

Рис. 3. Схема спектрального прибора с пространственным разделением длин волн с помощью угловой дисперсии: 1 — коллиматор с входной щелью Ш и объективом O_1 с фокусным расстоянием f_1 ; 2 — диспергирующий элемент, обладающий угловой дисперсией $\Delta\phi/\Delta\lambda$; 3 — фокусирующая система (намера) с объективом O_2 , создающим в фокальной плоскости Φ изображения входной щели в излучении разных длин волн с линейной дисперсией $\Delta x/\Delta\lambda$.

светофильтры с непрерывной перестройкой по λ полосы пропускания. Для таких С. п. характерно последовательное соединение функциональных элементов, в к-рых информативный сигнал к-л. образом обрабатывается (рис. 4). Для измерений спектров пропускания и отражения разл. образцов используются встроенные источники излучения со сплошным спектром, для исследований спектров внеш. излучателей — соответствующие осветители, а для непосредств. измерения поглощения в веществе могут использоваться оптико-акустич. ячейки,

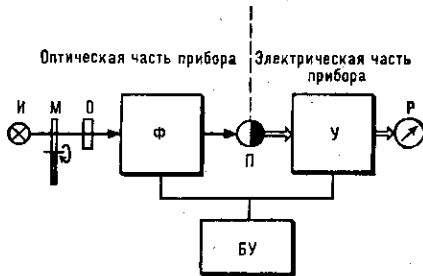


Рис. 4. Блок-схема однолучевого одноканального прибора: И — источник излучения; М — оптический модулятор (объектор); Ф — сканирующий фильтр (монохроматор); П — фотоэлектрический приёмник излучения; У — усилитель и преобразователь сигнала приёмника; Р — аналоговый или цифровой регистратор; БУ — блоки управления и обработки данных на базе ЭВМ.

преобразующие поглощённую энергию в подходящий для регистрации сигнал. В классич. С. п. оптич. модулятор вводится в схему лишь для того, чтобы в электрич. части применить усиление на перем. токе.

Устройства управления С. п. и обработки результатов измерений строятся на базе микропроцессоров. Они отличаются большим разнообразием и обеспечивают оптимизацию режимов работы С. п. по параметрам R , M , $\Delta\omega$ в рамках условия (1) [для классич. С. п. условие имеет вид $R^2 M \Delta\omega = K(\lambda)$, если шум приёмника не зависит от падающего на него потока]. Вместо величины K иногда используют т. н. энергетический фактор $Q(\lambda) = M \Delta\omega / (\delta\lambda)^2 = \lambda^2 K(\lambda)$, к-рый численно равен отношению сигнал/шум, наблюдаемому при единичном выделяемом спектральном интервале $\delta\lambda$ и единичной полосе частот $\Delta\omega$. Накладываемые фактором Q энергетич. ограничения играют осн. роль в ИК-области, где яркости источников быстро уменьшаются и значения Q малы; напр., в ср. ИК-области (≈ 10 мкм) хорошие С. п. имеют $Q = 10^7 \text{ мкм}^{-2} \text{ Гц}^{1/2}$ (в шкале волновых чисел $Q = 10^9 \text{ см}^{-2} \text{ Гц}^{1/2}$). В видимой и ближней ИК-областях энергетич. ограничения играют меньшую роль и рабочие значения R могут приближаться к дифракц. пределу (напр., в С. п. с дифракц. решётками — к значению $R_{\text{диф}} = 2k\nu L \sin\phi$, где k — кратность дифракции, $\nu = 1/\lambda$ — волновое число, L — ширина решётки, ϕ — угол дифракции).

Рассмотрим типичные приборы группы 1.

Спектрометры высокого разрешения для исследования структуры атомных и молекулярных спектров представляют собой стационарные лаб. установки, построенные по схеме рис. 4. В зависимости от области спектра применяются разнообразные монохроматоры (с фокусными расстояниями до 10 м) в вакуумируемых корпусах, в виброзащищённых и термостабилизиров. помещениях. В этих приборах используется 2- и 4-кратная дифракция на шпаллах шириной до 400 мкм, применяются спец. источники и охлаждаемые приёмники, что позволяет достигать в спектрах поглощения $R \approx 2 \cdot 10^6$ в области длин волн 2,5 мкм. Для выявления ещё более тонкой структуры в схему измерений вводят сканирующие интерферометры Фабри — Перо ($R \approx 10^8$ в видимой области).

Спектрофотометры (СФ) выполняют операции фотометрирования для определения отношений потоков — безразмерных коэф. пропускания и отражения разнообразных образцов веществ и материалов. В наиб. прецизионных СФ эта задача решается по схеме рис. 4 сравнением двух последоват. отсчётов для одного и того же пучка излучения: «образец в пучке», «образец вне пучка». Такой же метод применяется в массовых регистрирующих СФ — сравнительно дешёвых С. п., сотни разновидностей к-рых выпускаются десятками фирм. Серийные автоматич. регистрирующие СФ основаны на более сложных, но и более производительных двухлучевых схемах измерений, отличающихся от однолучевой тем, что между источником и фильтром (или между фильтром и приёмником) организуются два пучка излучения — измерительный (в к-рый помещается образец) и референтный. Эти пучки модулируются по определ. алгоритмам, обеспечивающим работу т. н. систем электрического отщепления и я, регистрирующих коэф. пропускания T или оптич. плотности $D = -\lg T$ ($0 \leq T \leq 1$) как ф-ции λ или $\nu = 1/\lambda$. Использувавшиеся для этих целей системы оптич. юзля практически вышли из употребления к кон. 1980-х гг.

Многочисл. модели автоматич. СФ можно разделить примерно на три класса: сложные универсальные СФ для науч. исследований ($R \sim 2000-5000$), приборы ср. класса ($R \sim 500-1000$) и простые, т. н. рутинные, СФ ($R \sim 100-500$) с рабочими спектральными диапазонами, заполняющими всю область прозрачности атмосферы 0,19—50 мкм. Кроме того, спец. вакуумные модели выпускаются для УФ-области (0,1—0,2 мкм) и ИК-области (50—300 мкм). Конструкции автоматич. СФ обеспечивают широкий выбор значений R , M , $\Delta\omega$, скоростей и масштабов регистрации спектров разл. объектов, приборы оснащаются наборами газовых и жидкостных кювет, приставками для измерений зеркального и диффузного отражений, а также нарушенного полного внутреннего отражения, приставками для измерений малых образцов, для исследований при разных темп-рах и т. п. В конструкции спец. типов СФ вводят микроскопы (микроспектрофотометры), устройства для исследований спектров люминесценции (спектрофлуориметры), дисперсии показателя преломления (спектрорефрактометры), поляризации (спектрополяриметры), измерений яркости внеш. излучателей в сравнении с встроенным эталонным (спектрофотометры), испытаний чувствительности фотоматериалов (спектросенситометры) и др.

Автоматич. СФ являются осн. приборами для исследований спектральных характеристик веществ и материалов и абсорбционного спектрального анализа.

Спектрометры комбинационного рассеяния могут быть однолучевыми и двухлучевыми. Источниками излучения в них обычно служат лазеры, а для наблюдения комбинац. частот (см. Комбинационное рассеяние света) и подавления фона, создаваемого первичным излучением, применяются двойные и тройные монохроматоры с голографич. дифракц. решётками. В лучших приборах отношение фона к полезному сигналу снижено до