

Во втором варианте С. в процесс распространения излучения вводится переменная временная задержка t и измеряется автокорреляц. ф-ция $I(\tau)$. Наиб. эффективно это реализуется в двухлучевом *интерферометре Майкельсона* сканированием по разности хода $\Delta = ct$. Изменения сигнала приёмника при таком сканировании дают интерферограмму $I(\Delta)$, фурье-образ к-рой представляет собой спектр $\Phi(\sigma)$, где σ — волновое число ($\sigma = 1/\lambda = v/c$, λ — длина волны). [Подробнее см. в ст. *Фурье-спектрометр*. Ниже рассматриваются методы измерения $\Phi(\nu)$.]

Инструментальный контур. Модельные описания процессов измерений в С. основываются на представлениях теории *линейных систем*. Спектральный прибор воздействует на измеряемый спектр — входной сигнал $\Phi_{\text{вх}}(\lambda)$, поэтому наблюдаемый спектр $\Phi_{\text{вых}}(\lambda)$ описывается в общем виде интегралом

$$\Phi_{\text{вых}}(\lambda) = \int_{-\infty}^{\infty} \Phi_{\text{вх}}(\lambda') \cdot A(\lambda, \lambda') d\lambda', \quad (1)$$

где $A(\lambda, \lambda')$ — *аппаратная функция* (АФ), или инструментальный контур, — индивидуальная характеристика измерит. прибора, зависящая от двух переменных: λ — физ. длины волны входящего излучения и λ' — приборной координаты, напр. спектральной шкалы прибора, по к-рой считывается отклик прибора, т. е. ф-ция $\Phi_{\text{вых}}(\lambda)$.

Спектральные приборы чаще всего сочетают оптич. систему (формирующую оптич. сигнал на приёмнике, преобразующем его в электрич. сигнал) с приёмно-регистрирующей системой, на к-рую поступает электрич. сигнал. Соответственно общая характеристика прибора A распадается на оптическую и электрическую АФ. Рассмотрим оптич. часть АФ.

Соотношение (1) позволяет указать способ определения контура $A(\lambda, \lambda')$. Пусть входной сигнал представляет собой монохроматич. волну $u(z) = \exp(-i2\pi\nu_0 z)$, спектр к-рой бесконечно узкая спектральная линия — дельта-функция $\delta(\lambda_0)$. Тогда

$$\Phi_{\text{вых}}(\lambda) = \delta(\lambda_0) \cdot A(\lambda, \lambda') = A(\lambda_0, \lambda'),$$

т. е. АФ есть отклик линейного прибора на δ -воздействие. Для спектральных приборов на основе монохроматоров такая ситуация реализуется при освещении входной щели излучением изолированной спектральной линии с шириной b_{λ} , много меньшей спектральной ширины щелей монохроматора. На спектрограмме линия с длиной волны λ_0 изображается прибором в виде контура колоколообразной формы, максимум к-рого располагается на делении шкалы $\lambda' = \lambda_0$, если шкала точна, или на ином значении $\lambda' \neq \lambda_0$, если шкала смещена по к.-л. причинам. Ширина этого инструментального контура соответствует эффективной спектральной ширине щелей $s_{\text{эф}}$ (учитывая вклад дифракции, aberrаций, разъюстировок).

Форма измеренного контура может быть различной. При сужении щелей до размеров дифракц. уширения («нормальные» щели) контур A приближается к виду $\text{sinc}^2 \lambda = (\sin \lambda/\lambda)^2$. В другом крайнем случае при достаточно широких щелях контур A приближается к треугольному; это объясняется тем, что контур A соответствует изменению сигнала приёмника при сканировании изображения входной щели поперёк выходной, при этом происходит свёртка двух П-контуров, к-рая и даёт в результате треугольный контур: $\Pi * \Pi = \Delta$. При промежуточных значениях ширины щелей треугольный контур сглаживается, что обычно удовлетворительно аппроксимируется гауссовой ф-цией (если aberrации не вносят асимметрии). Существенно подчеркнуть, что в рассматриваемом случае аппаратная ф-ция A имеет ширину $s_{\text{эф}}$ в спектральных единицах (в шкале прибо-

ра λ'), но весь её контур соответствует одной физ. длине волны λ_0 монохроматич. входящего излучения.

Если входящее излучение содержит ряд линий в нек-ром диапазоне длин волн и каждая из них отображается прибором в виде контуров одинаковой формы, то говорят, что такой прибор обладает свойством спектральной инвариантности в данном диапазоне. В этом случае ф-ция A зависит только от разности аргументов; обозначим её: $a(\lambda - \lambda')$. Для такой ф-ции интеграл (1) описывает операцию свёртки: $\Phi_{\text{вых}} = \Phi_{\text{вх}} * a$. Допущение об инвариантности является исходным в большинстве теоретич. работ по С. Но в реальных широкодиапазонных приборах (со сменными дифракц. решётками) инвариантность в рабочих режимах нередко не соблюдается, что приходится принимать во внимание при решении обратных задач — восстановления истинного спектра по измеренному.

Для линейчатого спектра на входе вводится характеристика прибора, называемая разрешением (возможность раздельного наблюдения двух близких линий равной интенсивности). Разрешение численно равно ширине ф-ции a , т. е. значению $s_{\text{эф}}$, т. к. при сближении двух линий λ_1, λ_2 до расстояния $s_{\text{эф}} = |\lambda_1 - \lambda_2|$ их инструментальные контуры a_1 и a_2 или сливаются в трапециевидный контур (при треугольной форме a), или разделяются лишь небольшим провалом (при дифракц. форме a ; *Рэлей критерий*). Отношение длины волны к разрешению наз. *разрешающей способностью*: $R = \lambda/s_{\text{эф}}$, где $\lambda = (\lambda_1 + \lambda_2)/2$.

Кроме отклика на одиночную δ -функцию на входе важное значение для полноты модельного описания имеет др. предельный случай, когда входной сигнал обладает сплошным спектром (бесконечная последовательность δ -функций). Тогда при фиксиров. положении всех оптич. элементов монохроматора (при остановленном сканировании) в фокальной плоскости образуется континуум монохроматич. изображений входной щели, последовательно смещённых за счёт угл. дисперсии. Суперпозиция этой последовательности на выходной щели соответствует операции свёртки, в результате к-рой формируется выходящий поток. Контур его спектра, в отличие от АФ, наз. ф-цией пропускания (ФП). Длина волны, соответствующая максимуму ФП, наз. длиной волны настройки λ' , ширина контура ФП наз. выделяемым спектральным интервалом $\delta\lambda$, отношение $\lambda'/\delta\lambda$ — селективностью С.

Зная отклики прибора на два осн. вида тестовых сигналов — δ -функцию и сплошной фон, можно изменить интеграл (1) к описанию измерений двух осн. видов спектров — излучения и поглощения (точнее — пропускания, т. к. обычно измеряется не поток, поглощённый в веществе, а прошедший или отражённый поток). Спектр потока $\Phi_{\text{вх}}(\lambda)$ представляется суперпозицией линий или полос, описываемых произведениями нек-рой пост. величины на нормированную к единице ф-цию распределения $f(\lambda) \leq 1$:

$$\Phi(\lambda) = \Phi_{\text{макс}} \cdot f(\lambda) \text{ — спектры излучения,}$$

$$\Phi(\lambda) = \Phi_{\text{ф}} [1 - f(\lambda)] \text{ — спектры поглощения.}$$

Одночная полоса в силу особенностей происхождения спектров (см. *Спектры оптические*) имеет контур $f(\lambda)$ колоколообразной формы, аппроксимируемый в первом приближении Гаусса функцией:

$$f(\lambda) \sim \exp\{-4 \ln 2 [(\lambda - \lambda_0)/b_f]^2\},$$

где λ_0 — положение максимума, b_f — ширина на полувысоте. Воздействие прибора на $f(\lambda)$ описывается в соответствии с (1) выражением

$$J(\lambda') = \int_{-\infty}^{\infty} f(\lambda) \cdot a(\lambda - \lambda') d\lambda. \quad (2)$$