

## ЛИТЕРАТУРА

1. Зверев В. А., Орлов Е. Ф. Оптические анализаторы. М.: Сов. радио, 1974.
2. Андреев Г. А., Хрулев В. П. Применение осциллографов Н-102 для штриховой и яркостной фотозаписи на кинолентку. — ПТЭ, 1962, № 5, с. 189—191.
3. Описание звукозаписывающего аппарата 1Д-3М3. Л.: ЛОМО, 1972.

*Поступило в редакцию 18 января 1978 г.*

УДК 621.396.624

Э. Г. САПРЫКИН, В. А. СОРОКИН

(Новосибирск)

### ФОТОЭЛЕКТРОННОЕ УСТРОЙСТВО С НОРМИРОВКОЙ СИГНАЛА ДЛЯ ЛАЗЕРНЫХ СПЕКТРОМЕТРОВ

В лазерных спектрометрах величина регистрируемого сигнала определяется не только свойствами исследуемой среды, но и зависимостью интенсивности зондирующего (пробного) лазерного излучения от частоты. Для получения неискаженных спектральных характеристик необходимо 1) либо при обработке спектрограмм делить (нормировать) амплитуду сигнала на величину интенсивности пробного поля, 2) либо стабилизировать выходную мощность зондирующего лазера, 3) либо использовать электронные нормирующие устройства при регистрации сигнала.

Реализация первого способа связана с дополнительными измерениями интенсивности лазерного излучения, что не всегда удобно. Использование второго метода ведет к тому, что приходится работать при заниженных мощностях лазера; кроме того, при регистрации нелинейных резонансов устранение частотной зависимости интенсивности пробного поля на входе в среду не всегда позволяет избавиться от этой зависимости на выходе, если достаточно существенно линейное поглощение излучения. Третий путь предполагает использование аналоговых устройств, осуществляющих нормировку сигнала, что особенно удобно при регистрации нелинейных резонансов модуляционным методом [1].

В случае регистрации нелинейных резонансов интенсивность зондирующего излучения, прошедшего через поглощающую среду, возмущенную насыщающей световой волной, описывается следующей зависимостью:

$$I = I_0(\Omega) (1 + \varepsilon(\Omega) \cos ft).$$

Здесь  $I_0(\Omega)$  — постоянная составляющая, изменяющаяся при перестройке частоты

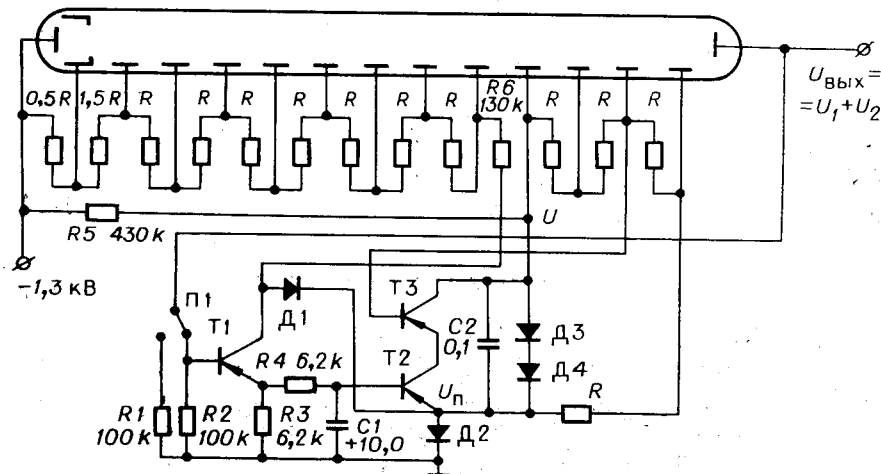


Рис. 1. Принципиальная схема устройства нормировки сигнала:

T1 — КТ3107Б; T2, T3 — МП26Б; D1 — Д814Д; D2 — КС156Б; D3, D4 — КС596Б; R — 39 кОм; фотумножитель — ФЭУ-83.

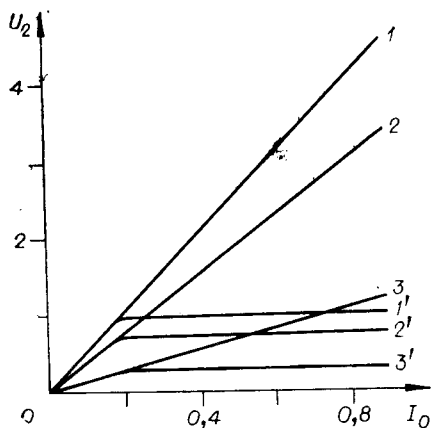


Рис. 2. Зависимость амплитуды модуляционной части сигнала  $U_2$  от его интенсивности  $I_0$  при глубине модуляции  $\epsilon$ , равной 0,17 (кривые 1, 1'), 0,12 (кривые 2, 2'), 0,04 (кривые 3, 3').

Кривые, обозначенные цифрами со штрихом,— нормированный сигнал.

пробного излучения;  $\epsilon(\Omega)$  — нелинейная часть коэффициента поглощения, определяемая свойствами среды и подлежащая измерению;  $f$  — частота модуляции интенсивности насыщающей волны;  $t$  — время. Полезная информация содержится в модуляционном члене  $I_0(\Omega)\epsilon(\Omega)$ , который легко выделяется, но она искажена множителем  $I_0(\Omega)$ . Деление модуляционного члена на величину постоянной составляющей  $I_0(\Omega)$  дает возможность регистрировать неискаженный сигнал [2].

В настоящей работе предложено и описано простое фотоэлектронное устройство для нормирования переменной части сигнала на величину постоянной составляющей. Устройство, схема которого изображена на рис. 1, представляет собой фотоумножитель с коэффициентом передачи, регулируемым путем изменения напряжения  $U$  на четырех последних диодах. Управление величиной  $U$  осуществляется инвертирующим усилителем постоянного напряжения, собранным на транзисторах Т1 (эмиттерный повторитель), Т2, Т3 (регулирующий каскад), усиление которого по переменному сигналу стремится к нулю с ростом частоты из-за наличия фильтра  $R4C1, C2$ . Увеличение постоянной составляющей  $I_0(\Omega)$  в световом потоке, регистрируемом ФЭУ, приводит к уменьшению  $U$  и, следовательно, коэффициента передачи ФЭУ настолько, чтобы постоянная составляющая  $U_1$  выходного напряжения оставалась неизменной. При этом коэффициент передачи фотоумножителем модуляционной части сигнала  $U_2$ , пропорционального  $I_0(\Omega)\epsilon(\Omega)$ , меняется обратно пропорционально  $I_0(\Omega)$ , вследствие чего происходит требуемая нормировка.

Устройство начинает нормировать сигнал, когда  $I_0(\Omega)$  становится больше некоторого порогового значения, соответствующего постоянной составляющей выходного напряжения  $U_1$ , равной  $U_n$  — напряжению стабилизации стабилизатора Д2. При фиксированном  $U_n$  возможный интервал изменения  $I_0(\Omega)$  определяется диапазоном изменения чувствительности ФЭУ (в нашем случае в 6 раз) при увеличении  $U$  от минимума, равного  $U_n$  (транзисторы Т3, Т2 полностью открыты, до максимума, равного суммарному напряжению стабилизации опорных диодов Д3, Д4 (транзисторы Т2, Т3 закрыты), предохраняющих транзисторы Т2, Т3 от пробоя. Средний уровень сигнала задается регулировкой светового потока путем подбора светофильтров и напряжения питания. Переключатель П1 позволяет отключить нормировку (левое по схеме положение) и работать с ФЭУ обычным образом.

Для проверки эффективности работы устройства лазерное излучение модулировалось по интенсивности с частотой 2 кГц. Мощность лазера менялась, моделируя зависимость  $I_0(\Omega)$ . Соответствующие графики зависимости  $U_2$  от  $I_0$  при различных глубинах модуляции  $\epsilon$  приведены на рис. 2. Видно, что при включенной нормировке сигнал пропорционален глубине модуляции излучения и не чувствителен к изменению его постоянной составляющей. Критерием точности нормировки может служить отношение тангенсов наклонов, обозначенных цифрами со штрихом и без штриха. В нашем случае оно не превышает 0,01. Аналоговые схемы подобной точности гораздо сложнее [3].

Описанное устройство успешно использовалось в схеме лазерного спектрометра, предназначенного для регистрации разностных и «полевых» резонансов [4].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Им Тхек-де, Кочанов В. П., Раутиан С. Г. и др. Влияние столкновений на спектр нелинейного поглощения для перехода  $3S_2 - 2P_4$ .— Квант. электроника, 1976, т. 3, с. 530.
2. Сорокин В. А. Устранение искажений формы нелинейных резонансов вследствие непостоянства интенсивности пробного поля.— В кн.: Труды XVII Всесоюз. студ. конф. Новосибирск: изд. НГУ, 1979.
3. Шейнголд Д. Справочник по нелинейным схемам. М.: Мир, 1977.
4. Агутов С. Н., Раутиан С. Г., Родионов Г. Д. и др. Методы поляризационной нелинейной спектроскопии в исследовании деориентирующих столкновений.— Опт. и спектр., 1980, № 6.

Поступило в редакцию 28 сентября 1979 г.