

СКОРОСТНОЙ МЕТОД ОБРАБОТКИ ИНТЕРФЕРОГРАММ В ФУРЬЕ-СПЕКТРОМЕТРИИ

П. Ф. Паршин и И. И. Дубровская

Рассматривается ускоренный метод преобразования Фурье в методе Фурье-спектрометрии по сокращенному числу точек. Интервал между точками на интерферограмме увеличивается в $2n+1$ раз, где n — целое число.

При дискретном преобразовании интерферограммы в спектрограмму связь между спектральной плотностью исследуемого спектра $\Phi(x)$ и спектрограммой $\bar{\Phi}(\omega)$ определяется интегралом

$$\bar{\Phi}(\omega) = \int_0^{\infty} \Phi(x) W_N(\omega - x) dx, \quad (1)$$

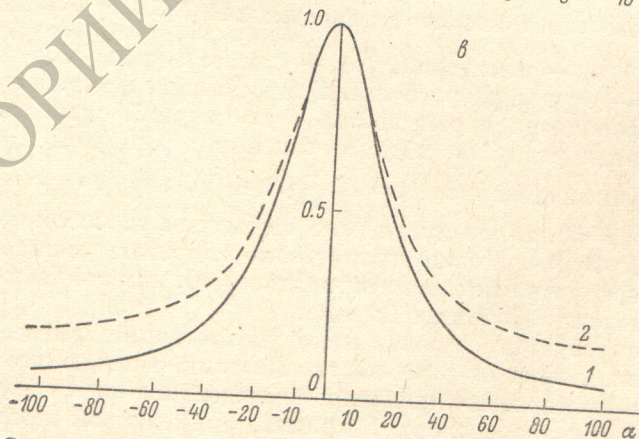
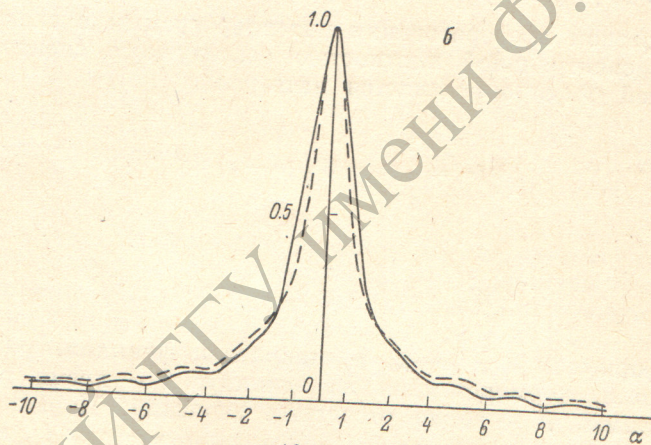
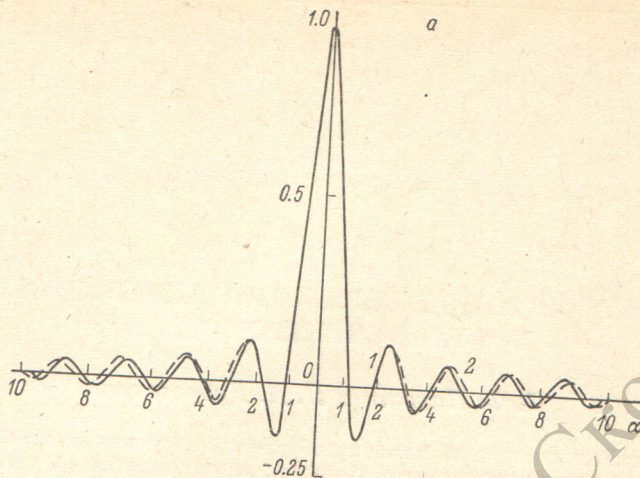
где

$$W_N(\omega - x) = \frac{T}{\pi} \varphi(N, \varepsilon, \alpha). \quad (2)$$

В этих формулах $W_N(\omega - x)$ — аппаратная функция, $\varphi(N, \varepsilon, d)$ — та же функция, нормированная на единицу; T — время регистрации интерферограммы, N — число отсчетных значений. Параметры ε и d суть приведенные спектральные интервалы: $\alpha = \frac{\omega - \omega_n}{(\Delta\omega)_0}$, $\varepsilon = \frac{\omega_c - \omega_n}{(\Delta\omega)_0}$, где ω — текущая, ω_n — начальная, ω_c — симметричная модуляционные частоты; $(\Delta\omega)_0$ — предел разрешения. В этом выводе предполагается, что зеркало интерферометра перемещается с постоянной скоростью v , при этом максимальная разность хода Δ связана с формулой $\Delta = 2vt$.

Ранее [1] было найдено, что $\omega_c = N \frac{\pi}{T} (2n + 1)$, где $(\Delta\omega)_0 = \frac{\pi}{T}$ и $n = 0, 1, 2, \dots$. Если $n=0$, то мы имеем дело с обычным способом выполнения преобразования Фурье. Можно существенно сократить машинное время обработки интерферограммы, если принять $n \neq 0$, как это было ранее исследовано на модели δ -функции Дирака.

Однако этот результат казался мало удовлетворительным, ибо такая модель слишком далека от реальности. Поэтому с целью уточнения результатов было предпринято численное исследование вида спектрограммы на примере модели дисперсионной кривой, примененной нами ранее [2]. Для сравнения одновременно вычислялась спектрограмма, точно вычисленная по формуле (3, 4) из [2]. (Это соответствует вычислению при $N = \infty$). Результаты расчетов представлены на рисунке. Как видно из сравнения, дискретная спектрограмма в общих чертах достаточно хорошо воспроизводит ход изменения точной спектрограммы, и заметные отклонения наблюдаются достаточно далеко от главного максимума. Однако следует обратить внимание на тот факт, что качество воспроизводимости ухудшается при увеличении собственной полуширины спектральной функции. В частности, на рисунке, ε , отклонения от исходной кривой на концах весьма существенны. Все же можно предположить, что сравнение



Спектрограммы дисперсионных кривых, нормированных на единицу, при разных соотношениях между полушириной линии в спектре $(\Delta\omega)'$ и пределом разрешения $(\Delta\omega)_0$.

Разрешающая способность $R = \frac{\omega_0}{(\Delta\omega)} = 1\ 280\ 256$, $d = \frac{\omega - \omega_0}{(\Delta\omega)_0}$, ω_0 — положение линии. а — $(\Delta\omega)' = \frac{1}{4} (\Delta\omega)_0$, б — $(\Delta\omega)' = 2 (\Delta\omega)_0$, в — $(\Delta\omega)' = 20 (\Delta\omega)_0$, $n = 5001$.

Сплошные кривые — точная спектрограмма, штриховые — дискретные.

с кривыми, полученными при обычном способе выполнения преобразования Фурье ($n = 0$), дало бы меньшее расхождение.

Предложенный метод преобразования Фурье целесообразно начинать с небольшого числа точек, например $N=250$, с последовательным увеличением числа точек в нечетное число раз, при этом, конечно, при начальном выборе N надо следить за тем, чтобы свободный спектральный интервал $N(\Delta\omega)_0$ не был бы меньше ширины исследуемого спектра.

Очевидно, что при таком методе расчета можно быстро получить спектр с малой затратой труда при любой разности хода и затем уже улучшить его качество (за счет увеличения отношения сигнала к шуму [3]) до желаемой величины, увеличивая в нечетное число раз число отсчетов с интерферограммы. При этом мы получаем возможность получать последовательно пробные спектры улучшенного качества за счет улучшения формы аппаратной функции и подавления шумов.

Литература

- [1] П. Ф. Паршин. Опт. и спектр., 14, 388, 1963.
- [2] Б. А. Киселев, П. Ф. Паршин. Опт. и спектр., 12, 311, 1962.
- [3] П. Ф. Паршин. Опт. и спектр., 16, 507, 1964.

Поступило в Редакцию 20 сентября 1969 г.