



УДК 535.853

К. П. КУРЕЙЧИК, В. А. ГАЙСЕНКО, Н. В. КОЗЛОВСКИЙ

МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА СЕЛЕКТИВНОГО ПРОПУСКАНИЯ ПРИ УЧЕТЕ НЕСЕЛЕКТИВНОГО ПОГЛОЩЕНИЯ

При спектральных измерениях часто решается задача нахождения атомного (селективного) поглощения на фоне интенсивных спектральных помех. Наиболее мощное мешающее влияние оказывают неатомные (неселективные) помехи. Методы их компенсации основаны на получении сигнала, кодирующего неселективную помеху, при этом используется режим измерения, когда через поглощающую ячейку попеременно пропускают сигналы от источников излучения. Этот режим называется режимом разделения времени измерений. Существенно снизить влияние эффекта разделения времени при небольших затратах проще всего при определении коэффициента селективного пропускания (α_c).

В качестве основного источника излучения применяется лампа с полым катодом, а дополнительного, кодирующего неселективную помеху, — дейтериевый корректор [1—3]. Коэффициент α_c на практике рассчитывают по формуле

$$\alpha_c = I/I_0, \quad (1)$$

где I — интенсивность света лампы с полым катодом (ЛПК), прошедшего через облако атомных паров поглощающей ячейки; I_0 — интенсивность света в канале дейтериевого корректора (ДК).

Значения I и I_0 определяются в разные моменты времени (обозначим их t_1 и t_2), поэтому использование формулы (1) предполагает неизменность неселективного поглощения во времени в процессе измерений. Такая ситуация далеко не всегда реализуется на практике, что приводит к погрешности определения α_c .

Значение I_0 в моменты t_1 , которое нужно знать для правильного учета

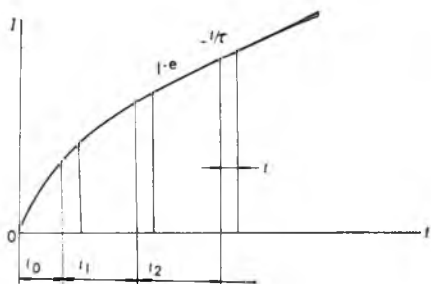


Рис. 1. Диаграмма метода измерения α_c при учете нестационарных неселективных помех

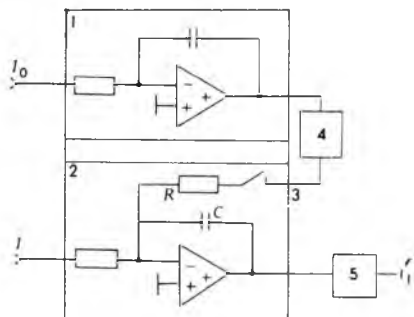


Рис. 2. Структурная схема устройства для измерения α_c при учете нестационарных неселективных помех

нестационарной неселективной помехи, можно определить интерполяцией. В простейшем случае достаточно воспользоваться линейной интерполяцией (рис. 1). Тогда, если известны значения I_0 в моменты времени t_0 и t_2 , вместо (1) следует применять выражение

$$\alpha_c^1 = 2I(t_1)/(I_0(t_0) + I_0(t_2)). \quad (2)$$

Для оценок предположим, что величина t мала по сравнению с временем изменения неселективного поглощения. Тогда относительная погрешность определения α_c и α_c^1 находится из выражений:

$$\varepsilon \approx \frac{I_0'(t_1)}{I_0(t_1)} t; \quad \varepsilon^1 \approx \frac{1}{2} \cdot \frac{I_0''(t_1)}{I_0(t_1)} t^2, \quad (3)$$

где I_0' и I_0'' — первая и вторая производные I_0 .

Как видно, при использовании (2) погрешность ε^1 является величиной более высокого порядка малости, чем ε .

Различие между ε и ε^1 может быть весьма существенным. Так, пусть на фронте нарастания измеряемого сигнала $I_0 \sim (1 - e^{-t/\tau})$. Тогда в начальные моменты времени

$$\varepsilon \approx 1 - t/2\tau; \quad \varepsilon^1 \approx t/\tau, \quad (4)$$

при этом t — длительность измерения сигнала; τ — длительность фронта нарастания неселективной помехи.

Обычно t выбирают таким образом, чтобы $t \ll \tau$. В этом случае при использовании (1) погрешность будет близка к 100 %, (2) — к нулю.

Таким образом, применение формулы (2) вместо общепринятого выражения (1) позволяет существенно снизить погрешности измерений, особенно в начале измерения сигнала, когда скорость измерения неселективной помехи велика.

Аппаратурная реализация (2) приведена на рис. 2. Устройство содержит два интегратора 1 и 2, на которые поступают сигналы I_0 от ДК и I от ЛПК. Выход интегратора 1 подключен к разрядному входу 3 интегратора 2, выход которого, в свою очередь, нагружен на устройство сравнения 5, выделяющее временной интервал разряда интегратора 2 [3].

Принципиально существуют два эквивалентных технических решения для реализации (2). Первое заключается в уменьшении сигналов, накопленных в моменты времени t_0 и t_2 , на интеграторе 1 в два раза, например, с помощью масштабного блока 4 перед подачей на вход 3 интегратора 2. Второе основано на увеличении сопротивления R разрядного входа 3 интегратора 2 в два раза по сравнению с первым решением. Для обоих случаев

$$I(t_1) - \frac{t_1}{\tau_1} \left[\frac{I_0(t_0) + I_0(t_2)}{2} \right] = 0, \quad (5)$$

где $\tau_1 = RC$ — для первого случая и $2RC$ — для второго.

В обоих вариантах t_1' — время разряда интегратора 2 с точностью до τ_1 определяется правой частью формулы (2).

В заключение отметим, что данный метод может быть использован при любом виде модуляции ДК и ЛПК, а также в спектрометрах, работающих на эффекте Зеемана. Обобщение метода на случай более сложных законов интерполяции величин, измеряемых в каналах ДК и ЛПК, очевидно. Техническая реализация устройств, работающих по более сложным алгоритмам, также не представляет трудностей.

Список литературы

1. Курейчик К. П., Саржевский А. М. // ЖПС. 1981. Т. 39. Вып. 6. С. 1133.
 2. Дмитриев Д. И., Сосенко В. А. // Вестн. Белорусского ун-та. Сер. I: Физ. Мат. Мех. 1978. № 2. С. 80.
 3. Ветохин С. С., Курейчик К. П., Макаров В. Л., Саржевский А. М. А. с. 857734 СССР // БИ. 1981. № 31.
- Поступила в редакцию 30.06.86.