

УТВЕРЖДАЮ



«16» марта 2023 г.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

**федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Сибирский государственный университет геосистем и технологий»  
(СГУГиТ)**

Диссертация Шойдина Сергея Александровича «Голографические методы преобразования оптической информации в задачах удалённого воспроизведения динамических объёмных изображений» выполнена на кафедре фотоники и приборостроения федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный университет геосистем и технологий» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

В период подготовки диссертации Шойдин Сергей Александрович работает в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Сибирский государственный университет геосистем и технологий» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в должности доцента кафедры фотоники и приборостроения.

В 1974 году окончил Новосибирский государственный университет по специальности физика.

Диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук защитил в диссертационном совете Государственного оптического института имени С. И. Вавилова.

В 1991 году Шойдину Сергею Александровичу присвоено учёное звание доцента по кафедре оптико-электронных приборов.

Научный консультант – доктор физико-математических наук, профессор Владимир Юрьевич Венедиктов, работает в должности профессора кафедры электроакустики и ультразвуковой техники федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-

Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

По итогам обсуждения докторской диссертации «Голографические методы преобразования оптической информации в задачах удалённого воспроизведения динамических объёмных изображений» принято следующее заключение:

В диссертации Шойдина С. А. выполнены исследования основных физических закономерностей, ограничивающих плотность записи информации в аналоговых и компьютерных голограммах и на основе этих закономерностей предложены методы, позволяющие осуществлять динамическую передачу голографической информации по существующим каналам связи с TV частотой кадровой развёртки и непрерывным параллаксом восстановленных 3D кадров видеопотока.

Личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертации, заключается в том, что Шойдин С. А. персонально осуществил постановку задач, определил направления и принципы исследования, сформулировал теоретические положения и подготовил постановку экспериментов. Идеи, методика автора, постановка и проведение работ по синтезу компьютерных голограмм, а также измерения их голографических характеристик осуществлялись под руководством Шойдина С. А. на базе оборудования Лаборатории прикладной голографии в СГУГиТ, запись аналоговых голограмм на основе синтезированных компьютерных – на базе кафедры лазерных и оптико-электронных систем Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана и компании JAMES RIVER BRANCH, LLC с участием коллег соответствующих организаций, измерения микроструктуры голограмм – на специализированном оборудовании Института автоматки и электрометрии СО РАН РФ, запись и исследование голограмм в режиме дифракции Рамана-Ната – в Институте прикладной физики Академии наук Молдовы.

Степень достоверности полученных в диссертации результатов подтверждается их непротиворечивостью известным научным положениям, согласованностью как между собой, так и с экспериментальными и теоретическими результатами других работ, ясным физическим содержанием, а также подтверждением целым рядом численных и физических экспериментов, а также практическим использованием полученных в работе результатов в других научных исследованиях. Полноту и достоверность результатов изучения научной проблемы обеспечили правильная методология и корректно использованные методы работы.

Новизна работы Шойдина С. А. заключается во впервые проделанном теоретическом анализе структуры голографической дифракционной решётки и выделении её информационных характеристик, что позволило сжать голографическую информацию до необходимого для передачи по радиоканалу объёма. При этом впервые удалось сохранить высокое, на уровне

современного TV стандарта Full HD пространственное разрешение восстановленных на приёмном конце канала связи 3D кадров голографического видеопотока с TV частотой кадровой голографической развёртки и непрерывным горизонтальным и вертикальным параллаксом каждого 3D кадра. Шойдиным С. А. впервые показано, что паттерны параллельных полос, латерально освещающих голографируемый 3D объект после их фотофиксации образуют дифракционную структуру, дифракция опорной волны на которой, восстанавливает в минус первом порядке изображение 3D объекта, аналогично голограмме. Впервые определены три основные, имманентно присущие голограммам и в полной мере неустранимые ограничения их дифракционной эффективности и энтропии, одно из которых, получившее название формфактор, успешно используется в научных исследованиях по изучению кинетики новых голографических материалов.

Практическая значимость научных работ соискателя заключается в определении путей, численном моделировании и экспериментальном доказательстве предложенных методов сжатия голографической информации до объёмов, позволяющих осуществлять практическую передачу 3D голографического видеопотока высокого качества, что подтверждается полученным автором патентом на изобретение. Полученные теоретические результаты по определению физических механизмов, ограничивающих характеристики 3D голограмм, нашли применение в близких областях голографических исследований – измерениях кинетики фототклика в новых разрабатываемых голографических материалах, что подтверждается патентом на изобретение.

Диссертационная работа Шойдина Сергея Александровича «Голографические методы преобразования оптической информации в задачах удалённого воспроизведения динамических объёмных изображений» соответствует областям исследования: 1 – Развитие физических основ волновой оптики, включая физические процессы интерференции, дифракции, поляризации и когерентности света; 2 – Принципы формирования световых пучков и электромагнитных полей субволновых масштабов. Структурированный свет, в том числе спиральные пучки. Оптика анизотропных, движущихся, нестационарных сред, металлооптика и плазмоника; 3 – Формирование и обработка оптических изображений, топография и томография. Оптика световодов, плазмонных и гибридных волноводов. Конфокальная микроскопия и оптическая микроскопия ближнего поля; 4 – Развитие физических основ геометрической оптики. Распространение и преобразование световых пучков. Новые принципы построения оптических систем и инструментов. Явления на границах оптических сред. Фотометрия из паспорта научной специальности 1.3.6. Оптика, разработанного экспертным советом ВАК Минобрнауки России, по физико-математическим наукам.

Полнота изложения материалов в печати подтверждается опубликованными 27 основными научными статьями, 1 из которых издана в

журнале, входящем в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени доктора наук, 18 – в изданиях, входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования Web of Science и 6 – в изданиях, входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования Scopus, получены 2 патента на изобретения.

Основные публикации автора по теме диссертации:

В изданиях из перечня ВАК РФ:

1. Шойдин, С. А. Парадоксальные изображения и парадоксальные технические решения в голографии на примере гражданских разработок / С. А. Шойдин – Текст : непосредственный // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2015. – Т. 58. – № 11-3. – С. 140 – 144.

Патенты по теме диссертации:

2 Шойдин С. А.; Способ дистанционного формирования голографической записи. Патент RU2707582C1, Россия, МПК G03H 1/00; заявл. 03.07.2018; опубл. 28.11.2019, Бюл. № 34.

3 Шойдин С. А., Мешалкин А. Ю. Способ экспресс анализа величины динамического диапазона фотоотклика фазового голографического материала. Патент RU2734093C1, Россия, МПК G03H 1/00, G01M 11/00; заявл. 07.04.2020; опубл. 12.10.2020, Бюл. № 29.

В изданиях, входящих в международные базы цитирования Web of Science:

4 Шойдин, С. А. Запись голограмм в динамических безрелаксационных средах / С. А. Шойдин, Е. А. Сандер – Текст : непосредственный // Оптика и спектроскопия. – 1985. – Т. 58. – № 1. – С. 200 – 202.

5 Сандер, Е. А. Экспериментальное наблюдение пространственного резонанса спекл-поля с неоднородностями показателя преломления / Е. А. Сандер, В. В. Шкунов, С. А. Шойдин – Текст : непосредственный // Журнал экспериментальной и теоретической физики – 1985. – Т. 88. – № 1. – С. 116 – 119.

6 Шойдин, С. А. Метод достижения максимальной дифракционной эффективности голограмм на основе оптимизации формфактора / С. А. Шойдин – Текст : непосредственный // Компьютерная оптика. – 2016. – Т. 40. – № 4. – С. 501 – 507. – DOI 10.18287/2412-6179-2016-40-4-501-507.

7 Шойдин, С. А. Требования к лазерному излучению и формфактор голограмм / С. А. Шойдин – Текст : непосредственный // Оптический журнал. – 2016. – Т. 83. – № 5. – С. 65 – 75.

8 Шойдин, С. А. Формфактор голограмм сложных изображений / С. А. Шойдин, А. В. Трифанов – Текст : непосредственный // Компьютерная оптика. – 2018. – Т. 42. – № 3. – С. 362 – 368. – DOI 10.18287/2412-6179-2018-42-3-362-368.

9 Формфактор и временная когерентность излучения / В. Е. Привалов, С. А. Шойдин, А. В. Трифанов – Текст : непосредственный // Оптический журнал. – 2018. – Т. 85. – № 9. – С. 25 – 30.

- 10 Шойдин, С. А. Влияние нелинейности фотоотклика на дифракционную эффективность голограмм / С. А. Шойдин – Текст : непосредственный // Автометрия. – 2019. – Т. 55. – № 1. – С. 35 – 39. – DOI 10.15372/AUT20190105.
- 11 Shoydin, S. A. Effect of Photo-response Nonlinearity on the Diffraction Efficiency of Holograms / S. A. Shoydin – Текст : непосредственный // Optoelectronics, Instrumentation and Data Processing. – 2019. – Т. 55. – № 1. – С. 28 – 31. – DOI 10.3103/S8756699019010059.
- 12 Shoydin, S. A. Use of spatial symmetries for problems of modeling of image transfer processes / S. A. Shoydin, A. L. Puzoev // Proc. SPIE 11208, 25th International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics. – 2019. – Т. 11208. – С. 74 – 79. – DOI 10.1117/12.2539833.
- 13 Шойдин, С. А. Синтез голограмм на приёмном конце канала связи с объектом голографирования / С. А. Шойдин – Текст : непосредственный // Компьютерная оптика. – 2020. – Т. 44. – № 4. – С. 547 – 551. – DOI 10.18287/2412-6179-CO-694.
- 14 Shoydin, S. A. Formfactor of a hologram on a chalcogenide glassy semiconductor and azopolymer / S. A. Shoydin, A. Yu. Meshalkin, M. S. Kovalev – Текст : непосредственный // Optical Materials Express. – 2020. – Т. 10. – № 8. – С. 1819 – 1825. – DOI 10.1364/OME.399017.
- 15 Shoydin, S. A. Synthesis of holograms received by a communication channel / S. A. Shoydin – Текст : непосредственный // Comp. Opt. – 2020. – Т. 44. – № 4. – С. 547 – 551. – DOI 10.18287/2412-6179-CO-694.
- 16 Шойдин, С. А. Пространственный фотоотклик, формфактор и требования к голографическим материалам / С. А. Шойдин, М. С. Ковалев – Текст : непосредственный // Оптика и спектроскопия – 2020. – Т. 128. – № 7. – С. 885 – 896. – DOI 10.21883/OS.2020.07.49557.885-896.
- 17 Шойдин, С. А. Способ дистанционного формирования голографической записи / С. А. Шойдин, А. Л. Пазоев – Текст : непосредственный // Автометрия. – 2021. – Т. 57. – № 1. – С. 92 – 102. – DOI 10.15372/AUT20210110.
- 18 Shoydin, S. A. Transmission of 3D Holographic Information via Conventional Communication Channels and the Possibility of Multiplexing in the Implementation of 3D Hyperspectral Images / S. A. Shoydin, A. L. Puzoev – Текст : непосредственный // Photonics. – 2021. – Т. 8. – № 10. – С. 448 – 471. – DOI 10.3390/photonics8100448.
- 19 Recording a Hologram Transmitted over a Communication Channel on One Sideband / S. A. Shoydin, S. B. Odinokov, A. L. Puzoev, I. K. Tsyganov, E. A. Drozdova – Текст : непосредственный // Appl. Sciences. – 2021. – Т. 11. – № 23. – С. 11468. – DOI 10.3390/app112311468.
- 20 Синтезированные на приёмном конце канала связи голограммы 3D объекта в технологии Dot Matrix / С. А. Шойдин, А. Л. Пазоев, А. Ф. Смык, А. В. Шурыгин – Текст : непосредственный // Компьютерная оптика. – 2022. – Т. 46. – № 2. – С. 204 – 213. – DOI 10.18287/2412-6179-CO-1037.

21 Шойдин, С. А. Сжатие 3D голографической информации аналогично передаче информации на одной боковой полосе / С. А. Шойдин, А. Л. Пазоев – Текст : непосредственный // Оптический журнал. – 2022. – Т. 89. – № 3. – С. 79 – 88. – DOI 10.17586/1023-5086-2022-89-03-79-88.

В изданиях, входящих в международные базы цитирования Scopus:

22 Shoydin, S. A. Application of Denisyuk's holograms in advertising / S. A. Shoydin – Текст : непосредственный // Optical Memory and Neural Networks. – 2013. – Т. 22. – № 4. – С. 272 – 274. – DOI 10.3103/S1060992X13040127.

23 Shoydin, S. A. Influence of laser parameters on information capacity of communication channel / S. A. Shoydin – Текст : непосредственный // Optical Memory and Neural Networks. – 2014. – Т. 23. – № 4. – С. 287 – 294. – DOI 10.3103/S1060992X14040122.

24 Shoydin, S. A. Requirements to lasers and formfactor of holograms / S. A. Shoydin – Текст : непосредственный // Optical Memory and Neural Networks. – 2016. – Т. 25. – № 2. – С. 95 – 101. – DOI 10.3103/S1060992X16020053.

25 Shoydin, S. A. Holographic memory without reference beam / S. A. Shoydin – Текст : непосредственный // Optical Memory and Neural Networks. – 2016. – Т. 25. – № 4. – С. 262 – 267. – DOI 10.3103/S1060992X16040056.

26 Шойдин, С. А. Эффект «зловещей долины» при передаче голографических изображений (на англ.) / С. А. Шойдин, А. Л. Пазоев – Текст : непосредственный // Журнал Белорусского гос. университета. Физика. – 2022. – № 3. – С. 4 – 9. – DOI 10.33581/2520-2243-2022-3-4-9.

27 Пазоев, А. Л. Передача 3D голографической информации по радиоканалу методом, близким SSB / А. Л. Пазоев, С. А. Шойдин – Текст : непосредственный // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2023. – № 1 – С. 21 – 27. – DOI 10.17586/2226-1494-2023-23-1-21-27.

Соавторы работ не возражают против использования материалов совместных исследований в диссертации соискателя.

Основные результаты диссертации Шойдина С. А. доложены на 21 международной конференции и 4 национальных конференциях с международным участием: на трёх конференциях «Лазеры. Измерения. Информация» (Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, Оптическое общество России им. Д. С. Рождественского, г. Санкт-Петербург, 2013-2015 гг.), на трёх Международных конференциях «СибОптика» (г. Новосибирск, СГУГиТ, ИАиЭ, КТИ НП, 2015-2017 гг.), на четырёх национальных конференциях с международным участием «СибОптика» (г. Новосибирск, СГУГиТ, ИАиЭ, КТИ НП, 2018-2021 гг.), на шести Международных конференциях «HoloExpo» (МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017-2022 гг.), на XXV Международном Симпозиуме «Оптика атмосферы и океана. Физика атмосферы» (г. Томск, Институт оптики атмосферы, 01-05 июля 2019 г.).

На двух Международных Школах-симпозиумах по голографии когерентной оптике и фотонике: (г. Томск, Национальный исследовательский Томский государственный университет, XXIX Школа-симпозиум, 2015 г.; г. Санкт-Петербург, Университет ИТМО, XXXII Школа-симпозиум, 2022 г.).

На IX Международном форуме технологического развития «Технопром-2022» «Технологический суверенитет и устойчивое развитие России» (г. Новосибирск, Экспоцентр, 23-26 августа 2022).

Диссертация соответствует п. 9-14 «Положение о присуждении ученых степеней» ВАК Минобрнауки России, утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013.

Диссертация Шойдина Сергея Александровича «Голографические методы преобразования оптической информации в задачах удалённого воспроизведения динамических объёмных изображений» рекомендуется к защите на соискание учёной степени доктора физико - математических наук по специальности 1.3.6. Оптика.

Заключение принято на заседании кафедры фотоники и приборостроения федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный университет геосистем и технологий» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Присутствовало на заседании 15 человек. Результаты голосования: «за» – 15 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел., протокол № 3 от «14» марта 2023 г.

Заведующий кафедрой  
фотоники и приборостроения,  
кандидат технических наук,  
доцент



Никулин Дмитрий Михайлович