

30 лет Институту систем обработки изображений РАН

В.О. Соколов

Самарский федеральный исследовательский центр Российской академии наук

Самара, Россия

sokolov@ssc.smr.ru

Аннотация — Подводятся итоги тридцати лет работы Института систем обработки изображений РАН. Описаны научные достижения коллектива; вклад ведущих сотрудников в становление и развитие института. Проанализированы актуальные научные направления исследований и новые задачи, стоящие перед учеными института в современных условиях.

Ключевые слова — компьютерная оптика; обработка изображений; распознавание образов; оптико-цифровые системы; дифракционная нанофотоника; сенсорика

1. ВВЕДЕНИЕ

Институт систем обработки изображений РАН (ИСОИ РАН) отмечает в 2023 году 30 лет со дня реорганизации Самарского филиала Центрального конструкторского бюро уникального приборостроения РАН в первый самостоятельный академический Институт в г. Самаре. В 2016 году ИСОИ РАН на правах филиала вошел в Федеральный научно-исследовательский центр «Кристаллография и фотоника» Российской академии наук (ФНИЦ «КиФ» РАН). Вместе с ИСОИ РАН организаторами ФНИЦ «КиФ» РАН стали Институт кристаллографии имени А.В. Шубникова РАН, Институт проблем лазерных и информационных технологий РАН и Центр фотохимии РАН [1]. В моем докладе представлены этапы развития данного научного коллектива, подведены некоторые итоги его деятельности и анонсируются актуальные задачи, стоящие перед учеными филиала.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

За пять лет, прошедших с моего предыдущего обзора [1], сотрудниками ИСОИ РАН проделана большая работа, получены прорывные результаты. Были предложены новые типы лазерных пучков [2, 3], оптических метаповерхностей [4, 5], разработаны быстрые и эффективные методы расчета оптических элементов [6, 7], методы формирования дифракционного микрорельефа [8], созданы оригинальные методы и программное обеспечение для анализа и понимания изображений [9-11]. Эти работы были обобщены в монографиях [12-13] и обзорах [14-17], опубликованных в солидных издательствах и авторитетных журналах. По итогам 2021 года на каждого штатного научного сотрудника ИСОИ РАН приходилось более одной статьи, опубликованной в журналах 1-го или 2-го квартилей базы данных Web of Science, а всего за 2021 год было опубликовано 250 статей в изданиях, индексируемых в базах данных Scopus и Web of Science. В качестве примера научного признания полученных коллективом фундаментальных результатов можно привести данные Scimago Institutions Ranking. В мае месяце 2022 года Scimago Institutions Ranking привело топ первых 100 государственных научно-исследовательских центров и институтов РФ (<https://www.scimagoir.com/rankings.php?sector=Governme>

[nt&country=RUS](https://www.scimagoir.com/rankings.php?sector=Governme)). Среди них ИСОИ РАН занимает почетное 11 место и входит в первый квартиль. А среди всех институтов и университетов России ИСОИ РАН занимает 34 место по версии Scimago (<https://www.scimagoir.com/rankings.php?country=RUS>). При этом в перечень 2% наиболее цитируемых учёных мира по данным базы Scopus 2022 года (<https://elsevier.digitalcommonsdata.com/datasets/btchxktzyw/4>) за всю карьеру ученого входит 6 сотрудников ИСОИ РАН, а в перечень, учитывающий только 2021 год – 14 сотрудников. Рейтинг составлялся на основе нормированных показателей для данной области науки, без учёта самоцитирований. Всего в рейтинге по общему числу цитирований за всю карьеру участвуют около 200 тысяч ученых, из них 910 человек с российской аффилиацией.

3. ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Сотрудники ИСОИ РАН ведут большую работу по созданию оптико-цифровых систем, решающих реальные задачи цифровой экономики [18-21]. Выполнены крупные контракты по заказам высокотехнологических предприятий, например АО «АвтоВАЗ». По итогам 2021 года на каждого штатного научного сотрудника ИСОИ РАН приходилось более одного миллиона рублей внебюджетного финансирования. Например, разработаны и при поддержке Фонда содействия инновациям в сотрудничестве с рядом вузов (МИЭМ ВШЭ, КузГТУ) и малых предприятий (ООО «Спутникс», ООО «Локус», ООО «Медэкс») выведены на орбиту три типа полезной нагрузки для наноспутников формата Кубсат 3U ($U=10 \times 10 \times 10 \text{ см}^3$):

1. Видеокамера с объективом на основе дифракционной гармонической линзы с наземной нейросетевой коррекцией хроматических аберраций и других искажений [22]; впервые в мире две камеры с объективами на основе дифракционной гармонической линзы выведены на орбиту 22.03.2021 года на спутниках МИЭМ-ВШЭ «Cube SX-HSE» и «Cube SX Sirius HSE».

2. Видеокамера с объективом на основе дифракционно-рефракционной линзы с наземной нейросетевой коррекцией хроматических аберраций и других искажений [23]; впервые в мире выведена на орбиту 9 августа 2022 года на спутнике «Кузбасс».

3. Гиперспектрометр видимого диапазона на основе модифицированной схемы Оффнера [24, 25], имеющий 140 спектральных каналов; впервые гиперспектрометр для наноспутника формата 3U выведен на орбиту 9.08.2022 года на Кубсате «ИСОИ».

4. НАУЧНО-ОРГАНИЗАЦИОННАЯ РАБОТА

Успешная работа коллектива ИСОИ РАН определяется тесным взаимодействием с Самарским национальным исследовательским университетом имени академика С.П. Королева (Самарский университет) [26]. Совместно с Самарским университетом издается журнал

«Компьютерная оптика» [27], который в сводном академическом рейтинге журналов RSCI (опубликован 1.12.2022 на сайте научной электронной библиотеки) занял 12 место среди всех лучших отечественных журналов. С 2015 года совместно с Самарским университетом ежегодно проводится Международная конференция и молодёжная школа «Информационные технологии и нанотехнологии» [28] с публикацией итоговых докладов при поддержке IEEE. Совместно с Самарским университетом создан и успешно функционирует Центр коллективного пользования оборудованием «Нанофотоника и дифракционная оптика» [29].

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Я желаю сотрудникам ИСОИ РАН в это непростое для страны и отечественной науки время крепкого здоровья, неиссякаемой энергии, неутихающего научного любопытства и новых творческих свершений на благо нашей Родины!

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Sokolov, V.O. Image Processing Systems Institute of the RAS: New Challenges / V.O. Sokolov // *Journal of Physics: Conference Series*. – 2018. – Vol. 1096(1). – P. 012024.
- [2] Котляр, В.В. Двойные пучки Лагерра–Гаусса / В.В. Котляр, Е.Г. Абрамочкин, А.А. Ковалёв, А.А. Савельева // *Компьютерная оптика*. – 2022. – Т. 46, № 6. – С. 872–876.
- [3] Khonina, S.N. Harnessing of inhomogeneously polarized Hermite–Gaussian vector beams to manage the 3D spin angular momentum density distribution / S.N. Khonina, A.P. Porfirev // *Nanophotonics*. – 2022. – Vol. 11(4). – P. 697–712. DOI: 10.1515/nanoph-2021-0418.
- [4] Degtyarev, S. Metasurfaces with continuous ridges for inverse energy flux generation / S. Degtyarev, D. Savelyev, S. Khonina, N. Kazanskiy // *Optics Express*. – 2019. – Vol. 27(11). – P. 15129–15135. – DOI: 10.1364/OE.27.015129.
- [5] Bezus, E.A. Integrated diffraction gratings on the Bloch surface wave platform supporting bound states in the continuum / E.A. Bezus, D.A. Vykov, L.L. Doskolovich // *Nanophotonics*. – 2021. – Vol. 10(17). – P. 4331–4340. – DOI: 10.1515/nanoph-2021-0352
- [6] Котляр, В.В. Острая фокусировка осевой суперпозиции цилиндрического векторного пучка высокого порядка и пучка с линейной поляризацией / В.В. Котляр, С.С. Стафеев, В.Д. Зайцев // *Компьютерная оптика*. – 2023. – Т. 47, № 1. – С. 5–15.
- [7] Бызов, Е.В. Расчет оптических элементов при протяженном источнике излучения / Е.В. Бызов, Л.Л. Досколович, С.В. Кравченко, М.А. Моисеев, Н.Л. Казанский // *Компьютерная оптика*. – 2023. – Т. 47, № 1. – С. 40–47.
- [8] Харитонов, С.И. Оптимизация, изготовление и исследование кремниевой бинарной субволновой цилиндрической линзы терагерцового диапазона / С.И. Харитонов, В.С. Павельев, Н.Л. Казанский, Ю.С. Стрелков, К.Н. Тукмаков, А.С. Решетников, С.В. Ганчевская, В.В. Герасимов, Б.А. Князев // *Компьютерная оптика*. – 2023. – Т. 47, № 1. – С. 62–67.
- [9] Фирсов, Н.А. Нейросетевая классификация гиперспектральных изображений растительности с формированием обучающей выборки на основе адаптивного вегетационного индекса / Н.А. Фирсов, В.В. Подлипнов, Н.А. Ивлиев, П.П. Николаев, С.В. Машков, П.А. Ишкин, Р.В. Скиданов, А.В. Никоноров // *Компьютерная оптика*. – 2021. – Т. 45, № 6. – С. 887–896.
- [10] Shirokanev, A. Modeling of Fundus Laser Exposure for Estimating Safe Laser Coagulation Parameters in the Treatment of Diabetic Retinopathy / A. Shirokanev, N. Piyasova, N. Andriyanov, E. Zamytskiy, A. Zolotarev, D. Kirsh // *Mathematics*. – 2021. – Vol. 9(9). – P. 967. – DOI: 10.3390/math9090967.
- [11] Бибииков, С.А. Метод цветовой консистентности для камер с неизвестной моделью / С.А. Бибииков, М.В. Петров, А.П. Алексеев, М.В. Алиев, Р.А. Парингер, Е.В. Гошин, П.Г. Серафимович, А.В. Никоноров // *Компьютерная оптика*. – 2023. – Т. 47, № 1. – С. 92–101. – DOI: 10.18287/2412-6179-CO-1205.
- [12] Котляр, В.В. Вращающиеся вихревые лазерные пучки / В.В. Котляр, А.А. Ковалев, С.Н. Хонина // М.: ФИЗМАТЛИТ, 2021. – 240 с. – ISBN 978-5-9221-1915-3.
- [13] Kotlyar, V.V. Topological Charge of Optical Vortices / V.V. Kotlyar, A.A. Kovalev, A.G. Nalimov // CRC Press. – 2022. – 320 p. – ISBN: 9781003326304. – DOI: 10.1201/9781003326304.
- [14] Khonina, S.N. Modern Types of Axicons: New Functions and Applications / S.N. Khonina, N.L. Kazanskiy, P.A. Khorin, M.A. Butt // *Sensors*. – 2021. – Vol. 21(19). – P. 6690.
- [15] Murzin, S.P. Analysis of the advantages of laser processing of aerospace materials using diffractive optics / S.P. Murzin, N.L. Kazanskiy, C. Stiglbrunner // *Metals*. – 2021. – Vol. 11(6). – P. 963.
- [16] Kazanskiy, N.L. Optical Computing: Status and Perspectives / N.L. Kazanskiy, M.A. Butt, S.N. Khonina // *Nanomaterials*. – 2022. – Vol. 12(13). – P. 2171. – DOI: 10.3390/nano12132171.
- [17] Khonina, S.N. Optical multiplexing techniques and their marriage for on-chip and optical fiber communication: a review / S.N. Khonina, N.L. Kazanskiy, M.A. Butt, S.V. Karpeev // *Opto-Electronic Advances*. – 2022. – Vol. 5(8). – P. 210127.
- [18] Kazanskiy, N.L. The distributed vision system of the registration of the railway train / N.L. Kazanskiy, S.B. Popov // *Computer Optics*. – 2012. – Vol. 36(3). – P. 419–428.
- [19] Kazanskiy, N.L. Gas discharge devices generating the directed fluxes of off-electrode plasma / N.L. Kazanskiy, V.A. Kolpakov, V.V. Podlipnov // *Vacuum*. – 2014. – Vol. 101. – P. 291–297.
- [20] Евдокимова, В.В. Нейросетевая реконструкция видеопотока в дифракционных оптических системах массового производства / В.В. Евдокимова, М.В. Петров, М.А. Клюева, Е.Ю. Зыбин, В.В. Косьянчук, И.Б. Мищенко, В.М. Новиков, Н.И. Сельвесюк, Е.И. Ершов, Н.А. Ивлиев, Р.В. Скиданов, Н.Л. Казанский, А.В. Никоноров // *Компьютерная оптика*. – 2021. – Т. 45, № 1. – С. 130–141. – DOI: 10.18287/2412-6179-CO-834.
- [21] Piyasova, N.Y. Decision-making support system for the personalization of retinal laser treatment in diabetic retinopathy / N.Y. Piyasova, D.V. Kirsh, N.S. Demin // *Computer Optics*. – 2022. – Vol. 46(5). – P. 774–782. – DOI: 10.18287/2412-6179-CO-1129.
- [22] Ivliev, N. First Earth-Imaging CubeSat with Harmonic Diffractive Lens / N. Ivliev, V. Evdokimova, V. Podlipnov, M. Petrov, S. Ganchevskaya, I. Tkachenko, D. Abrameshin, Y. Yuzifovich, A. Nikonorov, R. Skidanov, N. Kazanskiy, V. Soifer // *Remote Sensing*. – 2022. – Vol. 14(9). – P. 2230. – DOI: 10.3390/rs14092230.
- [23] Skidanov, R. Compact imaging systems based on annular harmonic lenses / R. Skidanov, Y. Strelkov, S. Volotovskiy, V. Blank, S. Ganchevskaya, N. Ivliev, N. Kazanskiy // *Sensors*. – 2020. – Vol. 20(14). – P. 3914. – DOI: 10.3390/s20143914.
- [24] Kazanskiy, N. An airborne Offner imaging hyperspectrometer with radially-fastened primary elements / N. Kazanskiy, N. Ivliev, V. Podlipnov, R. Skidanov // *Sensors*. – 2020. – Vol. 20(12). – P. 3411.
- [25] Рассторгуев, А.А. Моделирование работы космического гиперспектрометра, основанного на схеме Оффнера, в приближении волновой оптики / А.А. Рассторгуев, С.И. Харитонов, Н.Л. Казанский // *Компьютерная оптика*. – 2022. – Т. 46, № 1. – С. 56–64. – DOI: 10.18287/2412-6179-CO-1034.
- [26] Kazanskiy, N.L. Efficiency of deep integration between a research university and an academic institute / N.L. Kazanskiy // *Procedia Engineering*. – 2017. – Vol. 201. – P. 817–831.
- [27] Sokolov, V.O. Contribution of Samara scientists into Computer Optics journal development / V.O. Sokolov // *CEUR Workshop Proceedings*. – 2016. – Vol. 1638. – P. 194–206.
- [28] Савельев, Д.А. Международная конференция и молодёжная школа «Информационные технологии и нанотехнологии» (ИТНТ-2017) / Д.А. Савельев // *Компьютерная оптика*. – 2017. – Т. 41, №5. – С. 775–785.
- [29] Kazanskiy, N.L. Technological line for creation and research of diffractive optical elements / N.L. Kazanskiy, R.V. Skidanov // *Proceedings of SPIE*. – 2019. – Vol. 1146. – P. 111460W.