processes of crystal growth, two constructional types of horizontal growth furnaces were used: single-zone furnace with temperature field gradient (classical type) and a furnace with two tempera-ture zones. For the studied compounds, the conditions required to grow crys-tals in the scale range of 0.1÷1 cm were determined. It was established that in the conditions of two-zoned tempera-ture field with certain temperature dif-ference between hot and cold zones, it is possible to obtain larger crystals with better morphological quality, compared to the single-zone gradient temperature field. The crystal structure of obtained monocrystalline films was studied by X-ray diffraction methods.

In the article of N.A. Arkharova *et al.*, “Features of The Nucleation and Growth of Monodisperse Nanoparticles

NaYF₄ Obtained by the Method of Trifluoroacetate Precursors Thermolysis” the conditions of obtaining NaRF₄ (R – rare earth elements) nanoparticles with specified structural and dimensional characteristics were optimized by changing technological parameters in the thermolysis process of trifluoroacetate precursors: temperature, experiment duration and the composition of the reaction medium. By the direct sampling method, a study of NaRF₄ particles growth time stages from the nucleation to the formation of the final nanocrystals was performed by transmission electron microscopy. The limiting factors of the synthesis process of nanoparticles in both cubic and hexagonal crystallographic phases were identified. The key role of the influence of the heating rate of reaction medium during the initial synthesis stage on the structural and morphological features of the formation of nanoobjects is shown. The questions on the nanoparticles phase transformations from NaRF₄ metastable α -phase to the thermodynamically stable β -phase during the synthesis are discussed in the paper.

In the article of A.V. Koshelev *et al.*, “Approaches to the Mass Synthesis of Luminescent Fluoride Nanomaterials”, the results of optimization of mass synthesis of photoluminescent β -NaRF₄ (R = Y, Er, Tm, Yb, Lu) nanoparticles methods are presented within the framework of “top-down” and “bottom-up” technological approaches. Technological conditions have been worked out for high-energy milling of β -NaRF₄ polycrystals obtained by the directional crystallization of melt for the synthesis of particles in the size range up to 100 nm and the mass yield up to 2.5 g per one technological process. It has been shown that the subsequent procedure of heat treatment of the samples in the presence of corresponding trifluoroacetate precursors in the environment of the high-boiling organic solvents allows to enhance the photoluminescent properties of particles due to the surface passivation. The method of β -NaRF₄ nanoparticle synthesis by heterogeneous crystallization on ultrafine seed crystals, stabilizing the growth process defined by polymorphism of the compounds type, has been developed and optimized. The efficiency of such method has been shown for mass synthesis of “heavy lanthanides”-based β -NaRF₄ nanoparticles (up to 50 g) with a structure of “seed@core@shell” in a wide range of sizes with controlled morphological and structural characteristics.

In the article of I.S. Volchkov *et al.*, “The Relationship between the Particle Size Distribution of Aluminium Powder and Structural-Phase Composition and Properties of the Al_2O_3 –AlN Coating Formed under the Influence of Electric Arc Nitrogen Plasma”, the relationship between granulometric composition of aluminium powder and structural and phase composition and properties of Al_2O_3 –AlN coating formed under the influence of electric arc nitrogen plasma has been studied. Two types of Al powder were used: micro-powder with a particle size of ~ 20 – $120\ \mu\text{m}$ and nano-powder with a particle size of ~ 40 – $100\ \text{nm}$. It was found that the coatings obtained from Al micro-powder are agglomerates of pure Al with inclusions of AlN and $\text{Al}_5\text{O}_6\text{N}$ clusters. Coatings obtained from Al nano-powders are based on Al_2O_3 with inclusions of AlN and $\text{Al}_5\text{O}_6\text{N}$ clusters, as well as a

noticeable part of unreacted Al is presented. The surface morphology of the samples is distinguished by inhomogeneity and porosity. During the process of microhardness measurements by nanoindentation, a correlation with a local phase composition of the surface was found. Phases of Al_2O_3 and AlN were found to have the largest microhardness values in the order of 9.097 ± 0.324 GPa and 17.800 ± 0.674 GPa respectively. The obtained results show the perspectives of Al_2O_3 —AlN coating using a low-temperature plasma for increased exploitation resistance of steel constructions.

In the article of P.V. Krikunova *et al.*, “Encapsulation of Riboflavin into Alginate Microparticles”, it has been shown that the encapsulation of riboflavin in polymer particles is a promising direction in the field of the development of its prolonged action delivery. The polymorphic forms of riboflavin – type B/C and type P – were encapsulated in sodium alginate particles. Encapsulated in alginate matrix, riboflavin forms spherical joints of crystals with fluorescent properties. The concentration of riboflavin in particles loaded with the P-type is three times higher than that with B/C riboflavin. The investigation of the substance release has shown the prolonged release character for the particles loaded with P-type riboflavin.

In the article of A.E. Sukhanov *et al.*, “Plane-Parallel Microvolume Cells for Studying the Structure of Solutions of Bioorganic Strongly Absorbing and Weakly Scattering Objects at the BioSAX Beamline of the Kurchatov Synchrotron Radiation Source”, micro-value cells for structural investigation of solutions by SAXS method using the synchrotron radiation were developed and produced. The cells were tested on “BioMUR” station of Kurchatov synchrotron radiation source. The benchmark analysis of 2D SAXS patterns from standard capillary and from developed cells was carried out. The great improvement of the quality of the experimental SAXS data without the need for complication of the data processing procedure during the usage of cells instead of capillaries was established. The ability to investigate strongly absorbing and weakly scattering samples, as well as SAXS scattering curves dynamics for solutions, has been shown.

In the article of E.Yu. Tereshchenko *et al.*, “Multi-Scale Research Methodology of Mineral Multiphase Historical Materials”, a methodological approach was developed for investigating mineral multiphase historical materials, which generalizes data

on structural diagnostics methods of various resolutions, namely: X-ray and synchrotron tomography, X-ray fluorescence analysis, X-ray phase and diffraction analysis, inductively coupled plasma mass-spectrometry, optical microscopy and microscopy with energy dispersive X-ray microanalysis. It has been shown that the combination of integral and local methods of the modern material science allows to determine the parameters inherent in products from various production centres due to them having an information about the specifics of the materials used and features of the manufacturing technology of the studied products.

The authors of the articles in this issue of “Russian Foundation for Basic Research Journal” represent a leading scientific school in the field of the investigation of a natural connection in the “growth–structure–properties” triad, laying in the base of the scientific activity in A.V. Shubnikov Institute of Crystallography RAS from the moment of its foundation. The presented issue demonstrates a high scientific informativeness and significance of structural diagnostics in investigating materials of a very different nature and morphology: from nanomaterials to bulk crystals and bioorganic solutions, from photoluminescent particles to historically valuable materials. The presented papers reflect the most advanced achievements in the field of structural diagnostics, including novel technological solutions and, undoubtedly, will be of interest to a wide range of readers.