

75 лет академику ран Виктору Александровичу Сойферу

[Г.Я. Красников](#)^{1,2}

¹АО «НИИМЭ», ул. Академика Валиева 6/1, Зеленоград, Москва, Россия, 124460

²Отделение нанотехнологий и информационных технологий Российской академии наук, Ленинский проспект 32а, Москва, Россия, 119334

Аннотация

Как академик-секретарь Отделения нанотехнологий и информационных технологий РАН я рассказываю об административной и научной деятельности президента Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королева, научного руководителя Института систем обработки изображений Российской академии наук академика РАН Виктора Александровича Сойфера – выдающегося ученого в области дифракционной компьютерной оптики и обработки изображений. Анализируется вклад юбиляра в развитие компьютерной оптики, дифракционной нанофотоники, систем анализа и понимания изображений.

Ключевые слова: дифракционная компьютерная оптика, дифракционная нанофотоника, анализ и понимание изображений, оптические вычисления.

Введение

18 июня 2020 года исполнилось 75 лет со дня рождения выдающегося ученого, педагога, руководителя, общественного деятеля, президента Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королева (Самарского университета), научного руководителя Института систем обработки изображений РАН (ИСОИ РАН), академика РАН Виктора Александровича Сойфера.



В статье рассказывается о жизненном пути и научных результатах юбиляра, анализируется вклад В.А. Сойфера в создание и развитие нового направления в науке - компьютерной оптики.

1. Педагогическая и административная работа

Виктор Александрович Сойфер после окончания в 1962 году с отличием средней школы г. Куйбышева поступил на Радиотехнический факультет Куйбышевского авиационного института (КуАИ, ныне – Самарский университет), который закончил с отличием в 1968 году. В 1968-1971 годах проходил обучение в очной аспирантуре КуАИ по специальности «Теоретическая радиотехника» и в 1971 году в Ленинградском электротехническом институте связи защитил диссертацию «Моделирование обобщенного Гауссова канала для анализа и синтеза систем передачи информации» на соискание ученой степени кандидата технических наук. В это же время с 1968 по 1971 годы по совместительству работал младшим научным сотрудником КуАИ. После защиты диссертации с 1971 года В.А. Сойфер работает в КуАИ старшим научным сотрудником, с 1971 по 1973 годы – ассистентом, с 1973 по 1974 годы – старшим преподавателем и в 1974-1981 годы – доцентом. В 1975 году он получает аттестат доцента кафедры автоматизированных систем управления

(АСУ), организует в КуАИ новый факультет, получивший название системотехники (ныне - информатики), и работает деканом с 1975 по 1983 годы.

В 1979 году В.А. Сойфер защищает докторскую диссертацию на тему «Восстановление параметров полей в системах автоматизации экспериментальных исследований» в Ленинградском электротехническом институте. В 1981 году получает диплом доктора технических наук, а в 1982 году – аттестат профессора по кафедре АСУ. В 1982 году он на базе кафедры САПР создает в КуАИ кафедру технической кибернетики, которую возглавлял до июня 2020 года.

В 1988 году В.А. Сойфер на базе своей научной группы организует и становится директором Куйбышевского филиала Центрального конструкторского бюро уникального приборостроения АН СССР [1]. В 1993 году Самарский филиал ЦКБ УП РАН реорганизуется в Институт систем обработки изображений Российской академии наук (ИСОИ РАН), директором которого назначается В.А. Сойфер. С 2015 года В.А. Сойфер становится научным руководителем ИСОИ РАН. С 1 апреля 2016 года ИСОИ РАН – филиал Федерального научно-исследовательского центра «Кристаллография и фотоника» Российской академии наук (ФНИЦ). В.А. Сойфер – руководитель научного направления ФНИЦ, научный руководитель и председатель ученого совета ИСОИ РАН.

В 1990 году В.А. Сойфер был избран ректором КуАИ, под его руководством вуз становится университетом и получает новое название – Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (СГАУ) [2]. В.А. Сойфер работал ректором СГАУ до 18 июня 2010 года, благополучно проведя вуз через тяжелейшие 90-е годы и активно развивая его в нулевые. Под руководством В.А. Сойфера университет в 2006 году выиграл конкурс Минобрнауки РФ на выполнение инновационных образовательных программ, а в 2009 году стал одним из первых пятнадцати национальных исследовательских университетов России. В 2010 году В.А. Сойфер был избран, а в 2015 – переизбран президентом СГАУ. Он активно помогал ректору Е.В. Шахматову и своими идеями существенно способствовал победе университета в первом конкурсе программ повышения конкурентоспособности ведущих российских вузов (программе «5-100»). В 2015 году к СГАУ присоединяется Самарский государственный университет и вуз получает новое название – Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева. В.А. Сойфер проводит большую работу по выявлению узких мест, возникающих в результате объединения, и предотвращению возможных конфликтов. Его мудрость, тактичность, широкий кругозор и высокий авторитет позволили пройти процесс объединения без тяжелых потрясений, несмотря на усилия ряда политических деятелей набрать очки на раздувании неизбежных репутационных и должностных потерь сотрудников классического университета. В 2020 году В.А. Сойфер избран ученым советом и утвержден Министерством науки и высшего образования РФ в должности президента Самарского университета на новый пятилетний срок.

В.А. Сойфер подготовил 19 докторов и 25 кандидатов наук, в настоящее время консультирует двух докторантов, один из которых уже представил в совет диссертацию. Он – автор соавтор более 700 научных работ, в том числе, 20 монографий, двух учебников, 62 патентов.

В 2000 году В.А. Сойфер был избран членом-корреспондентом, а в 2016 году – действительным членом Российской академии наук по секции Информационные технологии и автоматизация Отделения нанотехнологий и информационных технологий РАН (ОНИТ РАН). С 2018 года В.А. Сойфер работает в бюро ОНИТ РАН, отвечая за связи Отделения с вузами.

2. Научная деятельность

2.1. Результаты в области статистической теории связи

Первая научная работа студента В.А. Сойфера в соавторстве со студентом Б.А. Есиповым была опубликована в 1967 году в сборнике студенческих научных работ КуАИ. Она называлась «Накопление информации повторением» [3]. В ней рассмотрен метод уменьшения потерь информации, которая передается в дискретном двоичном Гауссовом канале с потерями.

В аспирантуре под руководством заслуженного деятеля науки РФ профессора Даниила Давидовича Кловского [4] В.А. Сойфер работал над задачами статистической теории связи [5 – 14].

К числу актуальных для того времени работ, где исследовались особенности реализации и потенциальные возможности передачи информации в каналах связи с рассеянием, относятся работы [5, 6], в которых рассмотрена пропускная способность многолучевых каналов в условиях медленных замираний.

В частности, обобщение задачи оптимального приема в каналах с многолучевым распространением и пространственным разнесением на случай оптимального приема в пространственно-временных каналах в тот период носило во многом чисто умозрительный характер. Даже в 90-х годах практическая реализация пространственно-временной обработки сигналов в телекоммуникационных системах не имела практических примеров. Однако сегодня, спустя 45 лет, развитие современных цифровых технологий программно-ориентированного радио, технологий цифровых адаптивных активных фазированных решеток, технологий передачи, использующих несколько передающих и приемных антенн одновременно (MIMO), делает подходы, разработанные в те годы, актуальными в практических задачах. В этой связи стоит упомянуть серию работ В.А. Сойфера и Д.Д. Кловского [7–11] и монографию [12], в которых решён ряд задач пространственно-временной обработки сигналов.

2.2. Результаты в области обработки и анализа изображений

От работ в области пространственно-временной обработки сигналов В.А. Сойфер естественным образом перешел к задачам цифровой обработки и анализа изображений. Исторически первым направлением обработки изображений, разрабатываемым научной группой В.А. Сойфера, была автоматизация оптических исследований. Решались задачи восстановления двумерных полей, получаемых в условиях линейных динамических искажений и случайного шума, при проведении различных голографических экспериментов [13]. В частности, был предложен и исследован класс вычислительно эффективных спектрально-рекуррентных алгоритмов восстановления [14, 15]. Параллельно начала разрабатываться актуальная тематика сжатия (компрессии) изображений, т.е. их кодирования с целью уменьшения объема данных, передаваемых по каналам связи или хранимых в памяти компьютеров [16, 17]. Этот этап научной деятельности подытожила в 1982 году монография [18].

Задача компьютерной обработки результатов интерферометрических измерений инициировала большой цикл теоретических исследований по представлению изображений в виде так называемого «поля направлений» [19–21]. Такое представление устраняет структурную избыточность многих типов изображений, состоящих из большого числа тонких повторяющихся линий – квазипериодических областей, сокращает объем данных и существенно повышает качество интерпретации и распознавания изображенных объектов. Метод поля направлений оказался чрезвычайно полезным не только для обработки интерферограмм технических объектов [22], но и для анализа дактилоскопических изображений, актуального для криминалистики и систем управления доступом [23, 24], для классификации кристаллографических препаратов жидкостей, используемой в медицинской диагностике [25], и для исследования разнообразных древовидных (ветвящихся) структур на изображениях [26]. Позже «кристаллографическая» ветвь этих исследований получила самостоятельное развитие в направлении анализа и распознавания наномасштабных изображений [27], был предложен ряд вычислительных методов анализа текстур и распознавания типа наблюдаемых кристаллических решёток [28].

Идентификация (оценка параметров) практически всегда выполняется в условиях ограниченного объема исходных данных (наблюдений), что обусловлено и трудностью получения изображений, и их пространственной неоднородностью, и меняющимся характером искажений, как случайных, так и детерминированных. Решение задач идентификации обычно ищется в рамках классической теории статистического оценивания, однако при малом числе наблюдений оно оказывается необоснованным и ненадежным. Предложенный В.А. Сойфером с соавторами альтернативный метод базируется на так называемом принципе согласованности оценок [21, 29]. Идея метода состоит в выборе среди наблюдений самого информативного (неискаженного, свободного от шума) подмножества, обеспечивающего получение наиболее точных оценок параметров идентифицируемой системы. Введенный критерий относительной согласованности оценок позволяет формировать это подмножество при отсутствии априорной информации об условиях получения исходных данных для идентификации.

Под руководством и при непосредственном участии В.А. Сойфера создан и введен в эксплуатацию ряд автоматизированных геоинформационных систем: ГИС регионального, муниципального или отраслевого уровня, активно работающих с космической информацией, а также регулярно пополняемый банк космических снимков Самарской области [30]. С их помощью решается широкий спектр задач тематической (в интересах конкретных групп потребителей) обработки изображений.

ражений дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ): оценки ареалов растительности и мониторинга природных экосистем, распознавания и мониторинга сельскохозяйственных культур (в рамках ГИС агропромышленного комплекса Самарской области), выявления антропогенных изменений территории, в частности, анализа городских агломераций [31] и др. Многие из перечисленных выше результатов нашли свое отражение в монографии [32].

Разработаны методы и информационные технологии распознавания и статистической обработки ансамблей микрочастиц для автоматического анализа изображений препаратов крови [33]. Разработан комплекс математических методов и алгоритмов для измерения объектов на цифровых изображениях [34] и на это основе создана экспертная компьютерная система ранней диагностики глазных заболеваний и сахарного диабета по изображениям глазного дна [35, 36] и решены задачи компьютерного анализа изображений в травматологии (при выявлении, локализации и определении геометрических характеристик внутриглазных и внутричерепных инородных тел) [37].

По инициативе В.А. Сойфера в ИСОИ РАН применительно к цифровым изображениям стали интенсивно развиваться кластерные технологии, распределенные хранение и обработка, параллельное программирование [38], интеллектуальный анализ на основе использования технологий искусственного интеллекта и «big data» [39].

2.3. Формирование волновых фронтов

Одновременно с решением задач цифровой обработки изображений В.А. Сойфер заинтересовался возможностями цифровой голографии и оптической обработки информации [13, 14, 40]. Значительный успех пришел благодаря сотрудничеству с Отделением А ФИАН, возглавляемым нобелевским лауреатом академиком А.М. Прохоровым, с научной группой Иосифа Нораировича Сисакяна [41]. По словам В.А. Сойфера «Физики оплодотворили наши экзерсисы по пространственным фильтрам, были поставлены совершенно новые задачи, имеющие глубокий физический смысл».

Первый шаг, приведший к формированию нового научного направления «компьютерная оптика», был сделан В.А. Сойфером с его учениками М.А. Голубом и С.В. Карпеевым в сотрудничестве с учеными Отделения А ФИАНа А.М. Прохоровым, И.Н. Сисакяном и Е.С. Живописцевым в задаче контроля асферической оптики. Нужно было создать оптический элемент, формирующий волновой фронт заданной формы. Предполагалось использование теневого метода контроля асферических зеркал вместо традиционного интерферометрического. При этом рассчитанный на ЭВМ и изготовленный с помощью фотопостроителя дифракционный оптический элемент (ДОЭ) – компенсатор – был предназначен для корректировки динамического диапазона теневой картины. Результаты были опубликованы в 1980 году в журнале «Доклады Академии наук СССР» [42]. В дальнейшем изготовленный тогда компенсатор удалось использовать и в интерференционной системе [43]. Следует отметить, что разработанные методы, в отличие от применявшихся тогда в Государственном институте прикладной оптики (г. Казань) и несколько позже в Институте автоматки и электрометрии СО РАН (г. Новосибирск), позволяли делать и неосесимметричные элементы, предназначенные для контроля внеосевых сегментов асферических зеркал [44–46]. Развивая это направление, М.А. Голуб, И.Н. Сисакян и В.А. Сойфер опубликовали в 1991 году статью [47], в которой рассчитали дуплет оптических элементов, позволяющих сформировать на волновом фронте заданной формы требуемое распределение интенсивности, т.е. объединить возможности дифракционных компенсаторов и фокусаторов лазерного излучения.

2.4. Создание фокусаторов лазерного излучения

Судить о формировании научного направления «Компьютерная оптика» стало возможно после создания фокусаторов лазерного излучения. Идея фокусатора возникла в связи с набирающей тогда популярность темой управляемого термоядерного синтеза. Одной из фундаментальных проблем, которую предстояло решить, было управление формой области фокусировки лазерного излучения, воздействующего на плазму. Требовалось создать заданное распределение интенсивности чисто фазовым элементом, причем основным критерием качества фокусировки была энергетическая эффективность. Пионерские работы В.А. Сойфера были посвящены расчету и исследованию первых фокусаторов, концентрирующих лазерное излучение в продольный отрезок [48] и в кольцо [49]. В работах по созданию фокусаторов В.А. Сойфер и его ученики из КуАИ (М.А. Голуб, С.В. Карпеев и др.) активно взаимодействовали и обменивались идеями с сотрудниками И.Н. Сисакяна – В.А. Даниловым, В.В. Поповым, Е.В. Сисакян, Е.В. Курмышевым,

Е.А. Отливанчиком и др. В последующих работах В.А. Сойфер вместе со своими соавторами из Самары и Москвы развивал методы решения обратных задач теории дифракции для создания новых типов фокусаторов [50–71] и технологии формирования дифракционного микрорельефа [72–78], необходимые для повышения дифракционной эффективности фокусаторов и их практического использования [57, 62, 79].

Исследования по фокусаторам породили множество методов, решений, идей, использованных для создания других классов дифракционных оптических элементов, например, многофункциональных ДОЭ [80–83]. Это оптические элементы, работающие по-разному (как требуется для решения поставленной задачи) в разных дифракционных порядках. Это обеспечивает возможность создания многофокусных линз, высокоэффективных бинарных (имеющих две градации дифракционного микрорельефа) фокусаторов в составные области (например, предназначенных для буквенной маркировки). В результате использования этого подхода получаются ДОЭ, по своим выходным параметрам существенно превосходящие традиционные оптические элементы.

Другое направление, порожденное исследованиями по фокусаторам, это создание оптических антенн – ДОЭ, формирующих требуемую диаграмму направленности излучения [84, 85]. В последующем математический аппарат, созданный для фокусаторов, был использован для расчета дифракционных структур, предназначенных для фокусировки поверхностных электромагнитных волн [86, 87].

2.5. Моделирование в компьютерной оптике

Одним из направлений, инициированных исследованиями по фокусаторам, было решение задач, связанных с математическим моделированием в компьютерной оптике. Актуальность для компьютерной оптики этого направления И.Н. Сисакян и В.А. Сойфер обосновали [88] большим выбором вариантов расчета оптических элементов, значительным диапазоном возможных физических параметров ДОЭ, параметров дискретизации и квантования формы дифракционного микрорельефа, большим выбором методов формирования дифракционного микрорельефа. Дороговизна и длительный цикл создания нового типа ДОЭ требуют перед окончательным выбором параметров изготовления провести тщательное теоретическое исследование, важнейшей частью которого является математическое моделирование. Исследования здесь велись по нескольким направлениям. Во-первых, это численные расчеты в рамках скалярной теории дифракции (в приближении Френеля-Кирхгофа) полей, создаваемых фокусаторами. На основе многофакторности и многовариантности таких вычислений, учитывающих различные аспекты технологий расчета и изготовления фокусаторов, М.А. Голуб, Н.Л. Казанский, И.Н. Сисакян и В.А. Сойфер охарактеризовали такое моделирование как «вычислительный эксперимент» [89]. Перед изготовлением этим методом было исследовано множество фокусаторов [89–93]. Важным направлением численного эксперимента в компьютерной оптике и дифракционной нанопотонике является получение результатов расчета в рамках строгой электромагнитной теории. Такое моделирование становится необходимым, когда размер ячеек (зон) микрорельефа ДОЭ, имеющих постоянную высоту, сравним с рабочей длиной волны ДОЭ. В этом случае результаты, полученные в рамках скалярной теории дифракции, могут иметь значительную погрешность. Одной из пионерских работ по численному исследованию ДОЭ в рамках электромагнитной теории является статья В.А. Сойфера с учениками [94]. Много внимания В.А. Сойфер уделял аналитическим исследованиям асимптотического поведения полей, формируемых фокусаторами с различными фазовыми функциями [95–97], всегда подчеркивая важность для понимания физических явлений любой аналитики.

2.6. Управление поперечно-модовым составом лазерного излучения

Окончательно о формировании нового научного направления можно говорить после появления пионерских статей В.А. Сойфера с учениками и коллегами из Отделения А ФИАНа, посвященных анализу и формированию поперечно-модового состава лазерного излучения с помощью элементов компьютерной оптики [98–106]. Со стороны Отделения А ФИАНа в работах участвовали молодые сотрудники из группы И.Н. Сисакяна: С.Г. Кривошлыков, В.И. Аджалов, В.П. Гаричев и др. В этих работах с помощью компьютера и фотопостроительной машины синтезировались цифровые голограммы-фильтры, согласованные с пространственными модами (Эрмита-Гаусса или Лагерра-Гаусса), которые использовались для формирования лазерных пучков с заданным модовым составом и для селекции мод, то есть для пространственного разделения мод.

Были изготовлены пространственные фильтры, названные моданами, и проведены натурные эксперименты по измерению мощностей отдельных поперечных мод в волоконных световодах [99, 100]. Следует отметить интересную аналогию с классической оптикой, сформулированную В.А. Сойфером. До изобретения призмы, разлагающей белый свет в спектр, понятие спектральных компонент, или продольных мод, носило абстрактный характер и обрело конкретику лишь с появлением этого оптического элемента. С появлением моданов реальностью стал спектр поперечных мод, до этого существовавший лишь в форме математических абстракций.

Методы цифровой голографии позволяют формировать различные моды в разных дифракционных порядках [105 – 106], обеспечивая одновременное формирование различных мод, что может быть использовано, например, для повышения пропускной способности каналов связи. В.А. Сойфером были подготовлены подробные обзоры по теме моданов, например [103], и опубликована монография [104].

2.7. Вихревая (сингулярная) оптика

В 1984 году была опубликована статья В.А. Сойфера с соавторами [107], посвященная Бессель–оптике. Эта работа имеет большое значение для фундаментальной оптики. Впервые было предложено рассматривать комплексную фазовую функцию, аргумент которой линейно зависит от полярного угла (угловую гармонику) как функцию пропускания оптического элемента. Было предложено с помощью такого ДОЭ оптически реализовывать преобразование Ханкеля n порядка. Эта работа положила начало нового подраздела вихревой оптики – Бессель–оптики. В 1992 году бездифракционный пучок Бесселя первого порядка был сформирован с помощью фазового дифракционного вихревого аксикона в работе В.А. Сойфера с соавторами [108].

Гауссов пучок с внедренным оптическим вихрем был сформирован почти одновременно в 1992 году разными авторами и разными способами: с помощью амплитудной дифракционной решетки с «вилкой» М.С. Соскиным с соавторами, амплитудной спиральной зонной пластинки Н.Р. Хекенбергом с соавторами и спиральной фазовой пластинки В.А. Сойфером с соавторами [109]. Работа В.А. Сойфера была более прогрессивна в технологическом отношении, так как впервые был создан фазовый дифракционный оптический элемент (спиральная фазовая пластинка) [109], обладающий большей эффективностью, чем амплитудные линейная и кольцевая дифракционные решетки.

Работы 1992-1993 годов В.А. Сойфера с соавторами по формированию кольцевого распределения интенсивности с фазовой сингулярностью с помощью вихревых аксиконов [108, 109] на много лет опередили работы по формированию совершенных оптических вихрей, у которых радиус светового кольца не зависит от величины топологического заряда. В [110] разработан итеративный алгоритм для расчета фазового оптического элемента без несущей пространственной частоты, предназначенного для формирования суперпозиции с заданным составом бездифракционных вихревых мод Бесселя. А в [111] предложен итеративный алгоритм для формирования суперпозиции мод Бесселя не только с разными топологическими зарядами, но и с разным масштабом. Такая суперпозиция приводит к формированию в фокусе сферической линзы набора концентрических колец – совершенных вихрей разных масштабов.

В.А. Сойфером с соавторами в 1997 году с помощью дифракционных оптических элементов [112] были сформированы вращающиеся лазерные пучки. Были сформированы не только вращающиеся пучки, состоящие из нескольких мод Лагерра–Гаусса, но и пучки, состоящие из набора мод Бесселя [113 – 116]. Для вращения световых пучков при распространении в пространстве требуется создать линейную комбинацию соосных вихревых лазерных пучков со специально подобранными топологическими зарядами. Причем суперпозиция из нескольких мод Бесселя [115] может вращаться с большей скоростью, чем пучок, состоящий из нескольких мод Лагерра–Гаусса, который поворачивается всего на угол 90 градусов. С помощью бинарного фазового элемента были сформированы два одинаковых лазерных пучка, вращающихся в разные стороны (по часовой и против часовой стрелки) [117]. Хотя вращающийся пучок состоит из суперпозиции вихревых пучков, он может не обладать орбитальным угловым моментом [118].

Развитые В.А. Сойфером и его учениками методы расчета и изготовления моданов, кратко описанные в предыдущем пункте, позволили создать дифракционные оптические элементы, как для формирования вихревых лазерных пучков с заданным орбитальным угловым моментом (ОУМ), так и для селекции (пространственного разделения) отдельных мод. С помощью таких

многопорядковых ДОЭ в 2001 году был впервые измерен ОУМ вихревого лазерного пучка [119, 120]. В эксперименте с помощью одного ДОЭ формировался лазерный пучок, состоящий из пяти мод Лагерра–Гаусса с разными топологическими зарядами. Этот лазерный пучок падал на второй 24-х канальный ДОЭ, согласованный с 24 разными модами Лагерра–Гаусса. После прохождения второго ДОЭ, свет пространственно разделялся на 24 дифракционных порядка. Если в падающем пучке была мода Лагерра–Гаусса, которая совпадала с одной из мод второго ДОЭ, то в данном дифракционном порядке наблюдался корреляционный максимум интенсивности.

В 2004 году В.А. Сойфером с соавторами исследованы астигматические пучки Бесселя [121], которые формируются при наклонном падении лазерного пучка на ДОЭ, согласованный с модой Бесселя. При наклонном падении вместо набора световых колец появляются эллипсы и оптический вихрь в центре распадается на несколько оптических вихрей, число которых равно топологическому заряду исходного пучка Бесселя. В работе [122] описан расходящийся вихревой пучок Бесселя, с помощью которого было продемонстрировано вращение нескольких микрочастиц полистирола по первому световому кольцу. Такое вращение микрочастиц по окружности в сечении вихревого пучка наблюдается при передаче ОУМ от пучка к частице.

В работе [123] В.А. Сойфера с соавторами были детально исследованы «чистые» оптические вихри (когда в плоскую волну внедрен оптический вихрь) и Гауссовы вихри (когда Гауссов пучок проходит через спиральную фазовую пластинку). Эти пучки описываются суммой двух функций Бесселя первого и второго рода. В [124] рассмотрены эллиптические пучки Лагерра–Гаусса, которые были сформированы с помощью наклонного падения Гауссова пучка на ДОЭ, согласованный с обычной модой Лагерра–Гаусса. Экспериментально и теоретически было показано, что при распространении пучка исходный набор концентрических световых эллипсов видоизменяется. При этом оптический вихрь в центре пучка распадается на несколько оптических вихрей с единичным топологическим зарядом, число которых равно топологическому заряду исходного вихря. В дальней зоне опять восстанавливается начальная структура пучка (набор концентрических эллипсов), но повернутая на 90 градусов.

В 2007 году группой ученых под руководством В.А. Сойфера был исследован новый тип вихревых лазерных пучков – гипергеометрические моды [125]. Эти пучки описываются гипергеометрической функцией (или функцией Куммера). В отличие от других точных решений параксиального уравнения Гельмгольца в цилиндрических координатах (например, пучков Лагерра–Гаусса), у гипергеометрических пучков есть дополнительный непрерывный параметр, с помощью которого можно управлять расходимостью таких пучков.

В 2011 году В.А. Сойфером с соавторами были получены самофокусирующиеся гипергеометрические лазерные пучки [126], а также показано, что такие пучки формируются при дифракции на логарифмическом аксиконе [127]. В следующем году были открыты непараксиальные вихревые лазерные пучки Ханкеля–Бесселя [128], которые отличаются от мод Бесселя тем, что их комплексная амплитуда описывается произведением двух линейно независимых решений уравнения Куммера. Например, в частном случае пучок Ханкеля–Бесселя описывается произведением функции Ханкеля и Бесселя с полуцелыми номерами.

Начиная с 2014 года, В.А. Сойфером и его учениками были найдены несколько новых семейств вихревых лазерных пучков, которые являются точными решениями уравнений Гельмгольца и его параксиального варианта. Эти вихревые пучки не имеют осевой (круговой) симметрии и поэтому называются асимметричными вихревыми пучками. Было рассмотрено двухпараметрическое семейство бездифракционных непараксиальных асимметричных пучков Бесселя [129] и параксиальных асимметричных пучков Бесселя–Гаусса [130], а также их суперпозиций [131]. Эти пучки описываются функциями Бесселя первого рода целого порядка с комплексным аргументом. Асимметричные пучки Бесселя имеют счётное число изолированных нулей интенсивности, лежащих на горизонтальной оси и имеющих единичный топологический заряд (за исключением осевого нуля интенсивности) и разные знаки с разных сторон от оптической оси. Ноль интенсивности, лежащий на оптической оси, имеет топологический заряд, равный порядку функции Бесселя. Асимметричные пучки Бесселя имеют кольцевой спектр по углу, задающему направление волнового вектора, и распределение фазы по полярному углу. Асимметричные пучки Бесселя являются бездифракционными модами свободного пространства и имеют дробный ОУМ, который растёт линейно с ростом номера моды. Пучок нулевого порядка имеет максимум

интенсивности на оптической оси и изолированные нули интенсивности вблизи корней функции Бесселя и обладает ОУМ.

Под руководством В.А. Сойфера были открыты новые векторные вихревые лазерные пучки Ханкеля с линейной [132] и круговой поляризацией. Эти вихревые пучки описываются с помощью функций Ханкеля с полужелтыми номерами и являются точным решением системы уравнений Максвелла. Получены явные аналитические выражения для проекций электрического и магнитного векторов вихревых пучков Ханкеля с правой и левой круговой поляризациями.

Большой интерес редакции *Journal of Optics* и научного сообщества вызвала статья [133], посвященная формированию цилиндрических векторных пучков с помощью внеосевых кристаллов.

Пучки с орбитальным угловым моментом широко используются во многих спектральных диапазонах, включая видимый свет, радиочастотный диапазон и даже мягкое рентгеновское излучение. Но терагерцовый диапазон еще недостаточно изучен, и очень мало исследований было посвящено генерации терагерцовых вихревых пучков. В.А. Сойфером с соавторами по технологии плазмохимического травления были изготовлены кремниевые бинарные фазовые пластины со спиральной структурой (типа спирального аксикона), которые преобразуют падающую плоскую волну с длиной волны 141 мкм в вихревую [134]. С использованием новосибирского лазера на свободных электронах в качестве источника непрерывного излучения были сформированы бездифракционные бесселевы вихревые пучки с топологическими зарядами ± 1 и ± 2 и средней мощностью 30 Вт в терагерцовом диапазоне. Пространственные характеристики пучков были исследованы с использованием матрицы микроболометров. Была продемонстрирована способность к самовосстановлению полученных пучков Бесселя после небольших искажений. Изучение фундаментальных проблем управления излучением и формирования новых типов лазерных пучков имеет не только теоретическую значимость, но и открывает ряд интересных возможностей прикладного использования достижений вихревой оптики [135–139], это в первую очередь повышение устойчивости оптической связи в атмосфере [135–137] и создание устройств для оптического микроманипулирования [122, 138], а также повышение пропускной способности волоконных линий связи [139].

2.8. Дифракционная нанофотоника и оптические вычисления

Развитие вычислительных возможностей современных компьютеров и достижения наноэлектроники позволили В.А. Сойферу поставить перед своим коллективом задачу расширения исследований на решение проблем дифракционной нанофотоники [140–151]. Были выполнены работы по фокусировке поверхностных электромагнитных волн и плазмон-поляритонов [86–87], созданию фотонно-кристаллической линзы для высокоэффективного соединения двух волноводов [142], по расчету наноструктурированного магнитооптического элемента, усиливающего эффекты изменения фазы формируемых им дифракционных порядков [143], выявлению и анализу резонансных эффектов в плазмонных структурах [149–151], расчету фотонно-кристаллических волноводов [145], в том числе для создания компактных и энергосберегающих устройств дистанционного зондирования Земли [148].

Особое внимание В.А. Сойфер уделяет использованию возможностей дифракционной нанофотоники для реализации оптических вычислений. В 1987 году в своем предисловии к первому выпуску журнала «Компьютерная оптика» академик Е.П. Велихов, в частности, отмечал [152]: «...компьютерная оптика – это не только компьютеры в оптике, но и оптика в компьютерах. Уже сегодня создан целый ряд оптических элементов, предназначенных для обработки информации и способных решать широкий спектр интересных задач». В XXI веке ведущие производители вычислительной техники (IBM, Intel) активно развивают технологии создания вычислительных систем, в которых в качестве информационных носителей вместо электрических сигналов используются оптические, и с 2015 года наладили выпуск чипов с фотонными компонентами. Одновременно с этим прогресс в проектировании и изготовлении метаповерхностей и метаматериалов обеспечил прорыв в создании оптических элементов для аналоговых электронно-оптических вычислительных систем, и элементы нанофотоники рассматриваются как новая элементная база для аналоговых вычислений и оптической обработки информации [147–149]. Научная школа В.А. Сойфера вносит существенный вклад в развитие элементной базы оптической обработки информации [153] и оптических вычислений [154–156], предлагая новые оптические элементы и дифракционные структуры и подтверждая их эффективность не только средствами математического моделирования, но и в оптическом эксперименте [164]. В.А. Сойфером и его учениками предложено

ны и рассчитаны резонансные дифракционные структуры для пространственного [158, 160, 164, 166] и временного [154, 156, 157] дифференцирования и интегрирования оптических сигналов, для реализации сложных математических операций, таких как оператор Лапласа [159]. Это позволило В.А. Сойферу, выступая с трибуны Президиума РАН, говорить о перспективе создания на основе достижений дифракционной нанофотоники прорывных информационных технологий [167].

В.А. Сойфер придает большое внимание обобщению и систематическому анализу получаемых результатов. Это проявляется в тщательной работе с докторантами, в больших усилиях по подготовке отдельных глав и фундаментальных монографий [12, 18, 21, 32, 76, 77, 83, 104, 139, 144, 146–149, 168, 169] на всем протяжении его научной карьеры. Подготовленные им монографии вышли в престижных издательствах – «Радио и связь», «Наука», «Физматлит», «CRC Press» (США), «Taylor & Francis» (Великобритания), «John Wiley & Sons, Inc.» (США) и др. Монография [76] переведена на китайский язык и вышла в 2007 году в издательстве «Тяньжин Пресс», а второе издание монографии «Методы компьютерной оптики» [169] было рекомендовано Министерством образования РФ в качестве учебника для вузов.

Результаты В.А. Сойфера вызывают интерес ученых всего мира, о чем свидетельствуют его показатели цитируемости в основных библиометрических базах данных: в научной электронной библиотеке (РИНЦ, SPIN-код: 2506-1933, AuthorID: 3028, Хирш 50), в Скопусе (Идентификатор автора: 36836834300, Хирш 40) и Web of Science (ResearcherID C-3088-2017, Хирш 34).

3. Общественная деятельность и общественное признание

Педагогическую, научную и административную деятельность В.А. Сойфер сочетает с общественной работой: он член редколлегии журналов «Автометрия», «Вычислительные технологии», «Pattern Recognition and Image Analysis», «Труды СПИИ РАН», «Известия Самарского научного центра Российской академии наук», «Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение», «Мехатроника, автоматизация, управление», «Инфокоммуникационные технологии». Вместе с членом-корреспондентом РАН Б.В. Крыжановским В.А. Сойфер - со-главный редактор скопусовского журнала «Optical Memory & Neural Networks (Information Optics)». Много внимания В.А. Сойфер уделяет развитию журнала «Компьютерная оптика», главным редактором которого он был утвержден нашим Отделением РАН в 2007 году (Постановление бюро Отделения информационных технологий и вычислительных систем РАН от 22 марта 2007 года № 2-8). В.А. Сойфер тщательно прорабатывает стратегию развития журнала [170], формулирует его основные научные направления, формирует состав редакционной коллегии, регламент прохождения статей. Благодаря этому в 2017 году журнал был включен в Web of Science Core Collection [171], а по итогам 2019 года вошел в первый квартиль Скопус (<https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100203110&tip=sid&clean=0>).

В.А. Сойфер – член межведомственного совета по присуждению премий Правительства РФ, председатель 3 специализированных докторских советов, член экспертной группы Международной премии в области нанотехнологий "RUSNANOPRIZE", член правления Международной ассоциации распознавания образов (IAPR), член Международной ассоциации президентов университетов (IAUP), эксперт РФФИ и Сколково. В.А. Сойфер уже в течение 12 лет успешно работает председателем Общественной палаты Самарской области.

Достижения В.А. Сойфера в научной и педагогической работе отмечены различными государственными, региональными и международными наградами:

- 1992 год – Государственная премия РФ в области науки и техники – вместе с другими учеными Самарского университета (В.А. Барвинок, В.И. Богданович, П.А. Бордаков, В.И. Мордасов, А.Г. Цидулко, В.П. Шорин), И.Н. Сисакяном и специалистами из промышленности;
- 1992 год – Почетная грамота Президиума Верховного Совета Российской Федерации;
- 1993 год – Первая премия Германского общества содействия прикладной информатике за лучшую научную работу в области обработки изображений и распознавания образов (вместе со С.Н. Хониной);
- 1995 год – Орден Почета;
- 2001 год – губернская премия в области науки и техники;
- 1999 год – звание «Заслуженный деятель науки РФ»;

- 2000 год – избран членом-корреспондентом Российской академии наук по Отделению информационных технологий и вычислительных систем РАН;
- 2004 год – Орден «За заслуги перед Отечеством» IV степени;
- 2007 год – премия Губернатора Самарской области за выдающиеся достижения в области науки и техники;
- 2008 год – премия Правительства РФ за выдающиеся достижения в области науки и техники;
- 2010 год – Орден «За заслуги перед Отечеством» III степени;
- 2010 год – премия Правительства РФ в области образования;
- 2014 год – премия “Scopus Award Russia” от издательства «Эльзевир» (“Elsevier”) в номинации «За вклад в развитие науки» (награда совместно с Российским фондом фундаментальных исследований);
- 2014 – звание «Почетный гражданин Самарской области»;
- 2015 год – Орден Почета Европейской академии естественных наук г. Ганновера «За большой вклад в научные исследования»;
- 2016 год – избран действительным членом Российской академии наук по Отделению нанотехнологий и информационных технологий РАН.

Заключение

Желаю Виктору Александровичу Сойферу крепкого здоровья, неиссякаемой энергии, неутихающего научного любопытства, талантливых учеников и новых творческих свершений на благо нашей Родины и отечественной науки!

Литература

- [1] Sokolov, V.O. Image Processing Systems Institute of the RAS: New Challenges // Journal of Physics: Conference Series. – 2018. – Vol.1096(1). – P.012024.
- [2] Со́йфер, В.А. Самарский аэрокосмический - шаг в будущее // Аккредитация в образовании. – 2008. – № 25. – С. 74-76.
- [3] Есипов Б.А., Со́йфер В.А. Накопление информации повторением // Сборник студенческих научных работ КуАИ. – Куйбышев. – 1967. – № 28. – С. 121-129.
- [4] Брайнина, И.С. Профессор Д.Д. Кловский: биографический очерк / И.С. Брайнина, О.В. Горячкин, В.Г. Карташевский, Б.И. Николаев, В.А. Шилкин / Инфокоммуникационные технологии. – 2006. – Т. 4, № 1. – С. 9-11.
- [5] Со́йфер, В.А. Оценка времени запаздывания импульсных сигналов, прошедших обобщенный радиоканал // Радиотехника. – 1969. – Т. 24, № 3. – С. 34-39.
- [6] Кловский, Д.Д. Пропускная способность многолучевых каналов / Д.Д. Кловский, В.А. Со́йфер / Проблемы передачи информации. – 1972. – Т. 8, № 1. – С. 16-25.
- [7] Кловский, Д.Д. Оптимальный приём дискретных сообщений в каналах с частотно-временной селективностью / Д.Д. Кловский, В.А. Бочкарёв, В.А. Со́йфер // Радиотехника. – 1971. – Т. 26, № 2. – С. 36-44.
- [8] Кириллов, Н.Е. Пространственно-временные характеристики линейных каналов с переменными параметрами / Н.Е. Кириллов, В.А. Со́йфер // Проблемы передачи информации. – 1972. – Т. 8, № 2. – С. 40-46.
- [9] Кловский, Д.Д. Помехоустойчивость широкополосной системы с противоположными сигналами при оптимальной пространственно-временной обработке / Д.Д. Кловский, В.А. Со́йфер // Радиотехника и электроника. – 1972. – Т. XVII, № 12. – С. 2609-2612.
- [10] Кловский, Д.Д. Оптимальная обработка пространственно-временных полей в каналах с селективными замираниями / Д.Д. Кловский, В.А. Со́йфер // Проблемы передачи информации. – 1974. – Т. 10, № 1. – С. 73-79.
- [11] Со́йфер, В.А. Алгоритм обработки полей, использующий линейные оценки канала // Проблемы передачи информации. – 1975. – Т. 11, № 3. – С. 98-100.
- [12] Кловский, Д.Д. Обработка пространственно-временных сигналов (в каналах передачи информации) / Д.Д. Кловский, В.А. Со́йфер – М.: Радио и связь, 1976. – 208 с.
- [13] Со́йфер, В.А. Алгоритм восстановления данных голографического эксперимента / В.А. Со́йфер // Автометрия. – 1978. – № 3. – С. 16-24.
- [14] Водзинский, А.И. Исследование пространственных ансамблей частиц с применением метода цифровой голографии / А.И. Водзинский, В.А. Со́йфер, А.Г. Храмов // Материалы Девятой Всесоюзной школы по голографии – Л., 1977. – С. 187-198.

- [15] Сойфер, В.А. Алгоритмы восстановления полей, допускающие простую реализацию на ЭВМ / В.А. Сойфер, А.Г. Храмов // *Материалы XI Всесоюзной школы по автоматизации научных исследований: Методы и средства автоматизации научных исследований* – Минск: ИТК АН БССР, 1978. – С. 29-33.
- [16] Виттих, В.А. Сжатие данных при экспериментальных исследованиях физических полей / В.А. Виттих, В.А. Сойфер, А.А. Ямович // *Автоматика и вычислительная техника*. – 1972. – № 6. – С. 61-66.
- [17] Сергеев, В.В. Имитационная модель изображения и метод сжатия данных / В.В. Сергеев, В.А. Сойфер // *Автоматика и вычислительная техника*. – 1978. – № 3. – С. 76-78.
- [18] Виттих, В.А. Обработка изображений в автоматизированных системах научных исследований / В.А. Виттих, В.В. Сергеев, В.А. Сойфер – М.: Наука, 1982. – 214 с.
- [19] Soifer, V.A. The Method of the Directional Field in the Interpretation and Recognition of Images with Structure Redundancy / V.A. Soifer, V.V. Kotlyar, S.N. Khonina, A.G. Khramov // *Pattern Recognition and Image Analysis*. – 1996. – Vol. 6(4). – P. 710-724.
- [20] Soifer, V.A. Image recognition using a directions field technique / V.A. Soifer, V.V. Kotlyar, S.N. Khonina, A.G. Khramov, R.V. Skidanov // *Proceedings of SPIE*. – 1997. – Vol. 3346. – P. 238-258. DOI: 10.1117/12.301374.
- [21] Гашников, М.В. Методы компьютерной обработки изображений / М.В. Гашников, Н.И. Глумов, Н.Ю. Ильясова, В.В. Мясников, С.Б. Попов, В.В. Сергеев, В.А. Сойфер, А.Г. Храмов, А.В. Чернов, В.М. Чернов, М.А. Чичева, В.А. Фурсов – М.: Физматлит, 2001. – 784 с.
- [22] Крайнюков, Н.И. Алгоритмы восстановления поля вибросмещений по данным голографической интерферометрии турбинных лопаток методом усреднения во времени / Н.И. Крайнюков, В.А. Сойфер, А.Г. Храмов // *Компьютерная оптика*. – 1992. – Т. 10-11. – С. 159-168.
- [23] Kotlyar, V.V. Optical/digital system for fingerprint recognition / V.V. Kotlyar, V.A. Soifer, S.N. Khonina, R.V. Skidanov // *Proc. SPIE*. – 1996. – Vol. 2778(PART 1). – P.493-494.
- [24] Soifer, V.A. Optical-digital methods of fingerprint identification / V.A. Soifer, V.V. Kotlyar, S.N. Khonina, R.V. Skidanov // *Optics and Lasers in Engineering*. – 1998. – Vol. 29(4-5). – P. 351-359.
- [25] Сойфер, В.А. Компьютерная обработка изображений / В.А. Сойфер // *Вестник РАН*. – 2001. – Т. 71, № 2. – С. 119-129.
- [26] Soifer, V.A. Fuzzy Direction Field Method for Fringe and Tree-like Patterns Analysis / V.A. Soifer, A.G. Khramov, A.O. Korepanov // *Proceedings of the 17th International Conference on Pattern Recognition (ICPR)*. – 2004. – Vol. 2. – P. 779-782.
- [27] Сойфер, В.А. Анализ и распознавание наномасштабных изображений: традиционные подходы и новые постановки задач / В.А. Сойфер, А.В. Куприянов // *Компьютерная оптика*. – 2011. – Т. 35, № 2. – С. 136-144.
- [28] Куприянов, А.В. О наблюдаемости кристаллических решеток по изображениям их проекций / А.В. Куприянов, В.А. Сойфер // *Компьютерная оптика*. – 2012. – Т. 36, № 2. – С. 249-256.
- [29] Гаврилов, А.В. Идентификация по малому числу наблюдений с использованием критерия относительной согласованности оценок / А.В. Гаврилов, В.А. Сойфер, В.А. Фурсов // *Компьютерная оптика*. – 2005. – Т. 27. – С. 138-141.
- [30] Копенков, В.Н. Дистанционное зондирование Земли и геоинформационные системы / В.Н. Копенков, В.В. Сергеев, В.А. Сойфер, А.В. Чернов // *Вестник Российского фонда фундаментальных исследований*. – 2017. – Т. 3, № 95. – С. 78-96.
- [31] Boori, M.S., Choudhary, K., Soifer, V.A., Sugimoto, A. Computer simulation of satellite data for urban expansion analysis // *International Journal of Mathematics and Computers in Simulation*. – 2016. – Vol. 10. – P. 142-151.
- [32] Гашников, М.В. Перспективные информационные технологии дистанционного зондирования Земли / М.В. Гашников, Н.И. Глумов, Е.В. Гошин, А.Ю. Денисова, А.В. Кузнецов, В.А. Митекин, В.В. Мясников, В.В. Сергеев, В.А. Сойфер, В.А. Федосеев, В.А. Фурсов, М.А. Чичева, П.Ю. Якимов / под редакцией В.А. Сойфера – Самара: Новая техника, 2015. – 256 с.
- [33] Котляр, В.В. Оптико-цифровые методы анализа микрочастиц по его пространственному спектру / В.В. Котляр, И.В. Никольский, А.В. Сойфер // *Компьютерная оптика*. – 1991. – Т. 9. – С. 72-85.
- [34] Soifer, V.A. Measuring the geometric parameters using image processing and diffractive optics methods / V.A. Soifer, V.V. Kotlyar, S.N. Khonina, A.G. Khramov, N.Yu. Plyasova // *Proc. SPIE*. – 2002. – Vol. 4900(2). – P. 996-1006.
- [35] Сойфер, В.А. Компьютерная система ранней диагностики глазных заболеваний на основе анализа изображений глазного дна / В.А. Сойфер, В.В. Котляр, А.Г. Храмов, Н.Ю. Ильясова, А.В. Куприянов, А.О. Корепанов, А.А. Ковалев, А.В. Устинов // *Фундаментальные науки - медицине. Материалы конференции* – М: Фирма "Слово", 2004. – С. 131-137.
- [36] Сойфер, В.А. Методы компьютерного анализа диагностических изображений глазного дна / В.А. Сойфер, Н.Ю. Ильясова, А.В. Куприянов, А.Г. Храмов, М.А. Ананьин // *Технологии живых систем*. – 2008. – Т. 5, № 5-6. – С. 61-71.

- [37] Сойфер, В.А. Разработка методов и алгоритмов локализации и оценивания геометрических характеристик внутричерепного инородного тела по рентгенографическим изображениям / В.А. Сойфер, Н.Ю. Ильясова, А.В. Куприянов, А.Г. Храмов // Труды конференции Президиума РАН "Фундаментальные науки - медицине", 2011. – С. 142-143.
- [38] Попов, С.Б. Кластерная технология формирования и параллельной фильтрации больших изображений / С.Б. Попов, В.А. Сойфер, А.А. Тараканов, В.А. Фурсов // Компьютерная оптика. – 2002. – Т. 23. – С. 75-78.
- [39] Piyasova, N.Y. Methods of Intellectual Analysis in Medical Diagnostic Tasks Using Smart Feature Selection / N.Y. Piyasova, A.S. Shirokaney, A.V. Kupriyanov, R.A. Paringev, D.V. Kirsh, A.V. Soifer // Pattern Recognition and Image Analysis. – 2018. – Vol. 28(4). – P. 637-645.
- [40] Голуб, М.А. Исследование пространственных фильтров, синтезированных на ЭВМ / М.А. Голуб, С.В. Карпеев, Е.С. Нежевенко, В.А. Сойфер, В.И. Хоцкин // Вопросы кибернетики. – 1979. – № 62. – С. 56-63.
- [41] Danilov, V.A. 20 years without Iosif Norairovich Sissakian / V.A. Danilov, N.I. Petrov // CEUR Workshop Proceedings. – 2016. – Vol. 1638. – P. 223-235.
- [42] Голуб, М.А. Получение асферических волновых фронтов при помощи машинных голограмм / М.А. Голуб, Е.С. Живописцев, С.В. Карпеев, А.М. Прохоров, И.Н. Сисакян, В.А. Сойфер // Доклады Академии наук СССР. – 1980. – Т. 253, № 5. – С. 1104-1108.
- [43] Голуб, М.А. Экспериментальное исследование волновых фронтов, сформированных элементами компьютерной оптики / М.А. Голуб, С.В. Карпеев, И.Н. Сисакян, В.А. Сойфер // Квантовая электроника – 1989. – Т. 16, № 12. – С. 2592-2593.
- [44] Голуб, М.А. Синтез эталонов для контроля внеосевых сегментов асферических поверхностей / М.А. Голуб, Н.Л. Казанский, И.Н. Сисакян, В.А. Сойфер // Оптика и спектроскопия. – 1990. – Т. 68, № 2. – С. 461-466.
- [45] Голуб, М.А. Формирование эталонных волновых фронтов элементами компьютерной оптики / М.А. Голуб, Н.Л. Казанский, И.Н. Сисакян, В.А. Сойфер // Компьютерная оптика. – 1990. – № 7. – С. 3-26.
- [46] Golub, M.A. Wave Fronts Forming By Computer Generated Optical Elements / M.A. Golub, N.L. Kazanskiy, I.N. Sisakjan, V.A. Soifer // Proc. SPIE. – 1990. – Vol. 1183. – P. 727-750. DOI: 10.1117/12.963891.
- [47] Golub, M.A. Computer generated optical elements in wavefront formation with intensity spatial modulation / M.A. Golub, I.N. Sisakjan, V.A. Soifer // Journal of Modern Optics. – 1991. – Vol. 38(6). – P. 1067-1072.
- [48] Голуб, М.А. Фокусировка когерентного излучения в заданную область пространства с помощью синтезированных на ЭВМ голограмм / М.А. Голуб, С.В. Карпеев, А.М. Прохоров, И.Н. Сисакян, В.А. Сойфер // Письма в ЖТФ. – 1981. – Т. 7, № 10. – С. 618-623.
- [49] Голуб, М.А. Машинный синтез фокусирующих элементов для CO₂-лазера / М.А. Голуб, В.П. Дегтярева, А.Н. Климов, В.В. Попов, А.М. Прохоров, И.Н. Сисакян, В.А. Сойфер // Письма в ЖТФ. – 1982. – Т. 8, № 13. – С. 449-451.
- [50] Данилов, В.А. Синтез оптических элементов, создающих фокальную линию произвольной формы / В.А. Данилов, В.В. Попов, А.М. Прохоров, Д.М. Сагателян, И.Н. Сисакян, В.А. Сойфер // Письма в ЖТФ. – 1982. – Т. 8, № 13. – С. 810-815.
- [51] Гончарский, А.В. Решение обратной задачи фокусировки лазерного излучения в произвольную кривую / А.В. Гончарский, В.А. Данилов, В.В. Попов, А.М. Прохоров, И.Н. Сисакян, В.А. Сойфер, В.В. Степанов // Доклады АН СССР. – 1983. – Т. 273, № 3. – С. 605-608.
- [52] Гончарский, А.В. Фокусаторы лазерного излучения, падающего под углом / А.В. Гончарский, В.А. Данилов, В.В. Попов, А.М. Прохоров, И.Н. Сисакян, В.А. Сойфер, В.В. Степанов // Квантовая электроника. – 1984. – Т. 11, № 1. – С. 166-168.
- [53] Гончарский, А.В. Плоские фокусирующие элементы видимого диапазона / А.В. Гончарский, В.А. Данилов, В.В. Попов, И.Н. Сисакян, В.А. Сойфер, В.В. Степанов // Квантовая электроника. – 1986. – Т. 13, № 3. – С. 660-662.
- [54] Сойфер, В.А. К расчету фокусатора в соосный отрезок / В.А. Сойфер // Оптическая запись и обработка информации. – Куйбышев: КуАИ, 1988. – С. 45-52.
- [55] Sisakyan, I.N. Infrared focusators, new optical elements / I.N. Sisakyan, V.A. Soifer // Infrared Physics. – 1991. – Vol. 32. – P. 435-438.
- [56] Golub, M.A. Infra-red radiation focusators / M.A. Golub, I.N. Sisakian, V.A. Soifer // Optics and Lasers in Engineering. – 1991. – Vol. 15. – P. 297-309.
- [57] Golub, M.A. Focusators at letters diffraction design / M.A. Golub, L.L. Doskolovich, N.L. Kazanskiy, S.I. Kharitonov, I.N. Sisakian, V.A. Soifer // Proceedings of SPIE. – 1991. – Vol. 1500. – P. 211-221.
- [58] Khonina, S.N. Fast Hankel transform for focusators synthesis / S.N. Khonina, V.V. Kotlyar, V.A. Soifer // Optik. – 1991. – Vol. 88(4). – P. 182-184.
- [59] Kotlyar, V.V. Adaptive iterative algorithm for focusators synthesis / V.V. Kotlyar, I.V. Nikolsky, V.A. Soifer // Optik. – 1991. – Vol. 88(1). – P. 17-19.

- [60] Голуб, М.А. Фокусаторы лазерного излучения ближнего ИК-диапазона / М.А. Голуб, Л.Л. Досколович, Н.Л. Казанский, И.В. Климов, В.А. Сойфер, Г.В. Успенев, В.Б. Цветков, И.А. Щербаков // Письма в ЖТФ. – 1992. – Т. 18, № 15. – С. 39-41.
- [61] Голуб, М.А. Дифракционные поправки при фокусировке лазерного излучения в отрезок / М.А. Голуб, Л.Л. Досколович, И.Н. Сисакян, В.А. Сойфер, С.И. Харитонов // Оптика и спектроскопия. – 1992. – Т. 73, № 6. – С. 1069-1073.
- [62] Doskolovich, L.L. Diffractive optical elements for laser processing / L.L. Doskolovich, M.A. Golub, N.L. Kazanskiy, V.A. Soifer, G.V. Usplenjev // Proc. SPIE. – 1993. – Vol. 1983(2). – P. 647-648.
- [63] Khonina, S.N. Calculation of the focusators into a longitudinal line-segment and study of a focal area / S.N. Khonina, V.V. Kotlyar, V.A. Soifer // Journal of Modern Optics. – 1993. – Vol. 40. – P. 761-769.
- [64] Kazanskiy, N.L. Computer-aided design of diffractive optical elements / N.L. Kazanskiy, V.V. Kotlyar, V.A. Soifer // Optical Engineering. – 1994. – Vol. 33(10). – P. 3156-3166. DOI: 10.1117/12.178898.
- [65] Duparre, M. Investigation of computer-generated diffractive beam shapers for flattening of single-modal CO₂ laser beams / M. Duparre, M.A. Golub, B. Ludge, V.S. Pavelyev, V.A. Soifer, G.V. Uspleniev, S.G. Volotovskii // Applied Optics. – 1995. – Vol. 34(14). – P. 2489-2497.
- [66] Doskolovich, L.L. Software on diffractive optics and computer generated holograms / L.L. Doskolovich, M.A. Golub, N.L. Kazanskiy, A.G. Khramov, V.S. Pavelyev, P.G. Seraphimovich, V.A. Soifer, S.G. Volotovskiy // Proceedings of SPIE. – 1995. – Vol. 2363. – P. 278-284. DOI: 10.1117/12.199645.
- [67] Doskolovich, L.L. A method of designing diffractive optical elements focusing into plane areas / L.L. Doskolovich, N.L. Kazansky, S.I. Kharitonov, V.A. Soifer // Journal of Modern Optics. – 1996. – Vol. 43(7). – P. 1423-1433. DOI: 10.1080/09500349608232815.
- [68] Doskolovich, L.L. Direct two-dimensional calculation of binary DOEs using a non-binary series expression approach / L.L. Doskolovich, N.L. Kazanskiy, P. Perlo, P. Repetto, V.A. Soifer // International Journal of Optoelectronics. – 1996. – Vol. 10, № 4. – P. 243-249.
- [69] Kotlyar, V.V. Iterative calculation of diffractive optical elements focusing into a three dimensional domain and the surface of the body of rotation / V.V. Kotlyar, S.V. Khonina, V.A. Soifer // Journal of Modern Optics. – 1996. – Vol. 43(7). – P. 1509-1524.
- [70] Soifer, V.A. Synthesis of a binary DOE focusing into an arbitrary curve, using the electromagnetic approximation / V.A. Soifer, N.L. Kazanskiy, S.I. Kharitonov // Optics and Lasers in Engineering. – 1998. – Vol. 29(4-5). – P. 237-247. DOI: 10.1016/s0143-8166(97)00112-7.
- [71] Doskolovich, L.L. Design of DOEs for wavelength division and focusing / L.L. Doskolovich, N.L. Kazanskiy, V.A. Soifer, P. Perlo, P. Repetto // Journal of Modern Optics. – 2005. – Vol. 52(6). – P. 917-926. DOI: 10.1080/09500340512331313953.
- [72] Голуб, М.А. Многоградиационная линза Френеля / М.А. Голуб, Н.Л. Казанский, И.Н. Сисакян, В.А. Сойфер, Г.В. Успенев, Д.М. Якуненкова // Журнал технической физики. – 1991. – Т. 61, № 4. – С. 195-197.
- [73] Волков, А.В. Технология изготовления непрерывного микрорельефа дифракционных оптических элементов / А.В. Волков, Н.Л. Казанский, В.А. Сойфер, В.С. Соловьев // Компьютерная оптика. – 1997. – № 17. – С. 91-93.
- [74] Volkov, A.V. A Method for the diffractive microrelief formation using the layered photoresist growth / A.V. Volkov, N.L. Kazanskiy, O.J. Moiseev, V.A. Soifer // Optics and Lasers in Engineering. – 1998. – Vol. 29(4-5). – P. 281-288. DOI: 10.1016/s0143-8166(97)00116-4.
- [75] Кононенко, В.В. Алмазная дифракционная оптика для мощных CO₂-лазеров / В.В. Кононенко, В.И. Конов, В.С. Павельев, С.М. Пименов, А.М. Прохоров, В.А. Сойфер // Квантовая электроника. – 1999. – Т. 26, № 1. – С. 9-10.
- [76] Soifer, V.A. Methods for computer design of diffractive optical elements / V.A. Soifer, L.L. Doskolovich, D.L. Golovashkin, N.L. Kazanskiy, S.I. Kharitonov, S.N. Khonina, V.V. Kotlyar, V.S. Pavelyev, R.V. Skidanov, V.S. Solovyev, G.V. Uspleniev, A.V. Volkov – John Wiley & Sons, Inc. USA, 2002. – 765 p.
- [77] Pavelyev, V.S., Soifer, V.A., Konov, V.I., Kononenko, V.V., Volkov, A.V. Diffractive microoptics for technological IR-lasers // High-Power and Femtosecond Lasers: Properties, Materials and Applications. – 2009. – P. 125-158. – ISBN: 978-160741009-6.
- [78] Komlenok, M S. High-damage-threshold antireflection coatings on diamond for CW and pulsed CO₂ lasers / M.S. Komlenok, P.A. Pivovarov, B.O. Volodkin, V.S. Pavelyev, V.I. Anisimov, V.V. Butuzov, V.R. Sorochenko, S.M. Nefedov, A.P. Mineev, V.A. Soifer, V.I. Konov // Laser Physics Letters. – 2018. – Vol.15. – P. 036001.
- [79] Сисакян, И.Н. Технологические возможности применения фокусаторов при лазерной обработке материалов / И.Н. Сисакян, В.П. Шорин, В.А. Сойфер, В.И. Мордасов, В.В. Попов // Компьютерная оптика. – 1988. – № 3. – С. 94-97.

- [80] Голуб, М.А. Дифракционный подход к синтезу многофункциональных фазовых элементов / М.А. Голуб, Л.Л. Досколович, Н.Л. Казанский, В.А. Сойфер, С.И. Харитонов // Оптика и спектроскопия. – 1992. – Т. 73, № 1. – С. 191-195.
- [81] Golub, M.A. Computer generated diffractive multi-focal lens / M.A. Golub, L.L. Doskolovich, N.L. Kazanskiy, S.I. Kharitonov, V.A. Soifer // Journal of Modern Optics. – 1992. – Vol. 39(6). – P. 1245-1251. DOI: 10.1080/713823549.
- [82] Soifer, V.A. Multifocal diffractive elements / V.A. Soifer, L.L. Doskolovich, N.L. Kazanskiy // Optical Engineering. – 1994. – Vol. 33, № 11. – P. 3610-3615. DOI: 10.1117/12.179890.
- [83] “Computer design of diffractive optics”, ed. by V.A. Soifer, Cambridge International Science Publishing Ltd. & Woodhead Pub. Ltd., UK, 896 p. (2012) ISBN 978-1-84569-635-1.
- [84] Golub, M.A. Synthesis of optical antennae / M.A. Golub, N.L. Kazanskiy, A.M. Prokhorov, I.N. Sisakyan, V.A. Soifer // Computer Optics. – 1989. – Vol. 1(1). – P. 25-28.
- [85] Doskolovich, L.L. A DOE to form a line-shaped directivity diagram / L.L. Doskolovich, N.L. Kazanskiy, V.A. Soifer, S.I. Kharitonov, P. Perlo // Journal of Modern Optics. – 2004. – Vol. 51(13). – P. 1999-2005. DOI: 10.1080/09500340408232507.
- [86] Bezus, E.A. Design of diffractive lenses for focusing surface plasmons / E.A. Bezus, L.L. Doskolovich, N.L. Kazanskiy, V.A. Soifer, S.I. Kharitonov // Journal of Optics. – 2010. – Vol. 12(1). – P. 015001. DOI: 10.1088/2040-8978/12/1/015001.
- [87] Bezus, E.A. Scattering in elements of plasmon optics suppressed by two-layer dielectric structures / E.A. Bezus, L.L. Doskolovich, N.L. Kazanskiy, V.A. Soifer // Technical Physics Letters. – 2011. – Vol. 37(12). – P. 1091-1095. DOI: 10.1134/S106378501120030.
- [88] Сисакян, И.Н. Компьютерная оптика, достижения и проблемы / И.Н. Сисакян, В.А. Сойфер // Компьютерная оптика. – 1987. – Т. 1. – С. 5-19.
- [89] Голуб, М.А. Вычислительный эксперимент с элементами плоской оптики / М.А. Голуб, Н.Л. Казанский, И.Н. Сисакян, В.А. Сойфер // Автометрия. – 1988. – № 1. – С. 70-82.
- [90] Golub, M.A. Computational experiment for computer generated optical elements / M.A. Golub, L.L. Doskolovich, N.L. Kazanskiy, S.I. Kharitonov, N.G. Orlova, I.N. Sisakian, V.A. Soifer // Proceedings of SPIE. – 1991. – Vol. 1500. – P. 194-206.
- [91] Doskolovich, L.L. Diffraction investigation of focusators into plane area / L.L. Doskolovich, M.A. Golub, N.L. Kazanskiy, S.I. Kharitonov, V.A. Soifer // Proceedings of SPIE. – 1993. – Vol. 1983(2). – P. 656-657.
- [92] Kazanskiy, N.L. Diffraction investigation of geometric-optical focusators into segment / N.L. Kazanskiy, V.A. Soifer // Optika. – 1994. – Vol. 96(4). – P. 158-162.
- [93] Doskolovich, L.L. Analysis of quasiperiodic and geometric optical solutions of the problem of focusing into an axial segment / L.L. Doskolovich, N.L. Kazanskiy, V.A. Soifer, A.Ye. Tzaregorodtzev // Optika. – 1995. – Vol. 101(2). – P. 37-41.
- [94] Головашкин, Д.Л. Моделирование волноводного распространения оптического излучения в рамках электромагнитной теории / Д.Л. Головашкин, А.А. Дегтярев, В.А. Сойфер // Компьютерная оптика. – 1997. – № 17. – С. 5-9.
- [95] 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 // Автометрия. – 1987. – № 6. – С. 8-15.
- [96] Голуб, М.А. Дифракционный расчет интенсивности поля вблизи фокальной линии фокусатора / М.А. Голуб, Н.Л. Казанский, И.Н. Сисакян, В.А. Сойфер, С.И. Харитонов // Оптика и спектроскопия. – 1989. – Т. 67, № 6. – С. 1387-1389.
- [97] Kazanskiy, N.L. Application of a pseudogeometrical optical approach for calculation of the field formed by a focusator / N.L. Kazanskiy, S.I. Kharitonov, V.A. Soifer // Optics & Laser Technology. – 1996. – Vol. 28(4). – P. 297-300. DOI: 10.1016/0030-3992(95)00103-4.
- [98] Golub, M.A. Synthesis of spatial filters for investigation of the transverse mode composition of coherent radiation / M.A. Golub, A.M. Prokhorov, I.N. Sisakyan, V.A. Soifer // Sov. J. Quant. Electr. – 1982. – Vol. 12. – P. 1208-1209.
- [99] Golub, M.A. Experimental investigation of spatial filters separating transverse modes of optical fields / M.A. Golub, S.V. Karpeev, S.G. Krivoslykov, A.M. Prokhorov, I.N. Sisakyan, V.A. Soifer // Sov. J. Quant. Electr. – 1983. – Vol. 13. – P. 1123-1124.
- [100] Golub, M.A. Spatial filter investigation of the distribution of power between transverse modes in a fiber waveguide / M.A. Golub, S.V. Karpeev, S.G. Krivoslykov, A.M. Prokhorov, I.N. Sisakyan, V.A. Soifer // Sov. J. Quant. Electr. – 1984. – Vol. 14. – P. 1255-1256.
- [101] Garitchev, V.P. Experimental investigation of mode coupling in a multimode graded-index fiber, caused by periodic microbends using computer-generated spatial filters / V.P. Garitchev, M.A. Golub, S.V. Karpeev, S.G. Krivoslykov, N.I. Petrov, I.N. Sissakian, V.A. Soifer, W. Haubenreisser, J.-U. Jahn, R. Willsch // Optics Communication. – 1985. – Vol. 55(6). – P. 403-405. DOI: 10.1016/0030-4018(85)90140-3.

- [102] Голуб, М.А. Фазовые пространственные фильтры, согласованные с поперечными модами / М.А. Голуб, С.В. Карпеев, Н.Л. Казанский, А.В. Мирзов, И.Н. Сисакян, В.А. Сойфер // Квантовая электроника. – 1988. – Т. 18. – С. 617-618.
- [103] Golub, M.A. Mode selection of laser radiation by computer-generated optical elements / M.A. Golub, I.N. Sisakian, V.A. Soifer // Optics and Lasers in Engineering. – 1991. – Vol.15. – P. 341-356.
- [104] Soifer, V.A. Laser beam mode selection by computer generated holograms / V.A. Soifer, M.A. Golub – Boca Raton, USA: CRC Press, 1994.
- [105] Adzhalov, V.I. Multichannel computer-optics components matched to mode groups / V.I. Adzhalov, M.A. Golub, S.V. Karpeev, I.N. Sisakyan, V.A. Soifer // Sov. J. Quant. Electr. – 1990. – Vol. 20. – P. 136-140.
- [106] Golub, M.A. Experimental investigation of a multibeam holographic optical element matched to Gauss-Laguerre modes / M.A. Golub, E.L. Kaganov, A.A. Kondorov, V.A. Soifer, G.V. Usplenev // Sov. J. Quant. Electr. – 1996. – Vol. 26. – P. 184-186.
- [107] Березный, А.Е. Бессель-оптика / А.Е. Березный, А.М. Прохоров, И.Н. Сисакян, В.А. Сойфер // Доклады АН СССР. – 1984. – Т. 274. – № 4. – С. 802-804.
- [108] Kotlyar, V.V. Trochason / V.V. Kotlyar, S.N. Khonina, V.A. Soifer, G.V. Usplenev, M.V. Shinkarev // Opt. Commun. – 1992. – Vol. 91. – P. 158-162.
- [109] Khonina, S.N. The rotor phase filter / S.N. Khonina, V.V. Kotlyar, M.V. Shinkarev, V.A. Soifer, G.V. Usplenev // J. Mod. Opt. – 1992. – Vol. 39. – P. 1147-1154.
- [110] Kotlyar, V.V. Algorithm for the generation of nondiffracting Bessel modes / V.V. Kotlyar, S.N. Khonina, V.A. Soifer // Journal of Modern Optics. – 1995. – Vol. 42. – P. 1231-1239.
- [111] Kotlyar, V.V. Calculation of phase formers of non-diffracting images and a set of concentric rings / V.V. Kotlyar, S.N. Khonina, V.A. Soifer // Optik. – 1996. – Vol. 102. – P. 45-50.
- [112] Котляр, В.В. Вращение световых многомодовых пучков Гаусса-Лагерра в свободном пространстве / В.В. Котляр, С.Н. Хонина, В.А. Сойфер // Письма в ЖТФ. – 1997. – Т. 23. – С. 1-6.
- [113] Kotlyar, V.V. An algorithm for the generation of laser beams with longitudinal periodicity: rotating images / V.V. Kotlyar, S.N. Khonina, V.A. Soifer // Journal of Modern Optics. – 1997. – Vol. 44. – P. 1409-1416.
- [114] Kotlyar, V.V. Rotation of multimodal Gauss-Laguerre light beams in free space and in a fiber / V.V. Kotlyar, S.N. Khonina, V.A. Soifer // Optics and Lasers in Engineering. – 1998. – Vol. 29. – P. 343-350.
- [115] Paakkonen, P. Rotating optical fields: experimental demonstration with diffractive optics / P. Paakkonen, J. Lautanen, M. Honkanen, M. Kuittinen, J. Turunen, S. Khonina, A. Friberg, V. Kotlyar, V. Soifer // Journal of Modern Optics. – 1998. – Vol. 45. – P. 2355-2369.
- [116] Khonina, S. Generation of rotating Gauss-Laguerre modes with binary-phase diffractive optics / S. Khonina, V. Kotlyar, V. Soifer, M. Honkanen, J. Lautanen, J. Turunen // Journal of Modern Optics. – 1999. – Vol. 46. – P. 227-238.
- [117] Khonina, S. Generating a couple of rotating nondiffracting beams using a binary-phase DOE / S. Khonina, V. Kotlyar, V. Soifer, M. Honkanen, J. Lautanen, J. Turunen // Optik. – 1999. – Vol. 110. – P. 137-144.
- [118] Kotlyar, V.V. Rotation of laser beams with zero of the orbital angular momentum / V.V. Kotlyar, S.N. Khonina, R.V. Skidanov, V.A. Soifer // Opt. Commun. – 2007. – Vol. 274. – P. 8-14.
- [119] Khonina, S.N. An analysis of the angular momentum of a light field in terms of angular harmonics / S.N. Khonina, V.V. Kotlyar, V.A. Soifer, P. Paakkonen, J. Simonen, J. Turunen // Journal of Modern Optics. – 2001. – Vol. 48. – P. 1543-1557.
- [120] Khonina, S.N. Generation and selection of laser beams represented by a superposition of two angular harmonics / S.N. Khonina, V.V. Kotlyar, V.A. Soifer, K. Jefimovs, J. Turunen // Journal of Modern Optics. – 2004. – Vol. 51. – P. 761-773.
- [121] Khonina, S.N. Astigmatic Bessel laser beams / S.N. Khonina, V.V. Kotlyar, V.A. Soifer, K. Jefimovs, J. Turunen, P. Paakkonen // Journal of Modern Optics. – 2004. – Vol. 51. – P. 677-687.
- [122] Khonina, S.N. Rotation of microparticles with Bessel beams generated by diffractive elements / S.N. Khonina, V.V. Kotlyar, R.V. Skidanov, V.A. Soifer, K. Jefimovs, J. Turunen, J. Simonen // Journal of Modern Optics. – 2004. – Vol. 51. – P. 2167-2184.
- [123] Kotlyar, V.V. Generation of phase singularity through diffracting a plane or Gaussian beam by a spiral phase plate / V.V. Kotlyar, A.A. Almazov, S.N. Khonina, V.A. Soifer, H. Elfstrom, J. Turunen // J. Opt. Soc. Am. A. – 2005. – Vol. 22. – P. 849-861.
- [124] Kotlyar, V.V. Elliptic Laguerre-Gaussian beams / V.V. Kotlyar, S.N. Khonina, A.A. Almazov, V.A. Soifer, K. Jefimovs, J. Turunen // J. Opt. Soc. Am. A. – 2006. – Vol. 25. – P. 43-56.
- [125] Kotlyar, V.V. Hypergeometric modes / V.V. Kotlyar, R.V. Skidanov, S.N. Khonina, V.A. Soifer // Opt. Lett. – 2007. – Vol. 32. – P. 742-744.
- [126] Kotlyar, V.V. Lensless focusing of hypergeometric laser beams / V.V. Kotlyar, A.A. Kovalev, V.A. Soifer // Journal of Optics. – 2011. – Vol. 13. – P. 075703.

- [127] Kotlyar, V.V. Diffraction of a Gaussian beam by a logarithmic axicon / V.V. Kotlyar, A.A. Kovalev, S.S. Stafeev, V.A. Soifer // *Journal of Opt. Soc. Am. A.* – 2011. – Vol. 28. – P. 844-849.
- [128] Kotlyar, V.V. Hankel-Bessel laser beams / V.V. Kotlyar, A.A. Kovalev, V.A. Soifer // *Journal of Optical Society of America A.* – 2012. – Vol. 29. – P. 741-747.
- [129] Kotlyar, V.V. Asymmetric Bessel modes / V.V. Kotlyar, A.A. Kovalev, V.A. Soifer // *Opt. Lett.* – 2014. – Vol. 39. – P. 2395-2398.
- [130] Kotlyar, V.V. Assymmetric Bessel-Gauss beams / V.V. Kotlyar, A.A. Kovalev, R.V. Skidanov, V.A. Soifer // *J. Opt. Soc. Am. A.* – 2014. – Vol. 31. – P. 1977-1983.
- [131] Kotlyar, V.V. Superpositions of asymmetrical Bessel beams / V.V. Kotlyar, A.A. Kovalev, V.A. Soifer // *Journal of the Optical Society of America A.* – 2015. – Vol. 32. – P. 1046-1052.
- [132] Kotlyar, V.V. Vectorial rotating vortex Hankel laser beams / V.V. Kotlyar, A.A. Kovalev, V.A. Soifer // *Journal of Optics.* – 2016. – Vol. 18. – P. 095602.
- [133] Khonina, S.N., Karpeev, S.V., Alferov, S.V., Soifer, V.A. Generation of cylindrical vector beams of high orders using uniaxial crystals // *Journal of Optics.* – 2015. – Vol. 17(6). – P. 065001.
- [134] Volodkin, B. Fabrication and characterization of diffractive phase plates for forming high-power terahertz vortex beams using free electron laser radiation / B. Volodkin, Y. Choporova, B. Knyazev, G. Kulipanov, V. Pavelyev, V. Soifer, N. Vinokurov // *Opt. Quant. Electron.* -2016. – Vol. 48. – P. 223.
- [135] Porfieri, A.P. Study of propagation of vortex beams in aerosol optical medium / A.P. Porfieri, M.S. Kirilenko, S.N. Khonina, R.V. Skidanov, V.A. Soifer // *Applied Optics.* – 2017. – Vol. 56(11). – P. E8-E15.
- [136] Soifer, V.A. Vortex beams in turbulent media: review / V.A. Soifer, O.Korotkova, S.N. Khonina, E.A. Shchepakina // *Computer Optics.* – 2016. – Vol. 40. – P. 605-624. DOI: 10.18287/2412-6179-2016-40-5-605-624.
- [137] Soifer, V.A. Caustics of Vortex Optical Beams / V.A. Soifer, S.I. Kharitonov, S.N. Khonina, S.G. Volotovskiy // *Doklady Physics.* – 2019. – Vol. 64(7). – P. 276-279.
- [138] Soifer, V.A. Optical microparticle manipulation: Advances and new possibilities created by diffractive optics / V.A. Soifer, V.V. Kotlyar, S.N. Khonina // *Physics of Particles and Nuclei.* – 2004. – Vol. 35(6). – P. 733-766.
- [139] Khonina, S.N. Optical Vortices in a Fiber: Mode Division Multiplexing and Multimode Self-Imaging / S.N. Khonina, N.L. Kazanskiy, V.A. Soifer // In book “Recent Progress in Optical Fiber Research”. Edited by: M. Yasin, S.W. Harun, H. Arof – Publisher: InTech, Croatia, 2012. – P. 327-352.
- [140] Соифер, В.А. Нанофотоника и дифракционная оптика // *Компьютерная оптика.* – 2008. – Т. 32, № 2. – С. 110-118.
- [141] Soifer V.A., Kotlyar V.V., Doskolovich L.L. Diffractive optical elements in nanophotonics devices // *Computer Optics.* – 2009. – Vol. 33(4). – P.352-368.
- [142] Kotlyar, M.I., Triandaphilov, Y.R., Kovalev, A.A., Soifer, V.A., Kotlyar, M.V., O'faolain, L. Photonic crystal lens for coupling two waveguides // *Applied Optics.* – 2009. – Vol. 48(19). – P. 3722-3730.
- [143] Быков, Д.А. Экстраординарный магнитооптический эффект изменения фазы дифракционных порядков в диэлектрических дифракционных решетках / Д.А. Быков, Л.Л. Досколович, В.А. Соифер, Н.Л. Казанский // *Журнал экспериментальной и теоретической физики.* – 2010. – Т. 138, № 6(12). – С. 1093-1102.
- [144] Гаврилов А.В., Головашкин Д.Л., Досколович Л.Л., Дьяченко П.Н., Ковалев А.А., Котляр В.В., Налимов А.Г., Нестеренко Д.В., Павельев В.С., Скиданов Р.В., Соифер В.А., Хонина С.Н., Шулюпова Я.О. Дифракционная нанофотоника // Под редакцией В.А. Соифера, М.: Физматлит, 680 с. (2011). ISBN 978-5-9221-1237-6.
- [145] Dyachenko, P.N., Pavelyev, V.S., Soifer, V.A. Graded photonic quasicrystals // *Optics Letters.* – 2012. – Vol. 37(12). – P. 2178-2180.
- [146] Безус, Е.А. Дифракционная оптика и нанофотоника / Е.А. Безус, Д.А. Быков, Л.Л. Досколович, А.А. Ковалев, В.В. Котляр, А.Г. Налимов, А.П. Порфирьев, Р.В. Скиданов, В.А. Соифер, С.С. Стафеев, С.Н. Хонина; под ред. В.А. Соифера. – М.: Физматлит, 2014. 608 с. ISBN 9785922115711.
- [147] Gavrilo, A.V. Diffractive Nanophotonics / A.V. Gavrilo, D.L. Golovashkin, L.L. Doskolovich, P.N. Dyachenko, S.N. Khonina, V.V. Kotlyar, A.A. Kovalev, A.G. Nalimov, D.V. Nesterenko, V.S. Pavelyev, Y.O. Shuyupova, R.V. Skidanov, V.A. Soifer; – ed. by V.A. Soifer. – 2014. – CRC Press, Boca Raton. – 679p. – ISBN 9781466590694.
- [148] Соифер, В.А. Нанофотоника и ее применение в системах ДЗЗ. – Самара: Новая техника, 2016. – 384 с.
- [149] Bezus, E.A. Diffractive Optics and Nanophotonics / E.A. Bezus, D.A. Bykov, L.L. Doskolovich, S.N. Khonina, V.V. Kotlyar, A.A. Kovalev, A.G. Nalimov, A.P. Porfir'ev, R.V. Skidanov, V.A. Soifer, S.S. Stafeev. – ed. by V.A. Soifer. – CRC Press. – 718 p. – 2017. – ISBN: 978-1-4987-5447-7.
- [150] Nesterenko, D.V., Pavelkin, R.A., Hayashi, S., Soifer, V.A. Analysis of the resonance characteristics of surface plasmon polariton modes at air-metal interfaces in the ultraviolet, visible and infrared regions // *Journal of Physics: Conference Series.* – 2019. – Vol. 1368(2). – P. 022062.

- [151] Nesterenko, D.V., Kolesnikova, M.D., Lyubarskaya, L.V., Soifer, V.A. Brewster effect in the broadband light reflectivity // *Journal of Physics: Conference Series*. – 2020. – Vol. 1461(1). – P. 012116.
- [152] Велихов, Е.П. Предисловие 1 / Е.П. Велихов // *Компьютерная оптика*. – 1987. – № 1. – С. 3.
- [153] Soifer, V.A. Decorrelated features of images extracted with the aid of optical Karhunen-Loeve expansion / V.A. Soifer, M.A. Golub, S.N. Khonina // *Pattern Recognition and Image Analysis*. – 1993. – Vol. 3(3). – P. 289-295.
- [154] Bykov, D.A. Temporal differentiation of optical signals using resonant gratings / D.A. Bykov, L.L. Doskolovich, V.A. Soifer // *Optics Letters*. – 2011. – Vol. 36(11). – P. 3509-3511.
- [155] Гаврилов, А.В. Перспективы создания оптических аналоговых вычислительных машин / А.В. Гаврилов, В.А. Сойфер // *Компьютерная оптика*. – 2012. – Т. 36(2). – С. 149-150.
- [156] Bykov, D.A. Integration of optical pulses by resonant diffraction gratings / D.A. Bykov, L.L. Doskolovich, V.A. Soifer // *JETP Letters*. – 2012. – Vol. 95(1). – P. 6-9.
- [157] Bykov, D.A. On the ability of resonant diffraction gratings to differentiate a pulsed optical signal / D.A. Bykov, L.L. Doskolovich, V.A. Soifer // *Journal of Experimental and Theoretical Physics*. – 2012. – Vol. 141(5). – P. 724-730.
- [158] Doskolovich, L.L. Spatial differentiation of optical beams using phase-shifted Bragg grating / L.L. Doskolovich, D.A. Bykov, E.A. Bezus, V.A. Soifer // *Optics Letters*. – 2014. – Vol. 39. – P. 1278-1281.
- [159] Bykov, D.A. Optical computation of the Laplace operator using phase-shifted Bragg grating / D.A. Bykov, L.L. Doskolovich, E.A. Bezus, V.A. Soifer // *Optics Express*. – 2014. – Vol. 22(21). – P. 25084-25092.
- [160] Doskolovich, L.L. Spatial differentiation of Bloch surface wave beams using an on-chip phase-shifted Bragg grating / L.L. Doskolovich, E.A. Bezus, D.A. Bykov, V.A. Soifer // *Journal of Optics*. – 2016. – Vol. 18(11). – P. 115006.
- [161] Emelyanov, S.V. Differentiating space-time optical signals using resonant nanophotonics structures / S.V. Emelyanov, D.A. Bykov, N.V. Golovastikov, L.L. Doskolovich, V.A. Soifer // *Doklady Physics*. – 2016. – Vol. 61(3). – P. 108-111.
- [162] Golovastikov, N.V. Analytical description of 3D optical pulse diffraction by a phase-shifted Bragg grating / N.V. Golovastikov, D.A. Bykov, L.L. Doskolovich, V.A. Soifer // *Optics Express*. – 2016. – Vol. 24(17). – P. 18828-18842.
- [163] Doskolovich L.L. Planar two-groove optical differentiator in a slab waveguide / L.L. Doskolovich, E.A. Bezus, N.V. Golovastikov, D.A. Bykov, V.A. Soifer // *Optics Express*. – 2017. – Vol. 25(19). – P. 22328-22340.
- [164] Bykov, D.A. First-order optical spatial differentiator based on a guided-mode resonant grating / D.A. Bykov, L.L. Doskolovich, A.A. Morozov, V.V. Podlipnov, E.A. Bezus, P. Verma, V.A. Soifer // *Optics Express*. – 2018. – Vol. 26(8). – P. 10997-11006.
- [165] Golovastikov, N.V. An optical differentiator based on a three-layer structure with a W-shaped refractive index profile / N.V. Golovastikov, L.L. Doskolovich, E.A. Bezus, D.A. Bykov, V.A. Soifer // *Journal of Experimental and Theoretical Physics*. – 2018. – Vol. 127(2). – P. 202-209.
- [166] Bezus, E.A. Spatial integration and differentiation of optical beams in a slab waveguide by a dielectric ridge supporting high-Q resonances / E.A. Bezus, L.L. Doskolovich, D.A. Bykov, V.A. Soifer // *Optics Express*. – 2018. – Vol. 26(19). – P. 25156-25165.
- [167] Soifer, V.A. Diffractive nanophotonics and advanced information technologies // *Herald of the Russian Academy of Sciences*. – 2014. – Vol. 84(1). – P. 9-18. DOI: 10.1134/S1019331614010067.
- [168] Soifer V., Kotlyar V., Doskolovich L. Iterative methods for diffractive optical elements computation. – Taylor & Francis. – London. – 1997. – 244 p.
- [169] Волков, А.В. Методы компьютерной оптики / А.В. Волков, Д.Л. Головашкин, Л.Л. Досколович, Н.Л. Казанский, В.В. Котляр, В.С. Павельев, Р.В. Скиданов, В.А. Сойфер, В.С. Соловьев, Г.В. Успенев, С.И. Харитонов, С.Н. Хонина, под ред. В.А. Сойфера. (Издание второе, исправленное). – М.: Физматлит, 2003. – 688 с. – ISBN 978-5-9221-04340.
- [170] Soifer, V.A. Quo Vadis / V.A. Soifer // *Computer Optics*. – 2014. – Vol. 38(4). – P. 589.
- [171] Stafeev, S.S. Indexing of Computer Optics in the Emerging Sources Citation Index database / S.S. Stafeev // *Computer Optics*. – 2017. – Vol. 41(4). – P. 592. DOI: 10.18287/2412-6179-2017-41-4-592.