

Запись и восстановление гиперспектральных голограмм в некогерентном свете

Г.С. Каленков

Московский физико-технический институт (государственный университет)

Развита подробная теория метода голографической записи гиперспектральных волновых полей [1-5]. Суть метода состоит в том, что в одно из плеч асимметричного Фурье-спектрометра на месте неподвижного зеркала помещают плоский микрообъект. Выходной сигнал, представляющий собой поле интерференции опорной волны с волной, дифрагированной на объекте, регистрируют многоэлементной приемной матрицей. Процесс записи сводится к последовательной регистрации совокупности интерферограмм в каждом пикселе приемной матрицы в ходе ступенчатого изменения длины оптического пути δ в опорном плече интерферометра. Одномерное Фурье преобразование интерферограммы по переменной δ в каждом пикселе матрицы дает распределение комплексной амплитуды (амплитуды и фазы) всех спектральных составляющих гиперспектрального объектного поля в данной точке. В результате такой обработки оптической информации во всем массиве пикселей приемной матрицы получают двумерное пространственное распределение комплексной амплитуды дифракционного объектного поля для всех спектральных составляющих. Преобразование Френеля от этого поля позволяет получить гиперспектральное поле в плоскости объекта.

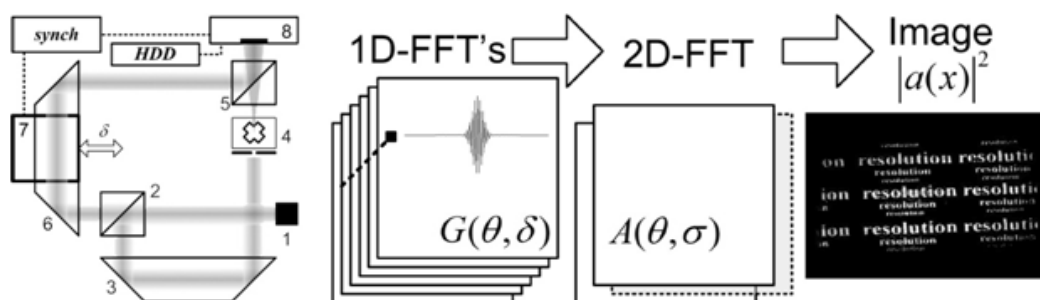


Рис. 1 Оптическая схема макета. Схема алгоритма обработки интерферограмм.

Приведены также новые экспериментальные результаты получения гиперспектральных голографических изображений микрообъектов. В частности, возможности метода продемонстрированы экспериментально на примерах решения актуальных задач микроскопии: подавление спекл-шума, получение гиперспектрального изображения микрообъекта, а также синтез цветного изображения и получение оптического профиля фазового объекта.

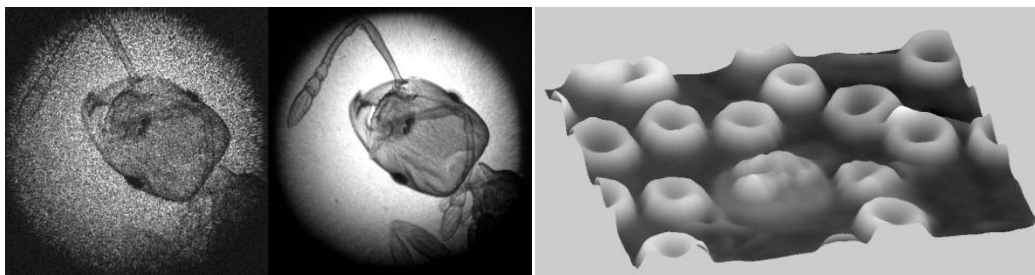


Рис. 2 Подавление спекл-шума. Гиперспектральный фазовый профиль красных кровяных тел.

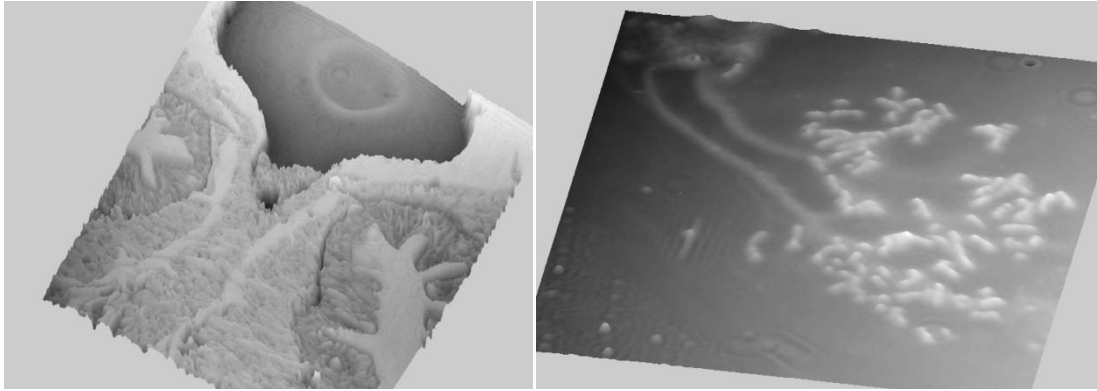


Рис. 3 Гиперспектральный фазовый профиль среза червя и хромосом сома в ИК диапазоне, записанных в свете лампы накаливания.

В основе предложенного нами метода гиперспектральной голографической Фурье-микроскопии лежит возможность записи гиперспектральных голограмм в некогерентном излучении. Это открывает, по нашему мнению, актуальные и практически важные применения данного метода в исследовании объектов, например, в терагерцовом или рентгеновском диапазонах. В этих диапазонах отсутствуют достаточно дешевые и доступные источники когерентного излучения. Вместе с тем, современный прогресс средств регистрации излучения дает основание надеяться, что предложенный нами метод окажется перспективным для получения гиперспектральных голограмм и в этих спектральных диапазонах. Поскольку в основе метода лежат принципы и техника Фурье-спектрологии, то он естественным образом наследует все сильные стороны этих принципов: беспрецедентно высокое отношение сигнала к шуму и, как следствие, высокое пространственно – спектральное разрешение голографического изображения, по сравнению, например, с гиперспектральными голограммами, получаемыми с помощью перестраиваемого по частоте лазера. Наконец, отметим наиболее существенное преимущество метода гиперспектральной Фурье – голографии: метод позволяет в едином процессе регистрации зафиксировать амплитуду, фазу и частоту поля, что дает действительные основания называть его *holography*, то есть «полной записью».

Работа выполнена при поддержке РФФИ [№16-07-00833, 14-07-00873].

Литература

1. Каленков Г.С., Каленков С.Г., Штанько А.Е., “Гиперспектральная голографическая фурье-микроскопия”, «Квантовая электроника», 45, № 4, стр. 333-338, 2015
2. Kalenkov S. G., Kalenkov G. S., Shtanko A. E., “Spectrally-spatial Fourier-holography”, *Optics Express*, Vol. 21 Issue 21, pp.24985-24990 (2013)
3. G. Kalenkov, S. Kalenkov, and A. Shtanko, "Hyperspectral Holographic Fourier-Microscopy," in *Imaging and Applied Optics 2014*, OSA Technical Digest (online) (Optical Society of America, 2014), paper DTh3B.7.
4. Sergey G. Kalenkov ; Georgy S. Kalenkov ; Alexander E. Shtanko. “Hyperspectral digital holography of microobjects”, *Proc. SPIE 9386, Practical Holography XXIX: Materials and Applications*, 938604 (March 10, 2015); doi:10.1117/12.2085259.
5. Sergey G. Kalenkov ; Georgy S. Kalenkov ; Alexander E. Shtanko. «Hyperspectral Image Plane Holography in White Light Applied to Quantitative Phase Microscopy», 2016 *Imaging and Applied Optics Congress*, DOI: 10.1364/DH.2016.DW2H.3.