

szej powierzchni $dS_w = \frac{dS_0}{\cos w'}$. Jeżeli τ_w nie zależy od kąta pola, to z podzielenia

$$\frac{E'_w}{E'_0} = \frac{\omega_w}{\omega_0} \cos w'$$

Oznaczając przez $\Delta Z'$ powierzchnię źrenicy wyjściowej otrzymuje się

$$\omega_0 = \frac{\Delta Z'}{r_0'^2}; \quad \omega_w = \frac{\Delta Z' \cos w'}{\left(\frac{r_0'}{\cos w'}\right)^2} = \frac{\Delta Z'}{r_0'^2} \cos^3 w'$$

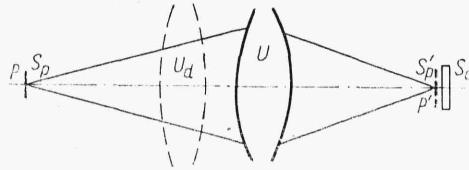
Po podstawieniu ostatecznie będzie

$$E'_w = E'_0 \cos^4 w' \quad (2.153)$$

Jest to *prawo winietowania naturalnego*. Natężenie oświetlenia obrazu spada wraz z czwartą potęgą kosinusa kąta pola widzenia. Dla $w' = \pi/4$ $E'_w = 0,25 E'_0$.

2.7.5. Szczególne właściwości reakcji odbiornika przy współpracy z układem optycznym

Różnica między odbiornikami analizującymi i całkującymi powierzchnię światłoczułą polega na wielkości rozpatrywanego obszaru. W pierwszym przypadku można odbiornik uważać za zbiór elementarnych odbiorników dających niezależne od siebie reakcje, a w drugim ustalana jest reakcja sumaryczna dla całego odbiornika. Dla każdego z tych odbiorników można wyodrębnić element powierzchni dający niezależną reakcję; dla odbiornika analizującego będzie to część powierzchni odbiornika, natomiast dla całkującego — jego cała powierzchnia.



Rys. 2.103

Niech S_0 (rys. 2.103) będzie powierzchnią odbiornika o niezależnym sygnale i niech P będzie źródłem światła o powierzchni S_p , którego obraz P' o powierzchni S'_p dany przez układ U powstaje w płaszczyźnie odbiornika. Dla uproszczenia przyjmuje się, że natężenie oświetlenia E' jest stałe na całej powierzchni S'_p . Reakcja odbiornika zależy od strumienia jaki na nią pada, a więc dla $S'_p \leq S_0$ będzie proporcjonalna do $\Phi = E'S'_p$. Jeżeli zostanie dostawiony dodatkowy układ optyczny U_d o współczynniku przepuszczenia równym 1, który nie zmieniając kąta aperturowego przestrzeni obrazowej powiększy obraz źródła światła, to zgodnie z (2.148c) natężenie oświetlenia w płaszczyźnie obrazu nie ulegnie zmianie, ale strumień wywołujący reakcję, a więc i reakcja wzrośnie z uwagi na powiększenie powierzchni S'_p . Dla dostatecznie dużego powiększenia może zachodzić warunek $S'_p > S_0$ i wtedy strumień wywołujący reakcję w granicy wyniesie $\Phi_d = E'S_0$. Dalszy wzrost powiększenia nie spowoduje wzrostu reakcji.

Podobna sytuacja będzie, gdy przedmiot P znajduje się odpowiednio daleko od układu i jego położenia nie będzie miało wpływu na natężenie oświetlenia w płaszczyźnie obrazu (p. 2.7.4). Jeżeli obraz źródła światła będzie mniejszy niż powierzchnia niezależnego sygnału, to zbliżenie przedmiotu do układu spowoduje wzrost powierzchni obrazu źródła, a tym samym wzrost reakcji, ale tylko do momentu, gdy osiągnięte zostanie $S'_p = S_0$. Dalsze przysuwanie przedmiotu nie tylko nie zwiększy reakcji, a nawet dla małych odległości przy przekroczeniu warunku stosowalności wzoru (2.151), czy (2.152) zgodnie z (2.150) może ją zmniejszyć z uwagi na spadek wartości natężenia oświetlenia E' .

Siatkówka oka jest odbiornikiem analizującym powierzchnię obrazu. Elementami dającymi niezależne informacje są czopki i pręciki. Wymiarowi czopka w obszarze dołka środkowego odpowiada kąt bliski $1'$ i oznacza to, że źródła światła, których wymiar kątowy jest mniejszy od tej wartości są uważane za punktowe. W miarę zbliżania się do takiego źródła, powstanie wrażenie wzrostu intensywności świecenia, ale tylko do chwili, gdy jego wymiar kątowy osiągnie wartość $1'$. Przy dalszym zbliżaniu światło ze źródła padnie również na sąsiednie elementy światłoczułe, wywołując wrażenie źródła o skończonych wymiarach, ale o stałej luminancji. Pomija się tu wpływ absorpcji i rozproszenia przez atmosferę, które w niektórych warunkach mogą być decydujące. Ponieważ wymiaryątowe gwiazd nie przekraczają $0,05''$, to obserwując je przez lunetę wydają się one dla nas dalej źródłami punktowymi, ale o większej światłości w porównaniu z wrażeniem odbieranym przez obserwatora okiem nieuzbrojonym. Natomiast przedmioty, których wymiar kątowy dla oka jest większy niż $1'$, wydają się przez lunetę ciemniejsze, gdyż część promieniowania zostaje pochłonięta i odbita przez elementy układu optycznego. Poza tym źrenica wyjściowa lunety jest najczęściej mniejsza niż średnica źrenicy wejściowej oka, co powoduje jeszcze zmniejszenie kąta aperturowego przesłoni obrazowej układu luneta—oko.

2.7.6. Pomiary energetyczne i fotometryczne

Celem pomiarów jest wzorcowanie przyrządów pomiarowych, odbiorników i źródeł światła oraz wyznaczenie rozkładów energetycznych lub fotometrycznych promieniowania na pewnych powierzchniach. Umożliwia to doświadczalne wyznaczenie ich charakterystyk świetlnych oraz sprawdzenie przeprowadzonych obliczeń. Z uwagi na przeznaczenie książki omówiono tu tylko drugą grupę zagadnień. Informacje o wzorcowaniu można znaleźć w [8] i [12].

Pomiary radiometryczne i fotometryczne różnią się tylko czułością spektralną odbiorników. W pierwszym przypadku odbiornik musi mieć gęstość monochromatyczną reakcji niezależną od długości fali, natomiast w drugim musi się ona pokrywać z czułością spektralną oka. I dlatego pomiary energetyczne przeważnie prowadzone są przy wykorzystaniu własności ciała czarnego i zamiany pochłanianej energii promieniowania na ciepło, natomiast pomiary fotometryczne — przy użyciu odbiorników fotoelektrycznych z absorpcyjnymi filtrami selektywnymi korygującymi ich czułość spektralną do czułości spektralnej oka.

Omówione zostaną tu tylko przyrządy fotometryczne z uwagi na ich powszechne zastosowanie. Wstawiając w miejsce odbiornika fotoelektrycznego bolometr lub termoelement o neutralnej charakterystyce spektralnej otrzymane byłyby w ten sposób przyrządy do pomiarów wielkości energe-