

## ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СПЕКТРАЛЬНО РАЗЛОЖЕННОГО СВЕТА

Мазуренко Ю. Т.

В работе [1] показано, что при взаимодействии когерентной последовательности оптических импульсов с двухуровневой неоднородно уширенной средой может быть зарегистрирована интерференционная структура в спектре этих импульсов в виде модуляции спектрального распределения заселенности основного состояния. Там же предложено использовать это явление для регистрации и восстановления оптических импульсов. Экспериментально интерференционная структура спектра последовательности оптических импульсов зарегистрирована в неоднородно уширенной среде авторами [2].

В настоящей работе рассмотрены аналогичные по смыслу явления интерференции, возникающие при пространственном спектральном разложении света.

Пусть оптическое излучение  $A(t)$ , имеющее длительность  $\Delta t$ , проходит сквозь спектральный прибор, формирующий пространственное изображение его спектра. Если при этом реализуется частотное разрешение  $\Delta\nu \ll 1/\Delta t$ , то в каждой точке изображения спектра по истечении времени  $\Delta t$  после падения на нее излучения установится гармоническое поле  $A(t, \nu)$

$$A(t, \nu) = a(\nu) \sin [2\pi\nu t + \varphi_a(\nu)], \quad (1)$$

где  $\nu$  — частота световых волн, отвечающая рассматриваемой точке изображения спектра,  $a(\nu)$ ,  $\varphi_a(\nu)$ , — распределения амплитуды и фазы в спектре излучения  $A(t)$ . В формуле (1) ради простоты рассмотрения не учтено затухание колебания  $A(t, \nu)$ , характерное время которого равно  $1/\Delta\nu \gg \Delta t$ . Добавим к излучению  $A(t)$  когерентное с ним излучение  $B(t)$ , такое, что длительность суммарного излучения также удовлетворяет условию  $\Delta\nu \ll 1/\Delta t$ . При этом к полю  $A(t, \nu)$  добавится поле  $B(t, \nu)$ , характеризующее своим распределением амплитуды  $b(\nu)$  и фазы  $\varphi_b(\nu)$ . В каждой точке изображения спектра будет происходить интерференция двух монохроматических излучений  $A(t, \nu)$  и  $B(t, \nu)$ , создающая следующее распределение интенсивности:

$$I(\nu) = a^2(\nu) + b^2(\nu) + 2a(\nu)b(\nu) \cos [\varphi_a(\nu) - \varphi_b(\nu)]. \quad (2)$$

Если импульс  $B(t)$  значительно короче  $A(t)$ , то в пределах спектра  $A(t, \nu)$  можно положить  $b(\nu) = b = \text{const}$ ,  $\varphi_b(\nu) = 0$ , следовательно, в пределах изображения спектра  $A(t, \nu)$

$$I(\nu) = a^2(\nu) + b^2 + 2a(\nu)b \cos \varphi_a(\nu). \quad (3)$$

Нетрудно видеть аналогию пространственного распределения интенсивности (2) или (3) с обычной картиной интерференции двух монохроматических излучений. Аналогия становится более полной, если сопоставить времени  $t$  координату когерентного оптического изображения, а частоте колебаний  $\nu$  — пространственную частоту этого изображения. Тогда распределения (2) или (3) в точности описывают картину интерференции двух когерентных одномерных оптических изображений в плоскости их пространственных частот, причем в формуле (3) импульсу  $B(t)$  аналогичен точечный источник. Эта аналогия имеет большое значение, так как позволяет применить к изображениям спектра типа (2) и (3) методы фурье-оптики.

Распределение (3) содержит полную амплитудно-фазовую характеристику излучения  $A(t)$ , причем началом отсчета времени служит импульс опорного излучения  $B(t)$ . Поэтому регистрация распределения (3) в виде спектрограммы означает полную регистрацию зависимости от времени излучения  $A(t)$ . Зависимость от времени излучения  $A(t)$  может быть восстановлена в виде копии импульса  $A(t)$  при пропускании сквозь спектрограмму спектрально разложенного излучения  $B(t)$ . Теория восстановления аналогична теории, изложенной в [1], причем, как и в [1], могут быть получены эффекты обращения оптического излучения во времени.

Временное разрешение записи и воспроизведения  $A(t)$  определяется длительностью опорного импульса  $B(t)$ , а максимальная длительность регистрируемого излучения — обратной величиной частотного разрешения. Современные методы позволяют получать оптические импульсы с длительностью менее  $10^{-13}$  с. С другой стороны, например, с помощью интерферометра Фабри—Перо вполне возможно получить спектральное разрешение  $10^8 \div 10^9$  Гц. Следовательно, стандартные спектроскопические методы могут быть применены для полной регистрации и восстановления импульсного оптического излучения.

#### Литература

- [1] Mossberg T. W. Opt. Lett., 1982, v. 7, p. 77—79.  
[2] Ребане А. К., Каарли Р. К., Саари П. М. Опт. и спектр., 1983, т. 55, в. 3, с. 405—407.

Поступило в Редакцию 7 декабря 1983 г.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ имени Ф. СКОРИНЫ