МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ СИЛЬНОТОЧНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ СО РАН
ИНСТИТУТ ОПТИКИ АТМОСФЕРЫ СО РАН
ООО «ЛАБОРАТОРИЯ ОПТИЧЕСКИХ КРИСТАЛЛОВ»
ООО «ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫЕ АЛМАЗНЫЕ УСТРОЙСТВА»

МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ ФОТОНИКИ, ЭЛЕКТРОНИКИ И НЕЛИНЕЙНОЙ ОПТИКИ

Материалы
всероссийской конференции
с международным участием
10–13 сентября 2024 г.

Ответственный редактор Е. И. Липатов

Томск
Издательство Томского государственного университета
2024

УДК 535, 537.9, 538.9, 548
ББК 22.34, 22.37, 24.12, 24.5
М341

Редакционная коллегия выпуска:
Г.В. Майер, профессор, президент НИ ТГУ, Томск
В.В. Дёмин, доцент, первый проректор НИ ТГУ, Томск
А.Б. Ворожцов, профессор, проректор по НИД НИ ТГУ, Томск
А.Г. Коротаев, декан РФФ НИ ТГУ, Томск
В.В. Винс, директор ООО «ВЕЛМАН», Новосибирск
В.П. Попов, заведующий лабораторией ИФП СО РАН, Новосибирск
М.А. Головатов, начальник УИСНТТ НИ ТГУ, Томск
А.И. Грибенюков, с.н.с. ИМКЭС СО РАН, Томск
С.Н. Ульянов, Директор ООО «ЛОК», Томск
Е.И. Липатов, заведующий ЛКИТ РФФ НИ ТГУ, ИСЭ СО РАН, Томск
Н.Н. Юдин, директор НОЦ ОФТ НИ ТГУ, Томск
А.В. Тяжев, заведующий ЛДСИ ЦПТМ НИТГУ, Томск
М.В. Тригуб, заместитель директора НР ИОА СО РАН, Томск

М341 **Материалы и технологии фотоники, электроники и нелинейной оптики:** материалы Всероссийской конференции с международным участием, 10–13 сентября 2024 г. / отв. ред. Е.И. Липатов. – Томск : Издательство Томского государственного университета, 2024. – 88 с.

ISBN 978-5-907890-18-3

Всероссийская конференция с международным участием «Материалы и технологии фотоники, электроники и нелинейной оптики» была проведена в Томском государственном университете с 10 по 13 сентября 2024 г.

Сборник содержит материалы тезисов докладов, посвященных новейшим достижениям в фотонике, электронике, нелинейной оптике и квантовых технологиях на основе современных и перспективных материалов. Круг рассматриваемых вопросов простирается от синтеза оптических и полупроводниковых материалов до создания оптоэлектронных и полупроводниковых приборов и систем.

УДК 535, 537.9, 538.9, 548
ББК 22.34, 22.37, 24.12, 24.5

ISBN 978-5-907890-18-3

© Томский государственный университет, 2024
© Авторы статей, 2024

К-0062

ПОДАВЛЕНИЕ КОГЕРЕНТНЫХ ШУМОВ НА ЦИФРОВЫХ ГОЛОГРАФИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ

М. М. Кулеш[1, 2], *Н. Н. Юдин*[1, 2, 3], *Г. С. Геймбух*[1], *В. С. Кузнецов*[2], *М. М. Зиновьев*[2, 3], *С. Н. Подзывалов*[2], *Е. С. Слюнько*[2], *Х. Баалбаки*[2]

[1] ООО «ИГС», Томск, Россия
[2] Томский государственный университет, Томск, Россия
[3] Институт оптики и атмосферы СО РАН им. В.Е. Зуева, Томск, Россия

Для решения целого ряда задач обнаружения и идентификации различных объектов в объемной среде в последние годы активно используются методы цифровой голографии. Примерами таких объектов являются: планктон и другие частицы в морской воде (морской снег, твердые неорганические частицы и т.п.), объемные дефекты и включения в оптических материалах, аэрозольные частицы, эритроциты и др. Одной из значительных проблем, ограничивающих потенциал применения цифровой голографии, является наличие когерентных шумов на цифровых голографических изображениях [1–3].

В работе использовалась цифровая голографическая камера, в которой используется способ визуализации, представляющий собой типичную осевую схему записи цифровых голограмм Габора с использованием компьютерной обработки полученных изображений [4, 5].

В рамках работы разработан селективный фильтр подавления когерентных шумов на восстановленных цифровых голографических изображениях и на голограммах. Суть разработанного модуля заключается в том, что к голографическому изображению применяется прямое двумерное преобразование Фурье, далее алгоритмом определяются пиксели с максимальной контрастностью при помощи оператора Лапласа и устанавливается им среднее значение окружающих пикселей, создавая эффект размытия. После фильтрации применяется обратное двумерное преобразование Фурье для получения цифрового отфильтрованного изображения свободного от когерентных шумов. Также в фильтр были добавлены функции защиты областей Фурье преобразованных цифровых голографических изображений, содержащих в себе информацию о регистрируемых объектах, которые были определены экспериментальным путем.

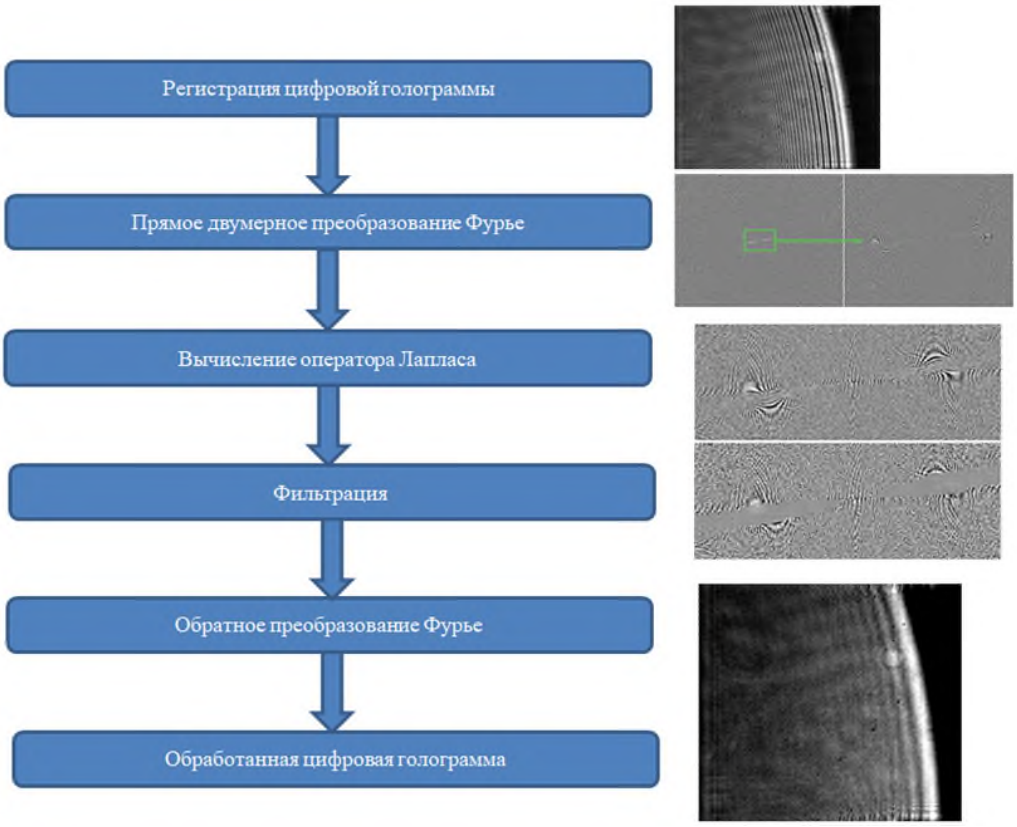

Рис. 1. Схема алгоритма подавления когерентных шумов

Применение алгоритма размытия наиболее контрастных частей Фурье преобразованного изображения на основе оператора Лапласа за исключением тех частей, где находится «полезная» информация о неоднородностях образца, и последующее обратное двумерное преобразование Фурье, приводит к получению цифрового голографического изображения полностью свободного от наличия когерентных шумов при минимальных потерях «полезной» информации о неоднородностях и дефектах, регистрируемых в объеме образца.

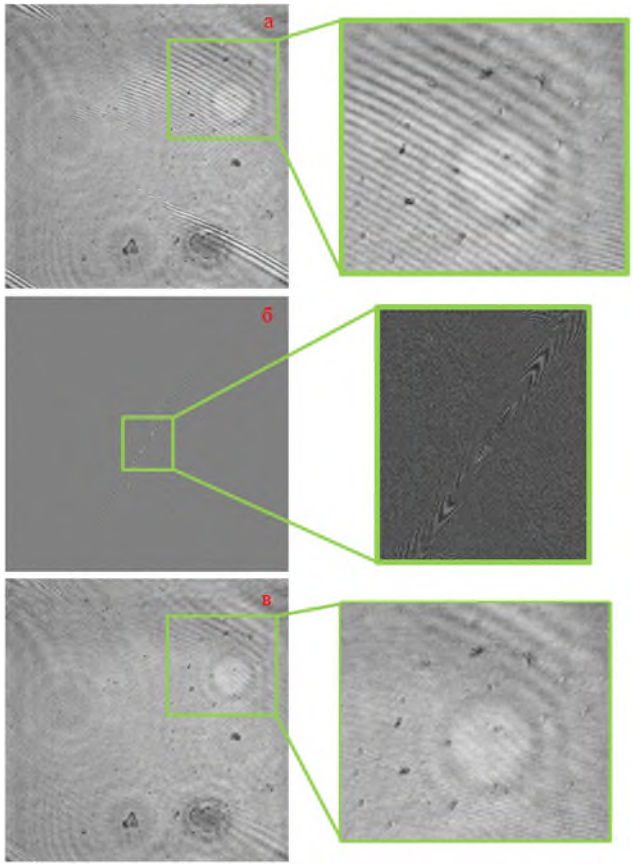

Рис. 2. Результат обработки восстановленного цифрового голографического изображения селективным фильтром, а – восстановленное цифровое голографическое изображение, б – Фурье-преобразование, в – обработанное изображение

Работа фильтра была проверена на многочисленных голографических изображениях. Результаты обработки показали, что разработанный селективный фильтр способен подавлять когерентные шумы с сохранением форм и местоположения дефектных структур материала.

Литература

1. Dyomin V. et al. Holography of particles for diagnostics tasks [Invited] // Appl. Opt. Dec. 2019. Vol. 58, No. 34, P. G300.
2. Dyomin V.V. et al. Application of Infrared Digital Holography for Characterization of Inhomogeneities and Voluminous Defects of Single Crystals on the Example of ZnGeP2 // Appl. Sci. Jan. 2020. Vol. 10, no. 2. P. 442.
3. Yudin N.N., Pavlov P.V., Zinov'ev M.M., Podzyvalov S.N., Dyomin V.V., Polovtsev I.G., Kuskov I.E., Vol'f I.E., Evsin A.O., Balashov A.A., and Kostin A.S. Assessment of fatigue damage of fluoroorganic aircraft glass using digital holography methods // Journal of Optical Technology. 2021. Vol. 88, Issue 2. P. 72–76.
4. Dyomin V.V., Gribenyukov A.I., Davydova A.S., Zinoviev M.M., Olshukov A.S., Podzyvalov S.N., Polovtsev I.G., Yudin N.N. Holography of particles for diagnostics tasks [Invited] // Applied Optics. 2019. Vol. 58, No. 34. P. G300–G309.
5. Dyomin V. V. and Kamenev D. V. A Comparison of Methods for Evaluating the Location of the Best Focusing Planes of Particle Images Reconstructed from Digital Holograms // Russ. Phys. J. 2013. Vol. 56, No. 7. P. 822–830.