Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный университет»

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
ИЗУЧЕНИЯ КЛАСТЕРОВ,
НАНОСТРУКТУР
И НАНОМАТЕРИАЛОВ**

**PHYSICAL AND CHEMICAL ASPECTS
OF THE STUDY OF CLUSTERS,
NANOSTRUCTURES AND
NANOMATERIALS**

**FIZIKO-HIMIČESKIE ASPEKTY
IZUČENIÂ KLASTEROV,
NANOSTRUKTUR I NANOMATERIALOV**

выпуск 12

ТВЕРЬ 2020

УДК 620.22:544+621.3.049.77+539.216.2:537.311.322: 530.145

ББК Ж36:Г5+В379

Ф50

Рецензирование статей осуществляется на основании Положения о рецензировании статей и материалов для опубликования в журнале «Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов».

Официальный сайт издания в сети Интернет:

<https://www.physchemaspects.ru>

Ф50 Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов [Текст]. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2020. – Вып. 12. – 908 с.

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций, свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС77-47789 от 13.12.2011.

Издание составлено из оригинальных статей, кратких сообщений и обзоров теоретического и экспериментального характера, отражающих результаты исследований в области изучения физико-химических процессов с участием кластеров, наноструктур и наноматериалов физики, включая межфазные явления и нанотермодинамику. Журнал предназначен для научных и инженерно-технических работников, преподавателей ВУЗов, студентов и аспирантов. Издание подготовлено на кафедре общей физики Тверского государственного университета.

Переводное название: Physical and chemical aspects of the study of clusters, nanostructures and nanomaterials

Транслитерация названия: Fiziko-himičeskie aspekty izučeniâ klasterov, nanostruktur i nanomaterialov

УДК 620.22:544+621.3.049.77+539.216.2:537.311.322: 530.145

ББК Ж36:Г5+В379

Print ISSN 2226-4442

Online ISSN 2658-4360

© Коллектив авторов, 2020

© Тверской государственный университет, 2020

6. ПЕРСОНАЛИИ

УДК 378.12+929

Краткое сообщение

ПАМЯТИ РОСТИСЛАВА МИХАЙЛОВИЧА ГРЕЧИШКИНА (1941–2020)

О.В. Малышкина

ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»

170100, Тверь, ул. Желябова, 33

Olga.Malyshkina@mail.ru

DOI: 10.26456/pcascnn/2020.12.893

Аннотация: Посвящается памяти Ростислава Михайловича Гречишкина, выдающегося советского и российского учёного-физика, специалиста в области магнитных явлений, доктора физико-математических наук, профессора кафедры прикладной физики физико-технического факультета Тверского государственного университета, руководителя научной школы по магнитоэлектронике.

Ключевые слова: магнетизм, магнитооптика, ферромагнитные сплавы с памятью формы, доменная структура, наноструктурированные материалы, методы магнитных измерений.

Ушел из жизни Ростислав Михайлович Гречишкин, выдающийся ученый-физик, доктор физико-математических наук, профессор, специалист в области магнитных явлений, наш коллега, наставник, друг, готовый поддержать в трудную минуту, просто интересный человек.

Ростислав Михайлович Гречишкин прожил яркую и достойную жизнь, был истинным интеллигентом, человеком блестящего интеллекта, огромной эрудиции, джазовым музыкантом.

Член международных и российских научных сообществ по магнетизму, руководитель научной школы по магнитоэлектронике. Ростислав Михайлович много и плодотворно сотрудничал с Российскими ВУЗами, а также университетами Франции, Польши, Германии. «Гений магнетизма» – именно так называли его зарубежные коллеги.

Он всегда был переполнен интересными идеями и зажигал ими окружающих, привлекая к себе молодежь: вначале в студенческом конструкторском бюро, которое он создал еще в 70-ые годы, потом в лаборатории магнитооптики. В 1973 году он защитил кандидатскую диссертацию на тему «Структура и свойства интерметаллических соединений самария с кобальтом».

Основное научное направление Р.М. Гречишкина – создание и

развитие новых подходов по выявлению и исследованию мартенситной и магнитной доменной структуры ферромагнитных сплавов, исследование микрораспределений магнитных полей рассеяния, а также разработка новых магнитоэлектронных устройств. Под его руководством защищено 8 кандидатских диссертаций. Ростиславом Михайловичем разработаны и успешно применялись на практике методы анализа микрораспределения магнитных полей и средства наблюдения доменной структуры, включающие оптическую просвечивающую и отражательную светопольную, тёмнопольную и дифференциальную поляризационную микроскопию; термомагнитный анализ, магнитометрию; цифровую регистрацию и обработку изображений. Разработанные методики цифровых методов обработки магнитооптических изображений позволяли Ростиславу Михайловичу получать уникальные результаты. В качестве примера на рис. 1 представлены микроизображения магнитной доменной структуры в мартенситах [1]. В 2016 году он защитил докторскую диссертацию на тему «Доменная структура ферромагнитных сплавов Гейслера и редкоземельных интерметаллических соединений в области магнитных фазовых переходов».

Р.М. Гречишкиным были усовершенствованы генератор импульсного магнитного поля [2] и холловский магнитометр [3]. Были также разработаны и реализованы на практике методы: визуализации распределений магнитного поля с помощью магнитооптических индикаторных плёнок [4] (см. рис. 2) и цифровой обработки изображений доменной структуры полученной методом дифференциальной микроскопии [5] (см. рис. 3), осуществлено совмещение измерительной системы термомеханического анализатора (ТМА) и поляризационно-оптического микроскопа [6].

Рис. 1. а – мартенситный рельеф на плоскости (110) монокристалла $Co_{48}Ni_{22}Ga_{30}$ $Co_{48}Ni_{22}Ga_{30}$ (вверху) и его связь с магнитной доменной структурой (нижние кадры), б – структура 180° магнитных макродоменов на плоскостях $\{100\}$ ориентированного монокристалла $Ni_{49}Mn_{29.7}Ga_{21.3}$ с линейными размерами $1,2 \times 1,5 \times 1,5$ мм [1].

Рис. 2. Визуализация полей рассеяния 180° доменов на базисной плоскости монокристалла SmCo_5 с помощью одноосной магнитооптической индикаторной пленки (МОИП) на расстояниях 30 (а), 60 (б), 100 (в), 120 (г), 140 (д) и 180 мкм (е) от поверхности образца [4].

Рис. 3. Влияние цветовой обработки на изображение доменной структуры монокристалла $\text{Gd}_2(\text{MoO}_4)_3$ с дефектами поверхности [5]: (а) и (б) – исходные кадры первого канала до и после пороговой обработки с 50 %-ной отсечкой, (в) и (г) – то же самое для второго канала с 90° -ной ориентацией анализатора (изображение в дополнительных цветах), (д) – результирующее изображение при вычитании (а) и (в), (е) – пороговая обработка кадра (д).

Одна из последних работ Ростислава Михайловича [7] посвящена исследованию магнитной доменной структуры с помощью сканирующей электронной микроскопии с использованием магнитных коллоидов.

Библиографический список:

1. **Breczko, T.** Thermomagnetic analysis and domain structure in the phase transition region

- of *Ni–Mn–Ga* and *Co–Ni–Ga* shape memory alloys // T. Breczko, S. Ilyashenko, D. Bykov, O. Korpusov, M. Bramowicz, R. Grechishkin // *Reviews on Advanced Materials Science*. – 2009. – V. 20. – No. 1. – P. 101-106.
2. **Разорёнов, Г.В.** Малогабаритный генератор мощных импульсов / Г.В. Разорёнов, Ф.А. Васьковский, Р.М. Гречишкин, А.А. Лукин // *Приборы и техника эксперимента*. – 1976. – № 2. – С. 96-97.
3. **Гречишкин, Р.М.** Гигантские скачки Баркгаузена в кристаллах гадолиний-кобальт-медь / Р.М. Гречишкин, В.С. Бирюков, А.С. Ашметков // *Известия АН СССР. Серия физическая*. – 1981. – Т. 45. – № 9. – С. 1683-1686.
4. **Grechishkin, R.M.** High-resolution sensitive magneto-optic ferrite-garnet films with planar anisotropy / R.M. Grechishkin, M.Yu. Goosev, S.E. Ilyashenko, N.S. Neustroev // *Journal of Magnetism and Magnetic Material*. – 1996. – V. 157-158. – P. 305-306. DOI: 10.1016/0304-8853(95)00972-8.
5. **Grechishkin, R.M.** Ferroic domain structure observation in polarized light using image processing techniques / R.M. Grechishkin, O.V. Malyshkina, S.S. Soshin // *Ferroelectrics*. – 1999. – V. 222. – I. 1. – P. 215-220. DOI: 10.1080/00150199908014818.
6. **Korpusov, O.M.** Simultaneous magneto-optic observation and thermomagnetic analysis of phase transitions in shape-memory *Ni–Mn–Ga* alloys / O.M. Korpusov, R.M. Grechishkin, V.V. Koledov, et al. // *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*. – 2004. – V. 272-276. – Part III. – P. 2035-2037. DOI: 10.1016/j.jmmm.2003.12.812.
7. **Ivanova, A.I.** Colloid-SEM method for the investigation of magnetic domain structures / A.I. Ivanova, E.M. Semenova, O.V. Zhdanova, T.V. Rostova, R.M. Grechishkin // *Micron*. – 2020. – V. 137. – Art. № 102899. – 6 p. DOI: 10.1016/j.micron.2020.102899.

References:

1. **Breczko, T.** Thermomagnetic analysis and domain structure in the phase transition region of *Ni–Mn–Ga* and *Co–Ni–Ga* shape memory alloys // T. Breczko, S. Ilyashenko, D. Bykov, O. Korpusov, M. Bramowicz, R. Grechishkin // *Reviews on Advanced Materials Science*. – 2009. – V. 20. – No. 1. – P. 101-106.
2. **Razorenov, G.V.** Malogabaritnyi generator moshchnykh impul'sov [Small-sized powerful pulse generator] / G.V. Razorenov, F.A. Vaskovskij, R.M. Grechishkin, A.A. Lukin // *Instruments and Experimental Techniques*. – 1976. – № 2. – P. 96-97. (In Russian).
3. **Grechishkin, R.M.** Gigantskie skachki Barkgauzena v kristallakh gadolinii-kobal't-med' [Giant Barkhausen jumps in gadolinium-cobalt-copper crystals] / R.M. Grechishkin, V.S. Biryukov, A.S. Ashmetkov // *Bulletin of the Academy of Sciences of the USSR. Physical series*. – 1981. – V. 45. – № 9. – P. 1683-1686. (In Russian).
4. **Grechishkin, R.M.** High-resolution sensitive magneto-optic ferrite-garnet films with planar anisotropy / R.M. Grechishkin, M.Yu. Goosev, S.E. Ilyashenko, N.S. Neustroev // *Journal of Magnetism and Magnetic Material*. – 1996. – V. 157-158. – P. 305-306. DOI: 10.1016/0304-8853(95)00972-8.
5. **Grechishkin, R.M.** Ferroic domain structure observation in polarized light using image processing techniques / R.M. Grechishkin, O.V. Malyshkina, S.S. Soshin // *Ferroelectrics*. – 1999. – V. 222. – I. 1. – P. 215-220. DOI: 10.1080/00150199908014818.
6. **Korpusov, O.M.** Simultaneous magneto-optic observation and thermomagnetic analysis of phase transitions in shape-memory *Ni–Mn–Ga* alloys / O.M. Korpusov, R.M. Grechishkin, V.V. Koledov, et al. // *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*. – 2004. – V. 272-276. – Part III. – P. 2035-2037. DOI: 10.1016/j.jmmm.2003.12.812.

7. **Ivanova, A.I.** Colloid-SEM method for the investigation of magnetic domain structures / A.I. Ivanova, E.M. Semenova, O.V. Zhdanova, T.V. Rostova, R.M. Grechishkin // *Micron*. – 2020. – V. 137. – Art. № 102899. – 6 p. DOI: 10.1016/j.micron.2020.102899.

Short Communication

IN MEMORY OF ROSTISLAV MIKHAILOVICH GRECHISHKIN

(1941–2020)

O.V. Malyshkina

Tver State University, Tver, Russia

DOI: 10.26456/pcascnn/2020.12.893

Abstract: This short communication is dedicated to memory of Rostislav Mikhailovich Grechishkin, an outstanding Soviet and Russian physicist, a specialist in the field of magnetic phenomena, Dr. of physical and mathematical Sciences, Professor of the Applied Physics Department at the Faculty of Physics and Technology of Tver State University, head of a scientific school in magnetoelectronics.

Keywords: magnetism, magnetooptics, ferromagnetic shape memory alloys, domain structure, nanostructured materials, methods and means of magnetic measurements.

Малышкина Ольга Витальевна – д.ф.-м.н., профессор, начальник отдела диссертационных советов и докторантуры управления научных исследований ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»

Olga V. Malyshkina – Dr. Sc., Full Professor, Head of the Department of Dissertation Councils and Doctorate Studies, Scientific Research Department, Tver State University

Поступила в редакцию/received: 16.11.2020; после рецензирования/revised: 21.11.2020; принята/accepted 25.11.2020.