

# Создатель рельефов гармонических линз

В.О. Соколов<sup>а</sup>

<sup>а</sup>Самарский научный центр Российской академии наук, 443001, Студенческий пер., 3а, Самара, Россия

---

## Аннотация

Кратко рассказывается о жизни и научной деятельности старшего научного сотрудника Института систем обработки изображений РАН кандидата технических наук Олега Юрьевича Моисеева (6 января 1959 г. – 29 июня 2016 г.) – уникального специалиста в технологиях дифракционной компьютерной оптики, записи оптических микро- и нано-рельефов.

*Ключевые слова:* микроэлектроника; дифракционная компьютерная оптика; формирование микрорельефа; оптическое приборостроение; оптические микро- и нано-структуры; дифракционная нанопотоника

---

## 1. Введение

26 июля 2016 года скоропостижно скончался учёный, специалист в области технологий дифракционной компьютерной оптики, старший научный сотрудник Института систем обработки изображений РАН (ИСОИ РАН) [1], кандидат технических наук Олег Юрьевич Моисеев.

## 2. Краткая биография

Родился Олег Юрьевич Моисеев (Рис. 1) в городе Куйбышеве. После окончания школы № 61 он поступил в Куйбышевский авиационный институт (КуАИ), ныне - Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева (Самарский университет), который закончил в марте 1982 года.

В период обучения в институте, со второго курса, О.Ю. Моисеев совмещал учёбу с работой на кафедре конструирования и производства радиоаппаратуры (КиПРА) в должности лаборанта.



Рис. 1. Кандидат технических наук О.Ю. Моисеев (6 января 1959 – 29 июня 2016).

После окончания учебы работал инженером на кафедрах конструирования радиоэлектронной аппаратуры и микроэлектроники и технологии радиоэлектронной аппаратуры КуАИ до 1989 года, в 1988 – 1989 годах работал в НИИ «Экран».

В июне 1989 года О.Ю. Моисеев возвращается в КуАИ в качестве инженера НИЛ-39, а затем в ноябре 1990 года поступает в очную аспирантуру КуАИ.

После окончания аспирантуры О.Ю. Моисеев работает научным сотрудником в ОКБ микротехнологии ИСОИ РАН.

В 2000 году О.Ю. Моисеев защитил кандидатскую диссертацию [2] на тему «Исследование методов формирования микрорельефа дифракционных оптических элементов инфракрасного диапазона с использованием фоторезистов и фотополимерных композиций». Научным руководителем Олега Юрьевича был заведующий ОКБ микротехнологии ИСОИ РАН доктор технических наук профессор Алексей Васильевич Волков [3], оказавший на научную карьеру О.Ю. Моисеева большое влияние.

После успешной защиты кандидатской диссертации Олег Юрьевич работает старшим научным сотрудником ОКБ микротехнологий, а с 2008 года - старшим научным сотрудником лаборатории микро- и нанотехнологий ИСОИ РАН, совмещая при этом исследовательскую работу с преподавательской деятельностью на кафедре технической кибернетики Самарского университета.

### 3. Научные результаты

В начале своей научной карьеры О.Ю. Моисеев занимается методами формирования микрорельефов дифракционных оптических элементов (ДОЭ) с использованием фоторезистов и фотополимерных композиций. Уникальность его таланта и технологическое чутье ярко проявились в ходе разработки метода формирования дифракционного микрорельефа, основанном на послойном наращивании фоторезиста [4]. Этот метод обеспечил без использования операции травления высокоточное формирование многоградационного (до 16 уровней) микрорельефа отражающих фокусаторов для концентрации излучения CO<sub>2</sub>-лазеров (длина волны 10,6 мкм). Изготовленные О.Ю. Моисеевым этим методом в 1996 году фокусаторы в кольцо [5] работают в Институте общей физики имени А.М. Прохорова РАН в установке пьедестал [6] и до сих пор позволяют выращивать уникальные кристаллические волокна [7-8]. В своей диссертации О.Ю. Моисеев также исследовал ограничения метода темнового роста микрорельефа в жидких фотополимеризующихся композициях [9]. Метод темнового роста позволил получить «высокие» микрорельефы длиннофокусных гармонических линз. Разработанные в диссертации методы позволили впоследствии создать и запатентовать ряд оптических устройств и технологических приемов [10-15].

Интересны работы, выполненные О.Ю. Моисеевым по созданию, исследованию и оптимизации полуавтоматической установки для формирования микрорельефов на торцах галогенидных ИК-волноводов [16-22].

Высокая квалификация Олега Юрьевича позволила ему в 2004 году стать основным специалистом, эксплуатирующим в центре коллективного пользования оборудованием Самарского университета и ИСОИ РАН станцию лазерной записи [23], в том числе и нового образца [24]. Благодаря О.Ю. Моисееву удалось создать и исследовать множество новых дифракционных элементов [25-35].

С 2008 года О.Ю. Моисеев ведет разработку принципиально новой одностадийной технологии изготовления дифракционных оптических элементов, основанную на процессе окисления тонких пленок хрома, меди и молибдена [36-46]. В результате появляются методы, позволяющие формировать микрорельеф за одну стадию на основе получения структур из оксида хрома или молибдена заданной высоты.

С 2015 года Олег Юрьевич вел разработку технологии, позволяющей получать высококачественный микрорельеф гармонических линз видимого диапазона [47-48]. По точности воспроизведения «высокого» микрорельефа (завал края, вертикальность стенок и т.п.) достигнутые О.Ю. Моисеевым результаты существенно превосходят получаемые ранее методом темнового роста жидких фотополимеризующихся композиций [9] или на станках с числовым программным управлением [49]. Это открыло принципиально новые возможности для использования элементов дифракционной оптики в сверхлегких системах технического зрения.

О.Ю. Моисеев был активным автором и рецензентом научного журнала «Компьютерная оптика», в том числе благодаря и его усилиям журнал вошел в лучшую половину журналов по оценкам библиометрической базы Скопус.

Всего О.Ю. Моисеев опубликовал более 50 работ, 13 авторских свидетельств и патентов на изобретения, важнейшие из которых [2, 4-22, 24-48, 50].

### 4. Заключение

Олег Юрьевич был необыкновенно добросовестным, основательным ученым и великодушным, добрым, порядочным и отзывчивым человеком, подлинным интеллигентом. «Талантливый человек — талантлив во всем» и О. Ю. Моисеев помимо своей работы играл на гитаре, занимался плаванием, судомоделизмом (мастер спорта), стрельбой и многим другим.

Искренний интерес к знаниям, страсть к исследовательскому поиску он передал своим ученикам, просто и понятно рассказывая о серьезных фундаментальных открытиях. Повседневное общение с ним, его оптимизм и жизнелюбие, приносило радость и придавало сил всем, кто с ним общался.

Доброжелательный, скромный, бескорыстный, оптимистичный, жизнелюбивый, всегда готовый помочь советом и делом – таким останется в нашей памяти Олег Юрьевич Моисеев.

### Литература

- [1] Kolomiets, E.I. Analysis of the scientific and organizational results of the Image Processing Systems Institute of the RAS / E.I. Kolomiets // CEUR Workshop Proceedings. – 2015. – Vol. 1490. – P. 309-326.
- [2] Моисеев, О.Ю. Исследование методов формирования микрорельефа дифракционных оптических элементов инфракрасного диапазона с использованием фоторезистов и фотополимерных композиций // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Самара: СГАУ. – 2000. – 16 с.
- [3] Skidanov, R.V. In memory of Professor Alexey Volkov / R.V. Skidanov // Computer Optics. – 2015. – Vol. 39(1). – P. 136-142.
- [4] Volkov, A.V. A Method for the Diffractive Microrelief Formation Using the Layered Photoresist Growth / A.V. Volkov, N.L. Kazanskiy, O.Ju. Moiseyev, V.A. Soifer // Optics and Lasers in Engineering. – 1998. – Vol. 29 (4-5). – P. 281-288.
- [5] Голуб, М.А. Дифракционный расчет оптического элемента, фокусирующего в кольцо / М.А. Голуб, Н.Л. Казанский, И.Н. Сисакян, В.А. Сойфер, С.И. Харитонов // Автотметрия. – 1987. – № 6. – С. 8-15.

- [6] Буфетов, Г.А. Твердотельные неодимовые лазеры на основе монокристаллических волокон с поперечным градиентом показателя преломления / Г.А. Буфетов, В.В. Кашин, Д.А. Николаев, С.Я. Русанов, В.Ф. Серегин, В.Б. Цветков, И.А. Щербаков, А.А. Яковлев // Квантовая электроника. – 2006. – Т. 36, № 7. – С. 616619.
- [7] Iskhakova, L. D. Facet appearance on the lateral face of sapphire single-crystal fibers during LHPG growth / L. D. Iskhakova, V. V. Kashin, S. V. Lavrshchev, S. Y. Rusanov, V. F. Seregin, V. B. Tsvetkov // Crystals. – 2016. – 6 (9). – DOI: 10.3390/cryst6090101.
- [8] Bufetova, G. A. Temperature distribution across the growth zone of sapphire ( $Al_2O_3$ ) and yttrium-aluminum garnet (YAG) single crystal fibers / G. A. Bufetova, S. Ya. Rusanov, V. F. Seregin, Yu. N. Pyrkov, V. A. Kamynin, V. B. Tsvetkov // Journal of Crystal Growth. – 2016. – Vol. 433. – P. 54-58. – DOI: 10.1016/j.jcrysgro.2015.06.010.
- [9] Волков, А.В. Экспериментальное исследование массопереноса в жидких фотополимеризующихся композициях / А.В. Волков, С.Г. Вологовский, В.М. Гранчак, Н.Л. Казанский, В.С. Соловьев, О.Ю. Моисеев, В.А. Соيفер, Д.М. Якуненкова // Журнал технической физики. – 1995. – Т. 65. – № 9. – С. 181-185.
- [10] Волков А.В., Казанский Н.Л., Моисеев О.Ю., Соифер В.А. Устройство для наблюдения в видимой и инфракрасной областях спектра // Патент РФ № 2148849 от 18.07.1997.
- [11] Волков, А.В. Бинарный дифракционный оптический элемент для фокусировки гауссового пучка в продольный отрезок / А.В. Волков, В.В. Котляр, О.Ю. Моисеев, О.Е. Рыбаков, Р.В. Скиданов, В.А. Соифер, С.Н. Хонина // Оптика и спектроскопия. – 2000. – Т. 89, № 2. – С. 347-352.
- [12] Волков А.В., Казанский Н.Л., Моисеев О.Ю. Формирование микрорельефа с использованием халькогенидных стеклообразных полупроводников // Компьютерная оптика. – 2002. – Т. 24. – С. 74-77.
- [13] Волков, А.В., Казанский, Н.Л., Моисеев, О.Ю., Соифер, В.А.. Способ изготовления дифракционных оптических элементов на алмазных и алмазоподобных пленках // Патент на изобретение № 2197006 от 27.03.2001.
- [14] А.В. Волков, Н.Л. Казанский, О.Ю. Моисеев, В.А. Соифер, С.И.Харитонов. Устройство направленного излучения // Патент на изобретение № 2213985 от 05.04.2002.
- [15] Волков А.В., Казанский Н.Л., Моисеев О.Ю. Способ изготовления дифракционных оптических элементов // Патент на изобретение № 2231812 от 21.05.2002.
- [16] Бородин, С.А. Численное и экспериментальное исследование бездисперсионных многомодовых пучков, формируемых с помощью ДОО / С.А. Бородин, А.В. Волков, Н.Л. Казанский, В.С. Павельев, С.В. Карпеев, А.Н. Палагушкин, С.А. Прокопенко, А.П. Сергеев, А.Н. Арламенков // Компьютерная оптика. – 2005. – Т. 27. – С. 41-44.
- [17] Бородин, С.А. Формирование и исследование дифракционного микрорельефа на торце галогенидного ИК волновода / С.А. Бородин, А.В. Волков, Н.Л. Казанский, В.С. Павельев, С.В. Карпеев, А.Н., О.Ю. Моисеев, Д.М. Якуненкова, Ю.А. Рунков, Д.Л. Головашкин // Компьютерная оптика. – 2005. – № 27. – С. 45-49.
- [18] Орехова, Ю.А. Выбор геометрических параметров профиля галогенидной антиотражающей решетки с учетом возможностей технологии травления / Ю.А. Орехова, О.Ю. Моисеев, Д.Л. Головашкин // Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение. 2008. № 2 (15). С. 112-116.
- [19] Моисеев, О.Ю. Полуавтоматическая установка для формирования микрорельефов на торцах галогенидных ИК-волноводов / О.Ю. Моисеев // Компьютерная оптика. – 2008. – Т.32, № 1. – С. 62-63.
- [20] Володкин, Б.О. Моделирование распространения излучения через антиотражающую решетку, сформированную по технологии штамповки на торец галогенидного ИК-волновода / Б.О. Володкин, Д.Л. Головашкин, О.Ю. Моисеев, Ю.А. Орехова, В.С. Павельев // Компьютерная оптика. – 2008. – Т. 32, № 2. – С. 191-194.
- [21] Pavelyev, V.S. Realization and investigation of diffractive microrelief on the end face of silver-halide waveguide / V.S. Pavelyev, O.Yu. Moiseev, A.V. Volkov, V.A. Eropolov, S.V. Dmitriev, S.V. Karpeev, V.G. Artyushenko, V.V. Kashin // Proceedings of SPIE. – 2008. – Vol. 6994. – P. 69940Q. – doi:10.1117/12.780695.
- [22] Golovashkin, D.L. Choosing the geometry of a halogenide antireflection grating profile based on etching technique capabilities / D.L. Golovashkin, O.Y. Moiseev, E.A. Yegorova, G.A. Yunusheva // Optical Memory & Neural Networks (Information Optics). – 2009. – Vol. 18(4). – P. 268-270.
- [23] Poleshchuk, A. G. Polar coordinate laser pattern generator for fabrication of diffractive optical elements with arbitrary structure / A. G. Poleshchuk, E. P. Churin, V. P. Koronkevich, V. P. Korolkov, A. V. Kharissov, V. P. Cherkashin, V. P. Kiryanov, A. A. Kiryanov, S.G. Kokarev, A. Verhoglyad // Applied Optics. – 1999. – Vol. 38 (8), P. 1295-1301.
- [24] Верхогляд, А.Г. Круговая лазерная записывающая система для изготовления ДОО на сферических поверхностях / А.Г. Верхогляд, М.А. Завьялова, Л.Б. Касторский, А.Е. Качкин, С.А. Кокарев, В.П. Корольков, О.Ю. Моисеев, А.Г. Полешук, Р.В. Шиманский // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2015. – Т. 5, № 2. – С. 62-68.
- [25] Kotlyar, V.V. Diffraction of a finite-radius plane wave and a Gaussian beam by a helical axicon and a spiral phase plate / V.V. Kotlyar, A.A. Kovalev, R.V. Skidanov, O.Yu. Moiseev, V.A. Soifer // Journal of the Optical Society of America A: Optics, Image Science, and Vision. – 2007. – Vol. 24(7). – P. 1955-1964.
- [26] Kotlyar, V.V. Simple optical vortices formed by spiral phase plate / V.V. Kotlyar, A.A. Kovalev, R.V. Skidanov, S.N. Khonina, O.Yu. Moiseev, V.A. Soifer // Journal of Optical Technology. – 2007. – Vol. 74(10). – P.686-693.
- [27] Хонина, С.Н. Формирование лазерных пучков Эйри с помощью бинарно-кодированных дифракционных оптических элементов для манипулирования микрочастицами / С.Н. Хонина, Р.В. Скиданов, О.Ю. Моисеев // Компьютерная оптика. – 2009. – Т. 33, № 2. – С. 138-146.
- [28] Хонина, С.Н. Исследование формирования осевого отрезка с помощью оптимизированного бинарного ДОО / С.Н. Хонина, Р.В. Скиданов, Д.Г. Качалов, В.С. Павельев, О.Ю. Моисеев // Компьютерная оптика. – 2010. – Т. 34, № 3. – С. 350-359.
- [29] Котляр, В.В. Диаметр светового пятна в ближней зоне бинарного дифракционного микроаксона / В.В. Котляр, С.С. Стафеев, Р.В. Скиданов, А.Г. Наллимов, О.Ю. Моисеев, С.Д. Поletaev // Компьютерная оптика. – 2010. – Т. 34, № 1. – С. 24-34.
- [30] Kachalov, D.G. Stochastic optimization of radial DOE forming intensity distribution along an axial focal zone / D.G. Kachalov, V.S. Pavelyev, S.N. Khonina, R.V. Skidanov, O.Yu. Moiseev // Proceedings of SPIE. – 2010. – Vol. 7717. – P. 77170E.
- [31] Карпеев, С.В. Формирование поляризационно-неоднородных лазерных пучков высокого порядка на основе пучков с круговой поляризацией / С.В. Карпеев, С.Н. Хонина, Н.Л. Казанский, О.Ю. Моисеев // Компьютерная оптика. – 2011. – Т. 35, № 2. – С. 224-230.
- [32] Kachalov, D.G. Application of the direct search in solving a problem of forming longitudinal distribution of intensity / D.G. Kachalov, V.S. Pavelyev, S.N. Khonina, R.V. Skidanov, O.Y. Moiseev // Journal of Modern Optics. – 2011. – Vol. 58(1). – P. 69-76.
- [33] Khonina, S.N. Study of polarization sensitivity of near-field microscope using a binary phase plate / S.N. Khonina, S.V. Alferov, S.V. Karpeev, O.Y. Moiseev // Computer Optics. – 2013. – Vol. 37(3). – P. 326-331.
- [34] Alferov, S.V. Experimental study of focusing of inhomogeneously polarized beams generated using sector polarizing plates / S.V. Alferov, S.V. Karpeev, S.N. Khonina, O.Y. Moiseev // Computer Optics. – 2014. – Vol. 38(1). – P. 57-64.
- [35] Khonina, S.N. Study of Focusing into Closely Spaced Spots Via Illuminating a Diffractive Optical Element by a Short-Pulse Laser Beam / S.N. Khonina, S.A. Degtyarev, A.P. Porfirev, O.Y. Moiseev, S.D. Poletaev, A.S. Larkin, A.B. Savelyev-Trofimov // Computer Optics. – 2015. – Vol. 39(2). – P. 187-196.
- [36] Волков, А.В. Тонкопленочная медь как маскирующий слой в процессе плазмохимического травления кварца / А.В. Волков, Б.О. Володкин, С.В. Дмитриев, В.А. Ерополов, О.Ю. Моисеев, В.С. Павельев // Компьютерная оптика. – 2007. – Т. 31, № 4. – С. 53-54.
- [37] Volkov, A. V. Thin Copper Film for Plasma Etching of Quartz / A. V. Volkov, V. S. Pavelyev, O. Yu. Moiseev, V. A. Eropolov, B.O. Volodkin, K.N. Tukmakov // Optical Memory & Neural Networks (Information Optics). – 2009. – Vol. 18(1). – P. 40-43.

- [38] Агафонов, А.Н. Анализ зависимости разрешающей способности технологии локального термохимического окисления от параметров структуры светочувствительной пленки хрома / А.Н. Агафонов, О.Ю. Моисеев, А.А. Корлюков // Компьютерная оптика. – 2010. – Т. 34, № 1. – С. 101-108.
- [39] Volkov, A.V. Precision laser recording on a molybdenum films for diffractive microrelief formation / A.V. Volkov, O.Y. Moiseev, S.D. Poletaev // Computer Optics. – 2013. – Vol. 37(2). – P. 220-225.
- [40] Alferov, S.V. On the possibility of controlling laser ablation by tightly focused femtosecond radiation / S.V. Alferov, S.V. Karpeev, S.N. Khonina, K.N. Tukmakov, O.Yu. Moiseev, S.A. Shulyapov, K.A. Ivanov, A.B. Savel'ev-Trofimov // Quantum Electronics. – 2014. – Vol. 44(11). – P. 1061-1065.
- [41] Volkov, A.V. Application of thin molybdenum films in contact masks for manufacturing the micro-relief of diffractive optical elements / A.V. Volkov, O.Y. Moiseev, S.D. Poletaev, I.V. Chistyakov // Computer Optics. – 2014. – Vol. 38(4). – P. 757-762.
- [42] Волков, А.В. Термоокислительная деструкция пленок молибдена при лазерной абляции / А.В. Волков, Н.Л. Казанский, О.Ю. Моисеев, С.Д. Полетаев // Журнал технической физики. – 2015. – Т. 85, № 2. – С. 107-111.
- [43] Казанский, Н.Л. Формирование микрорельефа методом термического окисления пленок молибдена / Н.Л. Казанский, О.Ю. Моисеев, С.Д. Полетаев // Письма в Журнал технической физики. – 2016. – Т. 42, № 3. – С. 106-110.
- [44] Волков, А.В. Особенности процесса воздействия лазерного излучения на тонкие пленки молибдена / А.В. Волков, Н.Л. Казанский, О.Ю. Моисеев, В.Д. Паранин, С.Д. Полетаев, И.В. Чистяков // Журнал технической физики. – 2016. – Т. 86, № 4. – С. 101-105.
- [45] Juneja, S. Nanocrystalline silicon thin films and grating structures for solar cells / S. Juneja, S. Sudhakar, S.N. Khonina, R.V. Skidanov, A.P. Porfirev, O.Y. Moiseev, N.L. Kazanskiy, S. Kumar // Proceedings of SPIE. – 2016. – Vol. 9807. – P. 98070F. – doi: 10.1117/12.2232326.
- [46] Волков А.В., Казанский Н.Л., Моисеев О.Ю., Полетаев С.Д. Способ изготовления амплитудных дифракционных оптических элементов и масок для изготовления фазовых структур // Патент РФ на изобретение № 2556313 от 14.06.2013. Бюл. № 19.
- [47] Ганчевская С.В., Казанский Н.Л., Моисеев О.Ю., Полетаев С.Д. Способ изготовления дифракционных оптических элементов // Патент РФ на изобретение № 2601391 от 28.11.2014.
- [48] Skidanov, R.V. Additive process for fabrication of phased optical diffraction elements / R.V. Skidanov, O.Yu. Moiseev, S.V. Ganchevskaya // Journal of Optical Technology. – 2016. – Vol. 83(1). – P. 23-25. – DOI: 10.1364/JOT.83.000023.
- [49] Abul'khanov, S.R. Manufacture of diffractive optical elements by cutting on numerically controlled machine tools / S.R. Abul'khanov, N.L. Kazanskiy, L.L. Doskolovich, O.Y. Kazakova // Russian Engineering Research. – 2011. – Vol. 31(12). – P. 1268-1272.
- [50] Скиданов, Р.В., Казанский, Н.Л., Моисеев, О.Ю. Изображающий гиперспектрометр на основе дифракционной решетки с переменной высотой штрихов // Евразийский патент на изобретение № 024759 от 29.11.2013. Патент опубликован 31.10.2016, бюллетень № 10.