

В. Я. БАЛАХАНОВ, В. К. ЖИВОТОВ, М. Ф. КРОТОВ

К ВОПРОСУ О МНОГОЛУЧЕВОЙ ГОЛОГРАФИЧЕСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

(Представлено академиком М. А. Леонтовичем 20 IX 1972)

В спектроскопии Фурье ⁽¹⁾ спектр излучения получают, производя математические преобразования над двухлучевой интерференграммой. Голографические принципы (метод голографической Фурье-спектроскопии ⁽²⁾) позволили исключить из спектроскопии Фурье этап пересчета интерференграммы в исходный спектр.

Естественно обобщить эти методы для анализа многолучевой интерференграммы. Так же, как и двухлучевая, она описывается интегральным уравнением, которое имеет однозначное решение относительно исходного спектра.

При этом возрастает разрешающая сила, так как многолучевая интерференграмма представляет собой сумму функций, более резких, чем в двухлучевом случае. Одновременно увеличивается область дисперсии многолучевой системы, поскольку перекрытие интерференционных порядков теперь не является препятствием для восстановления спектра.

Многолучевую интерференграмму проще всего получить, фотографируя систему интерференционных колец, образованных интерферометром Фабри — Перо (ИФП). В далекой инфракрасной и с.в.ч. областях спектра удобнее фотоэлектрическая запись сигнала при перемещении одного из зеркал ИФП. Нами были проведены эксперименты по голографической расшифровке многолучевых интерференграмм в оптическом диапазоне. Условия экспериментов: интерферометр ИТ-28 с промежуточным кольцом 14 мм; объектив «Таир-3», $F = 300$ мм; пленка «Изопанхром», 65 ед. ГОСТ. Восстановление спектра производилось путем дифракции излучения лазера (λ 6328 Å), проходящего сквозь интерференграмму. Продифрагировавшие волны собирались в фокальной плоскости линзы. При такой постановке опыта интерференционную картину естественно называть голограммой.

Результаты эксперимента приведены на рис. 1—3. Одиночная спектральная линия образует на голограмме структуру (рис. 1а), которая при прохождении излучения лазера работает как дифракционная решетка. Если спектр состоит из нескольких линий, то голограмма представляет собой сумму соответствующих структур (рис. 2а). Каждая из них отклоняет луч лазера на определенный угол. В результате в фокальной плоскости линзы образуется исходный спектр (рис. 2б). Заметим, что профиль штриха «дифракционных решеток» описывается функцией Эйри (в двухлучевом случае ⁽²⁾ — синусоидой). Из-за этого возникают высшие дифракционные порядки, что позволяет увеличивать разрешение, хотя и накладывает известные ограничения на ширину исследуемого спектра. Таким способом был разрешен дублет 4047/78 Å ртутного разряда (рис. 3).

Представляет интерес оценить то количество информации о спектре, которое содержит отрезок интерференграммы $\Delta x = x_2 - x_1$ ($x = t \cos \beta$, t — расстояние между зеркалами ИФП, β — угол, под которым лучи выходят из интерферометра). Нас интересует при этом допустимая ширина спектра $\Delta k = k_2 - k_1$, которая регистрируется с разрешением ИФП $\delta k =$

При всех достоинствах математическая расшифровка интерферограммы трудоемка. Поэтому привлекателен голографический способ восстановления спектра, описанный выше. Разрешающая сила такого метода пропорциональна числу штрихов соответствующих дифракционных решеток и зависит от конечных размеров зеркал ИФП, которые ограничивают практически наблюдаемое число порядков интерференции.

Решетка, образованная интерференционными кольцами, неперiodична. Ее период уменьшается с возрастанием номера кольца. Лучи, продиффрактовавшие на различных участках такой решетки, непараллельны и не могут быть сведены в фокальной плоскости линзы. Наш эксперимент был сделан с таким числом колец, когда неперiodичность решеток еще не так велика, чтобы исказить картину (нетрудно получить верхний предел линейного размера голограммы: $\sim \frac{F}{2} \sqrt{\frac{\lambda}{t}}$). Но вспомним, что интерфе-

ренционные кольца ИФП образуют зонную пластинку. Наша голограмма — это система наложенных зонных пластинок с различными фокусными расстояниями. При таком подходе линза вообще не требуется. Зонные пластинки фокусируют параллельный пучок в соответствующие фокальные плоскости на расстояния, пропорциональные длинам образовавших их волн. Такой эксперимент был сделан с голограммой, приведенной на рис. 2а. Отчетливо наблюдались четыре линии, фокусирующиеся на различных расстояниях, которые, как и в предыдущем опыте, можно было отнести к соответствующим линиям руты.

Авторы благодарят Ю. Г. Калинина и В. Д. Русанова за полезные обсуждения.

Поступило
20 IX 1972

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ Г. Гебби, Р. Твисс, УФН, **99**, 1, 87 (1969). ² G. W. Strouk, A. Funkhouser, Phys. Lett., **16**, 272 (1965); Дж. Строук, Введение в когерентную оптику и голографию, М., 1967, стр. 176. ³ В. Я. Балаханов, В. К. Животов, Оптика и спектроскопия, **27**, 6, 988 (1969).