

Рис. 3. Схема спектрального прибора с пространственным разделением длин волн с помощью угловой дисперсии: 1 — коллиматор с входной щелью Щ 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 Ф изображения входной щели в излучении разных длин волн с линейной дисперсией  $\Delta x/\Delta\lambda$ .

светофильтры с непрерывной перестройкой по  $\lambda$  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,

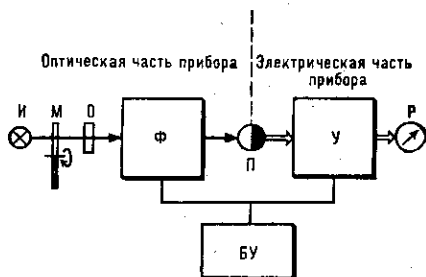


Рис. 4. Блок-схема однолучевого одноканального прибора: И — источник излучения; М — оптический модулятор (объектор); Ф — сканирующий фильтр (монохроматор); П — фотоэлектрический приёмник излучения; У — усилитель и преобразователь сигналов приёмника; Р — аналоговый или цифровой регистратор; БУ — блоки 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 ( $\approx 10$  мкм) хорошие С. п. имеют  $Q = 10^7 \text{ мкм}^{-2} \text{ Гц}^{1/2}$  (в шкале волновых чисел  $Q = 10^3 \text{ см}^{-2} \text{ Гц}^{1/2}$ ). 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,  $\phi$  — 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, регистрирующих коэф. пропускания  $T$  или оптич. плотности  $D = -\lg T$  ( $0 \leq T \leq 1$ ) как ф-ции  $\lambda$  или  $\nu = 1/\lambda$ . Использувавшиеся для этих целей системы оптич. нуля 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