

ния оптич. разности хода L и видом т. н. аподизац. ф-ции $A(\delta)$ (см. *Аподизация*), k -рая входит в подинтегральное выражение в (1):

$$B'(\sigma) = 2 \int_0^L A(\delta) I(\delta) \cos(2\pi\sigma\delta) d\delta = B(\sigma) A'(\sigma),$$

где $A'(\sigma)$ — фурье-образ ф-ции $A(\delta)$. Фактически $A'(\sigma)$ и является аппаратной ф-цией Ф.-с., её ширина $\sim 1/L$. Варьируя форму аподизац. ф-ции, можно в больших пределах изменять форму и ширину аппаратной ф-ции Ф.-с., что упрощает обработку и интерпретацию получаемых спектров. Если ф-ция $A(\delta) = 1$ при $\delta < L$ (аподизация отсутствует), то

$$A'(\sigma) = 2L \sin c(2\pi\sigma L) = 2L \sin(2\pi\sigma L) / 2\pi\sigma L$$

и ширина аппаратной ф-ции $\delta\sigma \approx 1/2L$.

Второй существ. фактор, влияющий на форму и ширину аппаратной ф-ции Ф.-с., — протяжённость реального источника излучения в спектрометре. Обычно его размеры (линейные размеры входного отверстия спектрометра d) выбираются в зависимости от требований эксперимента, т. е. зависящий от d телесный угол Ω , определяющий угл. расходимость светового пучка в интерферометре (как и в любом спектральном приборе), связан с разрешающей способностью R :

$$\Omega \leq 2\pi/R;$$

это означает, что повышение R возможно только при уменьшении светосилы прибора и, следовательно, влечёт за собой ухудшение отношения сигнал/шум (S/N).

Результат восстановления спектра зависит также от дискретности регистрации интерферограммы, т. е. регистрации её с нек-рым шагом h по оптич. разности хода. Для этой цели необходимо регистрировать интерферограмму с частотой $(1/h)$, по крайней мере, вдвое большей, чем макс. частота сигнала. При этом частоты, лежащие в диапазоне от 0 до $1/2h$, передаются однозначно, а фрагменты более высоких частот в восстановленном спектре появляются на частотах, меньших $1/2h$. Последнее явление (т. н. «переналожение» спектров) устраняется с помощью предварит. оптич., электрич. или программной фильтрации сигнала. При высоком разрешении, большом значении частоты коротковолновой границы исследуемого спектра и относительно узком спектральном составе последнего ($\Delta\sigma$) можно резко сократить объём обрабатываемой информации, выбирая шаг равным $1/2\Delta\sigma$. Однако при этом нужно точно знать спектральный диапазон исследуемого сигнала для его однозначной идентификации.

В Ф.-с. реализуются два осн. принципа сканирования интерферограммы — шаговое и непрерывное (быстрое). В быстросканирующем Ф.-с. подвижный отражатель движется с пост. скоростью v . На выходе интерферометра каждая спектральная составляющая исследуемого сигнала синусоидально модулируется с частотой $\nu = 2v\sigma$ и осн. интегральное соотношение фурье-спектроскопии принимает вид

$$I(t) = \int_0^{\infty} B(\nu) \cos 2\pi\nu t d\nu.$$

В этом случае интерферометр модулирует собств. сигнал. Если исследуемый спектральный сигнал лежит в интервале от σ_1 до σ_2 , то диапазон частот ν модуляции интерференц. сигнала изменяется в пределах $2v\sigma_1 < \nu < 2v\sigma_2$. Этот диапазон можно изменять, варьируя скорость v , согласуя его с частотными характеристиками приёмного устройства спектрометра.

В шаговом Ф.-с. подвижный отражатель перемещается скачкообразно или непрерывно с очень малой скоростью v . В этом случае сигнал модулируется механич. обтюратором или быстрым изменением оптич. разности хода с небольшой амплитудой (т. н. внутр. модуляция). Шаговый Ф.-с. эффективен при исследованиях сигналов с узкополосным спектром или быстро меняющихся во времени.

Разл. типы Ф.-с. имеют определ. преимущества перед спектральными приборами с диспергирующими элементами. Так, благодаря осевой симметрии Ф.-с. обладает большей примерно в $2\pi/\beta$ раз светосилой (выигрыш Жакино; β — угл. высота щели в спектральных приборах с диспергирующими элементами) при одинаковой площади сечения коллимированного светового пучка в интерферометре Ф.-с. и на диспергирующих элементах классич. спектрального прибора. Выигрыш в мультиплексности (выигрыш Фелжета) обусловлен тем, что в течение всего времени измерения Ф.-с. одновременно регистрирует все компоненты исследуемого спектрального интервала, и, следовательно, при равных отношениях S/N сокращается время регистрации одинакового спектрального интервала или при равных временах его измерения получают в \sqrt{M} раз лучшее отношение S/N (M — число разрешаемых спектральных элементов на регистрируемом спектральном интервале). Выигрыш Фелжета возможен, когда шум приёмника излучения не зависит от величины сигнала. Использование стабилизированного по частоте лазера для измерения оптич. разности хода в интерферометре позволяет значительно повысить точность определения длин волн в спектре. В Ф.-с. применяется вычислит. техника (персональные компьютеры), что даёт возможность не только регистрировать и выводить спектральную информацию на внеш. устройства, но и осуществлять последующую обработку получаемых спектров. Кроме того, в Ф.-с. при правильном выборе частоты модуляции спектральных составляющих отсутствует рассеянный свет, появляющийся в большинстве спектрометров др. типов и искажающий регистрируемый сигнал.

Т. о., с помощью разл. типов Ф.-с. можно достичь предельно высокого разрешения, высокой фотометрической точности (большого отношения S/N) или сокращения времени регистрации спектра. Сочетание разных пар этих качеств в Ф.-с. и создаёт их многообразие.

Совр. Ф.-с. позволяют работать в широком спектральном интервале от 5 см^{-1} до $5 \cdot 10^4 \text{ см}^{-1}$, т. е. от субмиллиметрового до УФ-диапазона, хотя наиб. распространены приборы, работающие в ИК-диапазоне, где эффективность использования преимуществ Ф.-с. наибольшая. Разрешение совр. Ф.-с. изменяется в широких пределах — от неск. дес. до 10^{-4} см^{-1} .

Временное разрешение (фактически время регистрации интерферограммы) получаемых спектров в большинстве Ф.-с. составляет от долей секунды до неск. минут. Ф.-с. с высокими скоростями изменения оптич. разности хода обладают временным разрешением до 2—3 мс при достаточно высоком спектральном разрешении (до $0,1 \text{ см}^{-1}$). В приборах с шаговым сканированием достигается временное разрешение порядка Нс при исследовании периодически повторяющихся сигналов. Ф.-с. на основе статич. интерферометров, где в качестве интерферограммы регистрируется пространственно фиксированная в плоскости приёмных площадок многоэлементного фотоприёмника (линейки или матрицы фотодиодов) интерференц. картина, позволяют достигать временного разрешения, определяемого физ. пределом отд. измерения на отд. приёмнике, т. е. до 1 мкс и быстрее. Однако спектральное разрешение таких Ф.-с. оказывается довольно низким (не лучше 50 см^{-1}).

Обычно в Ф.-с. образец размещается в исследуемом световом пучке до или после интерферометра, исследуется отражённый или пропущенный образцом световой пучок. Однако образец может быть размещён и в одном из плеч интерферометра. В этом случае после обратного комплексного фурье-преобразования зарегистрированной интерферограммы получают комплексно-сопряжённую амплитуду отражения (пропускания) образца, умноженную на спектр источника излучения. Такой Ф.-с. наз. амплитудно-фазовым, он применяется для точного определения спектров оптич. постоянных веществ.

Лит.: Белл Р. Дж., Введение в фурье-спектроскопию, пер. с англ., М., 1975; Светосильные спектральные приборы, М., 1988.

В. А. Вагин, Г. Н. Жилищ.