



Czytelnicy *Delt*y, którzy zaliczali się do pilniejszych uczniów fizyki, pamiętają zapewne, że powiększenie lunety to stosunek ogniskowej obiektywu F do ogniskowej okularu f . Dlatego nie bardzo ma sens pytanie, ile razy dana luneta powiększa – ona powiększa rozmaicie w zależności od życzenia obserwatora. I dlatego każdą lunetę (teleskop) kupuje się z zestawem okularów, służących na różne okazje. Instrukcja obsługi podaje, że lunetą można uzyskać powiększenie... i tu pada jakaś zawrotna liczba. Mało kto wie, że w tym punkcie producent zazwyczaj przesadza, o czym niżej.

Dla uzyskania maksymalnego powiększenia należy zastosować okular o możliwie krótkiej ogniskowej, aby stosunek F/f był możliwie wielki. Tak mówi optyka geometryczna. Nic więc w zasadzie nie stoi na przeszkodzie, by zamiast okularu (przez który przecież, jak przez lupę, ogląda się rzeczywisty obraz dalekiego przedmiotu utworzony przez obiektyw) umieścić w teleskopie... mikroskop. Odpowiada on lupie, tj. okularowi, o ogniskowej $f = \Delta/p$, gdzie Δ to tzw. odległość najlepszego widzenia, równa w przybliżeniu 25 cm, a p to powiększenie mikroskopu. Przy powiększeniu mikroskopu wynoszącym kilkaset razy równoważna ogniskowa f lupy ma długość rzędu milimetrów, a wtedy powiększenie teleskopu F/f może być rzeczywiście ogromne!

Tylko że to nie ma sensu, bo na przeszkodzie stoi falowa natura światła. Mianowicie, dość zawiła teoria dyfrakcji, czyli uginania się fal świetlnych na przeszkodach, dowodzi, że w ognisku teleskopu o średnicy D obrazem nieskończenie odległego źródła światła jest nie punkt, lecz plamka o średnicy kątowej równej w przybliżeniu λ/D radianów (gdyby tę plamkę oglądać ze środka obiektywu), gdzie λ oznacza, oczywiście, długość fali świetlnej (wynosi ona orientacyjnie $0,5 \mu\text{m}$). I tego prawa przyrody, jak zresztą żadnego prawa przyrody, obejść się nie da. Maksymalne powiększenie teleskopu to takie, przy którym owa plamka dyfrakcyjna oglądana przez okular miałaby średnicę 1 minuty łuku (bo taką rozdzielczość ma ludzkie oko). Zwiększanie powiększenia powodowałoby tylko większe rozmycie obrazu, ale żadnych drobniejszych szczegółów widać by nie było. Praktyka wykazuje, że to maksymalne powiększenie wynosi tyle razy, ile milimetrów ma średnica teleskopu. Jeżeli więc producent lunety o średnicy 10 cm twierdzi, że najsilniejszy okular da powiększenie 500 razy, to jest to nadużycie, zwłaszcza że za ten „silny” okular i tak trzeba zapłacić.

Warto tu zauważyć, że całe te rozważania co do powiększenia teleskopu nie mają znaczenia w astronomii profesjonalnej. Tam bowiem nie ogląda się obrazu przez jakikolwiek okular, tylko w ognisku teleskopu ustawia się kliszę fotograficzną, kamerę CCD lub inne specjalistyczne odbiorniki światła. Pozostaje w mocy zasadniczy wzór na rozmiar kątowy plamki dyfrakcyjnej λ/D lub jej rozmiar liniowy $\frac{\lambda}{D}F$.

Domysłamy się teraz, jakie kłopoty miała radioastronomia. W tej dziedzinie nośnikiem informacji

są fale tysiące razy dłuższe od świetlnych. Aby więc uzyskać podobną rozdzielczość, należałoby budować radioteleskopy o średnicy tysięcy metrów. Absurd. Okazało się jednak, że nie trzeba budować „całych” radioteleskopów, a tylko ich fragmenty. Bo jeżeli obiektyw zwykłego teleskopu przykryć przysłoną mającą dwa otwory na końcach jednej średnicy obiektywu, to taki teleskop będzie zbierał wprawdzie mniej światła, ale dyfrakcja będzie nadal zachodzić jak przy pełnym, nieprzesłoniętym obiektywie. Jego rozdzielczość będzie więc taka, jak bez przesłony. Fakt ten wykorzystala właśnie radioastronomia, bowiem – uwaga! – dwa radioteleskopy rozdzielone odległością tysiąca kilometrów mogą działać wspólnie jak dwa fragmenty jednego radioteleskopu o takiej właśnie średnicy! Chwył ten nazywa się syntezą apertury. Stał się wykonalny, gdy dzięki bardzo precyzyjnym zegarom udało się tak zgrać sygnały z dwóch radioteleskopów, jakby pochodziły z dwóch fragmentów jednego ogromnego radioteleskopu.

Obecnie najkrótsze, wykorzystywane w obserwacjach astronomicznych, fale radiowe mają długość około 2 mm. Jeśli „syntetyczny radioteleskop” ma rozmiary Ziemi, to jego rozdzielczość – każdy łatwo obliczy – jest rzędu 50 mikrosekund łuku, a więc jest wyższa niż 10-metrowego teleskopu optycznego! Chyba pierwszym i najciekawszym zadaniem takich badań będzie (a właściwie już jest w toku) skrupulatne prześledzenie okolic centralnej czarnej dziury naszej Galaktyki, będącej radioźródłem znanym jako Sagittarius A* . Rozdzielczości 50 mikrosekund łuku odpowiada w odległości centrum Galaktyki możliwość rozróżniania szczegółów o rozmiarach $0,5 \text{ j.a.}$

Oczywiście, droga od obserwacji radiowych do wydrukowania szczegółowej mapy obiektu niebieskiego w zakresie radiowym jest długa i skomplikowana. Radioteleskop wszak nie robi żadnych zdjęć, on tylko zbiera energię z pewnego kąta bryłowego i przetwarza ją na przebiegi elektryczne. Takie przebiegi pochodzące z kilku radioteleskopów trzeba precyzyjnie zgrać w czasie i odtworzyć, jakie musi być radioźródło, by dało takie właśnie obserwacje. Jest to bardzo skomplikowana procedura, ale obecnie stosowana już właściwie standardowo. A ciekawe, czego dowiemy się o Wszechświecie, gdy astronomowie nauczą się budować kilometrowe „syntetyczne teleskopy” optyczne. Próby takie, co prawda na mniejszą skalę, już podjęto.