

УДК 535.243.25 :621.383

## УЛУЧШЕНИЕ ШУМОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОДНОЛУЧЕВОГО ОПТИЧЕСКОГО СПЕКТРОФОТОМЕТРА МЕТОДОМ АВТОСТАБИЛИЗАЦИИ КОЭФФИЦИЕНТА УСИЛЕНИЯ ФОТОПРИЕМНИКА

© 1995г. А.М. Бадалян, В.В. Каичев

*Институт неорганической химии СО РАН, Новосибирск*

Поступила в редакцию 27.10.94

Предложена новая опто-электронная схема автоподстройки коэффициента усиления фотоприемника с любым фоточувствительным элементом, работающая по принципу регулярной коррекции усиления по опорному световому сигналу. В отличие от известных методов автоподстройки корректируется усиление вторичных каскадов таким образом, чтобы аналоговый сигнал с фотоприемника, соответствующий интенсивности излучения в оптическом тракте спектрометра, уравнивался с опорным аналоговым сигналом.

Однолучевой оптический спектрофотометр со сканирующим дисперсионным элементом довольно часто встречается в приборном парке научно-исследовательской, технологической, контрольно-измерительной лаборатории. В силу своей простоты, удобства в обращении, возможности прямого измерения абсолютных значений поглощения и т.п. он широко используется для получения спектроскопической информации в различных областях науки и техники.

Однако, несмотря на целый ряд преимуществ, современный спектрофотометр, сконструированный по однолучевой схеме, имеет серьезный изъян. Так, получение абсорбционных спектров с его помощью предполагает последовательную запись опорного и информационного спектральных файлов (для "пустой" и поглощающей кювет соответственно) и дальнейшее поэлементное деление информационного файла на опорный. Ясно, что при таком приеме обработки сигнала имеется целый ряд факторов, способных внести значительные ошибки в измеренные величины истинного поглощения. Речь идет прежде всего об относительно медленных случайных изменениях информационного и опорного сигналов с характерным временем изменения, сравнимым со временем записи спектральной линии. Такие нестабильности

сигнала воспринимаются регистрирующей системой как истинные изменения и проявляются в результирующем спектре как неисправимые ошибки. Аналогичные ошибки также имеют место и при записи эмиссионных спектров.

Основными причинами медленных нестабильностей сигнала являются тепловые дрейфы "нуля" регистрирующей аппаратуры, интенсивности светового поля излучателя, а также изменения коэффициента преобразования светового сигнала в электрический аналоговый — коэффициента усиления фотоприемника. Первая причина довольно легко устраняется либо с помощью селективного усиления сигнала при модуляции пропускания оптического тракта, либо просто применением в качестве элементной базы для предварительных усилителей сигнала современных радиокомпонентов с малым температурным дрейфом (например, ОУ К14ОУД17 и К14ОУД24) [1]. Вторая причина также устранима, хотя и значительно труднее. В этом случае требуется создание высокостабильных излучателей [2], а также особая пассивная стабилизация оптического тракта. Что же касается коэффициента усиления фотоприемника, то коррекция его медленных дрейфов оказывается значительно труднее, и различные приемы (термостатирование, стабилизация параметров источни-

ка питания и т.п. [3]) зачастую не приносят желаемого результата. Известны несколько приемов стабилизации коэффициента усиления ФЭУ по опорному световому сигналу на основе обработки напряжения питания [4] или потенциала анода [5].

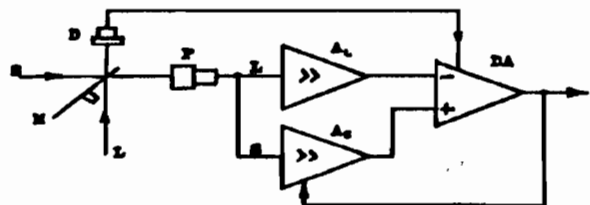


Рис.1. Блок-схема устройства автостабилизации. Объяснение в тексте.

Схемы такой стабилизации в первом случае сильно нарушают относительную спектральную чувствительность ФЭУ, а во втором случае не распространяются на другие фоточувствительные элементы, индивидуальные к каждому виду ФЭУ, требуют дополнительных стабильных опорных напряжений, сложны в настройке.

Нами предлагается новая оптоэлектрон-

ная схема автоподстройки коэффициента усиления фотоприемника с любым светочувствительным элементом. Здесь также используется принцип регулярной коррекции усиления по опорному световому сигналу, однако, в отличие от известных методов, корректируется усиление вторичных каскадов и таким образом, чтобы аналоговый сигнал с фотоприемника, соответствующий интенсивности излучения в оптическом тракте спектрометра, уравнивался с опорным аналоговым сигналом в течение всего времени записи спектра.

С помощью зеркального модулятора М устройства (рис.1) на вход фотоприемника P попеременно поступают световые сигналы от спектрометра S и опорного источника L. Аналоговые сигналы с фотоприемника разделяются по двум каналам: опорный — по каналу L с фиксированным коэффициентом усилителя  $A_L$  и информационный — по каналу S с переменным коэффициентом  $A_S$ . Затем сигналы вычитаются на дифференциальном усилителе DA, выходное напряжение которого является сигналом обратной связи для обработки коэффициента усиления  $A_S$ .

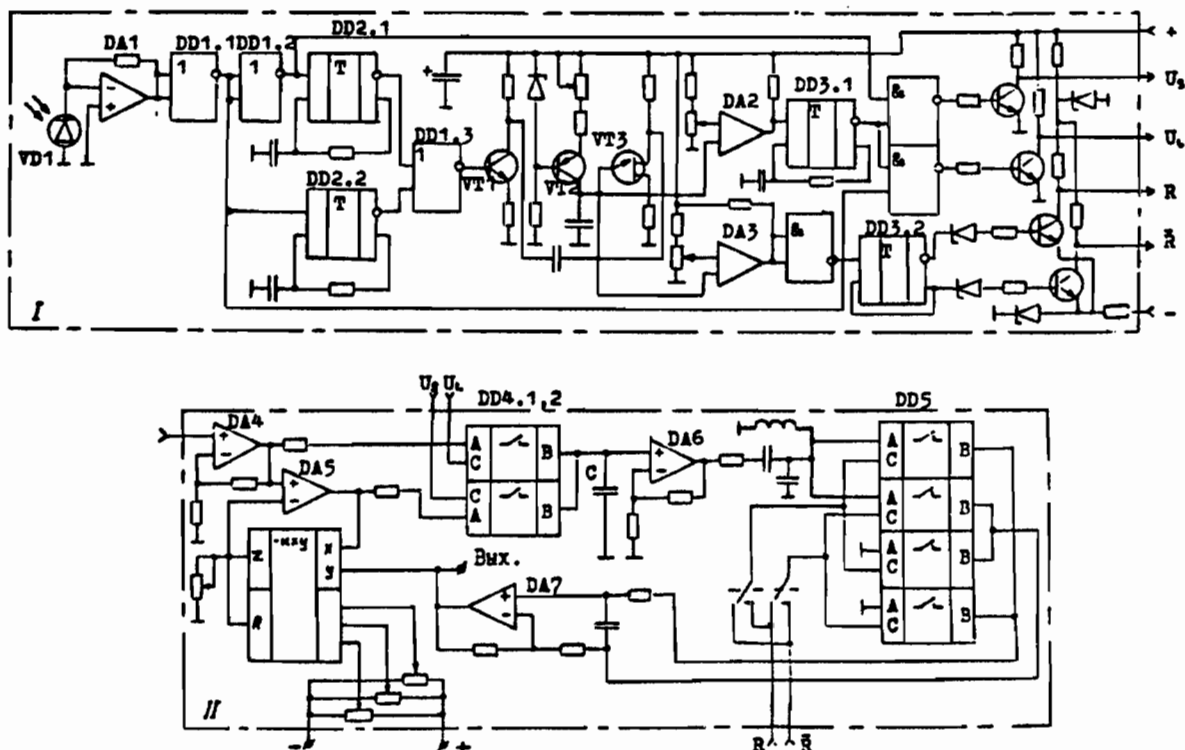


Рис.2. Принципиальная схема электронного блока устройства автостабилизации.

Легко заметить, что в этом случае при достаточной линейности обратной связи напряжение на выходе дифференциального усилителя не зависит от случайного изме-

нения коэффициента усиления фотоприемника P, а пропорционально только отношению сигналов L и S. Таким образом, учиты-

вая стабильность опорного светового сигнала, в форме записи выходного напряжения DA имеем искомый спектр, не зависящий от флуктуаций коэффициента усиления фотоприемника.

На рис.2 показана принципиальная схема электронного блока, который осуществляет описанную процедуру регистрации спектра. Функционально схема разделена на две части: управляющая I и исполняющая II. Световой сигнал L поступает на фотодиод VD1 управляющей схемы в то же время, когда на вход фотоприемника поступает сигнал S, и инициирует на выходе усилителя DA1 опорный меандр. С помощью логических элементов DD1 и триггеров DD2 по переднему и заднему фронтам опорного сигнала формируются короткие импульсы, запускающие развертку генератора пилообразного напряжения, собранного на транзисторах VT1-VT3. Компараторы DA2 и DA3 обеспечивают управляемую задержку импульсов относительно фронта опорного меандра. Триггер DD3.1 формирует задержанные короткие импульсы, которые, в свою очередь, инициируют поочередное появление на выходах  $U_S$  и  $U_L$  управляющих прямоугольных импульсов той же длительности. Триггер DD3.2 формирует управляемый по фазе меандр той же частоты, что и сигнал на выходе DA1, и инициирует на выходах R и  $\bar{R}$  напряжения опоры для синхронного детектирования.

Поступающий на вход схемы II исследуемый сигнал состоит из чередующихся уровней L и S, причем в момент переключения уровней с помощью механического модулятора естественны коммутационные помехи, что обуславливает необходимость фазовой задержки управляющих импульсов  $U_S$  и  $U_L$ . Сигнал L через повторитель DA4 пропускается ключом DD4.1 и "запоминается" на конденсаторе C. Этот уровень напряжения

поддерживается на конденсаторе вплоть до момента поступления сигнала S, усиленного управляемым усилителем DA5 и пропущенного ключом DD4.2. Управление усилением DA5 осуществляется с помощью умножителя аналогового сигнала, собранного на микросхеме DD6. Таким образом, на выходе усилителя DA6 с частотой модуляции света поочередно появляются уровни L и S·k, где k – коэффициент усиления управляемого усилителя DA5. Этот переменный сигнал поступает на вход синхронного детектора, собранного на микросхемах DD5 и DA7, выход с которого подается на обработку коэффициента усиления k. Напряжение обработки автоматически поддерживается таким, чтобы уровни L и S·k уравнивались. В результате, как легко заметить, это напряжение не зависит от коэффициента усиления фотоприемника и пропорционально только отношению световых уровней L и S на его входе.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андронов О.И., Бровченко В.Г., Евдокимов С.Т., Родионов И.Ю. // ПТЭ. 1992, №3, С.110-119.
2. Алькевич Л.В., Костко М.Я., Удинский А.В. // ЖПС. 1978. Т.29, вып.6, С.1149-1152.
3. Шанин Г.Г., Панков Э.Д., Андреев А.Л., Польщиков Г.В. Источники и приемники излучения. СПб., 1991.
4. Угольников В.И., Шаланкевич А.М. // ПТЭ. 1984. №3. С.172-174.
5. Мезрин М.Ю. // Там же. 1988, №1. С.158-161.