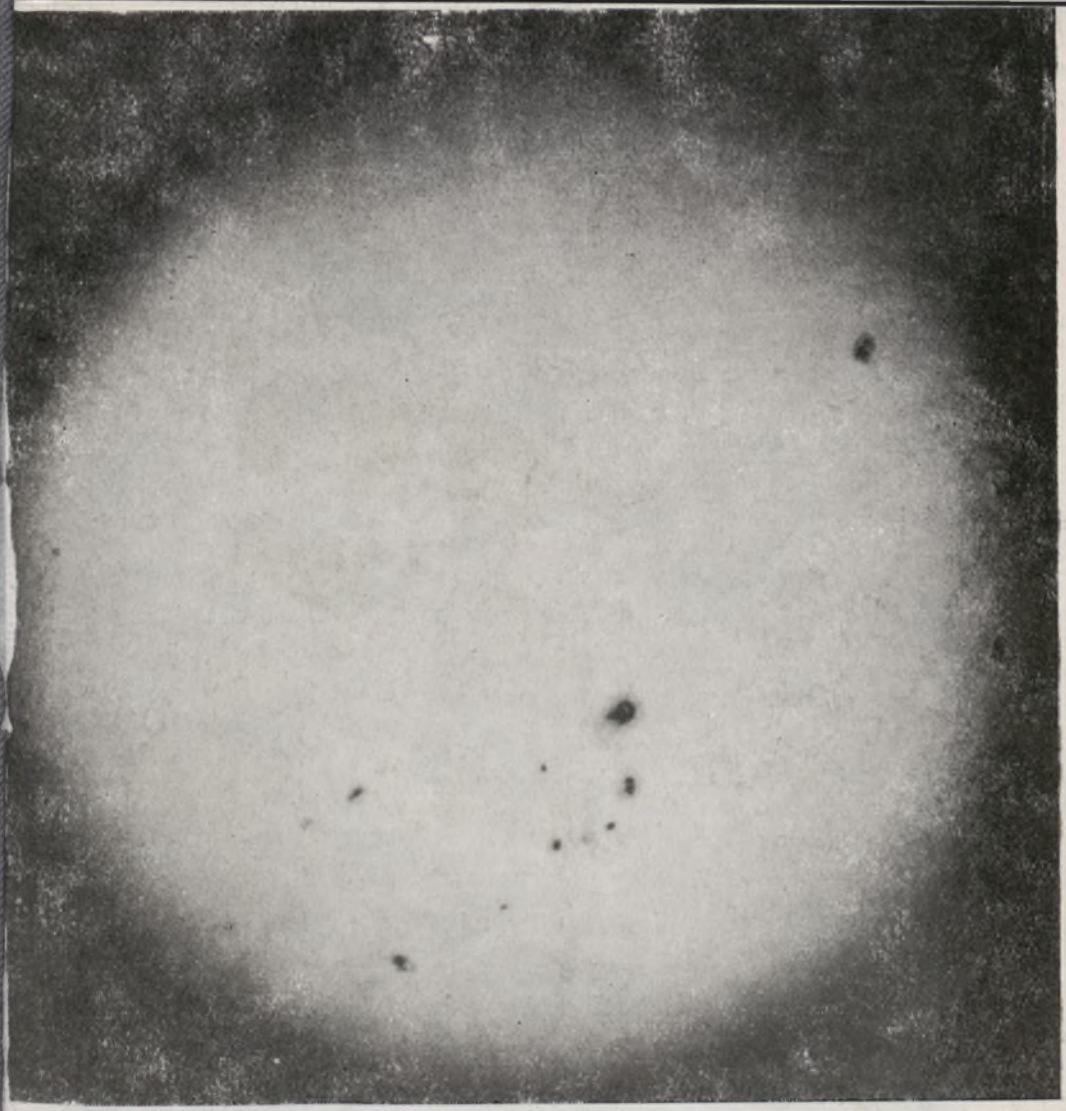
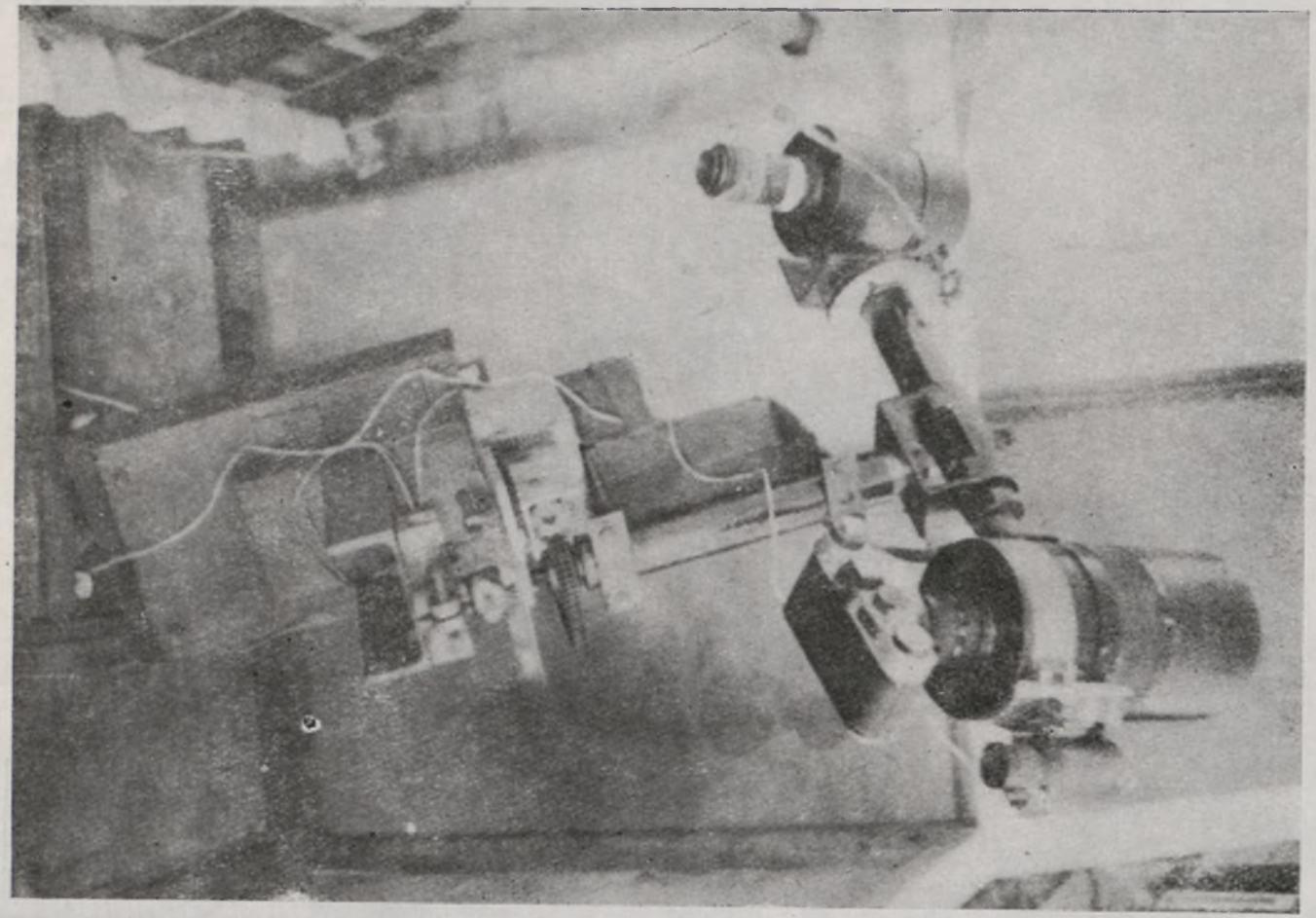


URANIA

MIESIĘCZNIK
POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII
ROK LXII LUTY 1991 NR 2 (589)



PL ISSN 0042-07-94

URANIA

MIESIĘCZNIK POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK LXII LUTY Nr 2 (589)

WYDANO Z POMOCĄ FINANSOWĄ POLSKIEJ AKADEMII NAUK. CZASOPISMO ZATWIERDZONE PRZEZ MINISTERSTWO OŚWIATY DO UŻYTKU SZKÓŁ OGÓLNOKSZTAŁCĄCYCH, ZAKŁADÓW KSZTAŁCENIA NAUCZYCIELI I TECHNIKÓW (DZ. URZ. MIN. OŚW. NR 14 Z 1966 R. W-WA 5. 11. 66).

Jednym z najobfitszych źródeł informacji o gwiazdach są widma ich promieniowania. Dostarczają one wiadomości o temperaturze zewnętrznych warstw gwiazdy, składzie chemicznym, gęstości atmosfery i panującym w niej ciśnieniu, polu magnetycznym itd. Wygląd widma jest podstawą klasyfikacji gwiazd. Gwiazdy, których widma zdominowane są liniami i pasmami charakterystycznymi dla węgla przyjęto nazywać gwiazdami węglowymi. Bliższemu przedstawieniu tych obiektów poświęcony jest wstępny artykuł Romana STRZONDAŁY i Marka VORELA, młodych astronomów czechosłowackich. Następny artykuł, napisany przez doświadczonego miłośnika astronomii Antoniego PIASKOWSKIEGO, jest natomiast przeglądem metod prowadzenia amatorskich obserwacji widm gwiazd. Mamy nadzieję, że zachęci on niejednego Czytelnika do podjęcia prób poszerzenia obszaru swych zainteresowań o badania spektroskopowe. Jest to dziedzina rzadko dziś uprawiana przez miłośników astronomii, a przecież przynosząca wiele pożytku i mogąca dostarczyć dużej satysfakcji. Kolejny artykuł Marka ZAWILSKIEGO z cyklu poświęconego historii obserwacji zjawisk zaćmieniowych kończy — rozpoczęty w poprzednim numerze — opis średniowiecznych dokonań europejskich.

SPIS TREŚCI

Roman Strzondała, Marek Vorel — Gwiazdy węglowe (34).

Antoni M. Piaskowski — Metody amatorskich obserwacaji widm gwiazd (40).

Marek Zawilski — Historyczne obserwacje zjawisk zaćmieniowych (VIII). Obserwacje średniowieczne. Europa, c. d. (48).

Kronika: Co świeci w Centrum Galaktyki? (54) — Niezwykła galaktyka NGC 1614 (55) — Co nowego na Tytanie? (55).

Kronika Historyczna: Edwin Hubble — droga do astronomii (57).

Obserwacje: Wyprawa na całkowite zaćmienie Słońca 22 lipca 1990 r. (59) — Komunikat nr 9/90 Sekcji Obserwacji Słońca PTMA (60).

Z korespondencji (61).

Kalendarzyk astronomiczny (62).

Pierwsza strona okładki: Zdjęcie Słońca wykonane 24 sierpnia 1990 r. przez Longina Garkula z Łotwy za pomocą teleskopu Maksutowa 100/1000 mm z układem Barlowa i aparatu Zenit na filmie o czułości 8 DIN.

Druga strona okładki: Urządzenie do fotografowania Słońca skonstruowane przez Longina Garkula z Łotwy, którym zostało wykonane zdjęcie reprodukowane na pierwszej stronie okładki (patrz Z korespondencji).

ROMAN STRZONDAŁA, MAREK VOREL — Czechosłowacja

GWIAZDY WĘGLOWE

1. Wstęp

Gwiazdami węglowymi nazywamy gwiazdy, których widma zdominowane są przez silną absorpcję dwuatomowej cząsteczki węgla C_2. Znamy ich około 4 tysiące w naszej Galaktyce i kilkadziesiąt w galaktykach najbliższych, głównie w Wielkim i Małym Obłoku Magellana. Większość (3219) znanych gwiazd węglowych można znaleźć w *General Catalogue of Cool Carbon Stars*, którego autorem jest Stephenson (*Publications of Warner and Swasey Observatory* No. 4, 1973), a odkryte później — tylko w oryginalnych publikacjach. Stąd też prawdziwa liczba znanych gwiazd węglowych może być tylko oczacowana.

2. Zaszeregowanie ewolucyjne gwiazd węglowych

Już na początku naszego stulecia autor pierwszej klasyfikacji widmowej zakwalifikował gwiazdy węglowe jako specjalną gałąź typów widmowych R i N, bardzo odmienną od tzw. ciągu tlenowego. Charakterystyczne dla ciągu węglowego jest to, że nie tworzy jednolitej grupy, ale rozpada się na wiele podgrup różniących się własnościami fizycznymi, składem chemicznym, ewolucją. Jednak podział gwiazd na obiekty ciągu tlenowego i węglowego jest „nieostry". Szereg gwiazd węglowych tworzy grupy CS i SC „prowadząc" jakby do typu widmowego S ciągu tlenowego. Gwiazdy CS i SC różnią się istotnie natężeniem pasm absorpcyjnych ZrO (w CS mamy bardzo silne i wyraźne pasma cząsteczki C_2, słabe pasma ZrO; dla SC jest odwrotnie). Gwiazdy węglowe znajdują się na bardzo późnym stadium ewolucji, w stadium poprzedzającym przejście na wykresie HR do obszaru gwiazd zdegenerowanych. Zajmują ten sam obszar, co gwiazdy typu M, ale pod wieloma względami od nich się różnią. Podstawowym parametrem, który różni ciąg węglowy od tlenowego (zależnym prawdopodobnie także od stadium ewolucji tych obiektów) jest zawartość węgla w atmosferach, dokładniej stosunek liczby atomów węgla do liczby atomów tlenu C/O. Dla gwiazd ciągu tlenowego stosunek ten jest zawsze mniejszy od jedności, dla gwiazd ciągu węglowego — większy od jedności. Gwiazdy typu widmowego CS i SC często uważa się za przejściowe

stadium ewolucyjne między gwiazdami typu S i C, przy czym zakłada się następującą drogę ewolucyjną: M MS S SC CS C. W literaturze można znaleźć dużo publikacji, które potwierdzają przypuszczenie, że ewolucja gwiazd późnych typów widmowych przebiega od małych wartości parametru C/O do wartości dużych.

Samodzielną, stosunkowo liczną grupę gwiazd węglowych tworzą gwiazdy ze wszystkimi własnościami ciągu węglowego, ale z wyraźną linią Ba II 455.4 nm, która jest charakterystyczna dla gwiazd ciągu tlenowego. Stosunek C/O jest dla gwiazd barowych również bliski jedności, dlatego stanowią one pewnie przejście między ciągiem tlenowym i węglowym.

Specjalną grupę gwiazd tworzą gwiazdy węglowe znajdujące się na bardzo zaawansowanym etapie swej ewolucji. Obiekty te (z maksimum promieniowania przesuniętym do dalekiej podczerwieni) są według współczesnej teorii tym etapem ewolucji, który poprzedza utworzenie jąder mgławic planetarnych. Na podstawie natężenia pasm węgla w widmie można do gwiazd węglowych zaliczyć także tzw. gorące gwiady węglowe. W rzeczywistości są to olbrzymy i nadolbrzymy typów widmowych od G8 do K2, których jest jednak mało dlatego nie tworzą nawet samodzielnej grupy. Jeszcze mniej wiemy o gwiazdach węglowych karłowatych, które swoją ewolucją znacznie różnią się od pozostałych.

Problem wyjaśnienia względnego nadmiaru węgla w atmosferach gwiazd węglowych sprowadza się do określenia procesów i dróg ewolucyjnych w okresie poprzedzającym przejście tych gwiazd do stadium białego karła. Trzeba określić, czy ewolucja ciągu węglowego przebiega niezależnie od ewolucji gwiazd ciągu tlenowego i jakie są różnice między oboma ciągami. Czy istnieje tylko jedna droga ewolucyjna, na której gwiazdy wzbogacają się w węgiel i przechodzą z ciągu tlenowego do węglowego? Wiele pytań dotyczących tego problemu znalazło już odpowiedź, jednak większość czeka na rozwiązanie. Reakcje jądrowe zachodzące we wnętrzach gwiazd byłyby dobrym wskaźnikiem stadium ewolucji olbrzymów i nadolbrzymów późnych typów widmowych. Niestety bezpośrednio obserwować ich nie możemy. Jednak o ich istnieniu i przebiegu możemy się dowiedzieć z ich wpływu na atmosferę, tzn. ze wzbogacania atmosfery produktami spalania termojądrowego we wnętrzu. Najefektywniejszym sposobem modelowania tego spalania jest badanie występowania izotopów ^{13}C i ^{12}C (dokładniej ich stosunku) w atmosferach gwiazd węglowych.

Można to robić spektroskopowo z widma cząsteczkowego C_2, CN lub CO. Dzięki tej metodzie modelowanie wnętrz gwiazd węglowych przeszło od prostych modeli z wypalonym jądrem wodorowym do modeli z kilkoma źródłami termojądrowymi. Najlepszą zgodę z obserwacjami otrzymują autorzy, którzy zakładają, że w jądrze zachodzi spalanie węgla i azotu, a oprócz tego istnieją dwa źródła powłokowe. W jednym przebiega proces 3 alfa, w drugim zwykły cykl CNO.

Problem wzbogacania atmosfer gwiazd węglowych w produkty spalania to również pytanie, jakim sposobem produkty te transportowane są z wnętrza. Większość autorów przewiduje w tych gwiazdach intensywne ruchy konwektywne.

3. Zmienność blasku gwiazd węglowych

Większość gwiazd węglowych to gwiazdy fizycznie zmienne, co musi odbijać się na ich atmosferach. Niestety nie ma dotychczas systematycznej klasyfikacji rodzajów tej zmienności. Wydaje się, że w oparciu o krzywe blasku można rozróżnić cztery podstawowe grupy gwiazd węglowych:

— gwiazdy niezmienne,
— gwiazdy typu Mira Ceti,
— zmienne półregularne typu SR,
— zmienne nieregularne z małymi amplitudami typu Lb.

Mniejsza liczba gwiazd węglowych — głównie gwiazdy o wyższej temperaturze powierzchniowej — tworzy kilka grup zmiennych nieregularnych. Należy do nich parę gwiazd typu R CrB. Do obiektów, których nie da się zaszeregować do żadnej z wyżej wymienionych grup, należy kilka gwiazd typu RW Aur (Isb). Niektóre gwiazdy węglowe to zmienne typu RR Lyr, cefeidy czy gwiazdy typu RV Sag. Przegląd ten jest bardzo niekompletny, bo niestety większości gwiazd węglowych w ogóle nie badano pod względem ich zmienności.

4. Widma gwiazd węglowych

Widma gwiazd węglowych w dziedzinie widzialnej są przeważnie widmami cząsteczkowymi z wyraźnymi pasmami cząsteczek C_2 i CN; widzialność widma atomowego ograniczona jest tylko do małych skrawków, gdzie pasma cząsteczkowe za bardzo nie przeszkadzają.

Z punktu widzenia składu chemicznego uwagę astrofizyków absorbuje przede wszystkim węgiel, a to dlatego, że jego ilość

w atmosferze jest kryterium pozwalającym zaszeregować gwiazdy do typów tlenowego lub węglowego. Pojawia się tu jednak sporo problemów, gdyż nie bardzo wiadomo jaka część węgla w plaźmie atmosfery występuje w postaci atomowej, a ile węgla wiążą struktury cząsteczkowe. Jak już powiedziano linie atomowe węgla neutralnego są w dziedzinie widzialnej niewyraźne i w dodatku nakładają się na linie cząstki, a obserwacje podczerwone tych obiektów są jeszcze ciągle rzadkością. Występowanie węgla w postaci cząsteczkowej w gwiazdach węglowych można określić na podstawie teorii równowagi dysocjacji cząsteczek. Dotychczasowe wyniki obliczeń teoretycznych dają solidną podstawę do określania koncentracji poszczególnych rodzajów cząsteczek w atmosferach chłodnych gwiazd, a pośrednio i do określania względnego występowania poszczególnych pierwiastków. Ogromnym problemem pozostaje jednak uzyskanie wystarczającej ilości danych obserwacyjnych o koncentracji cząsteczek w badanych obiektach. Dla gwiazd węglowych można z widm jednoznacznie identyfikować tylko cząsteczki C_2, CH, CN, NH, wieloatomowe C_3, SiC_2 i kilka dalszych. Cały szereg cząsteczek w widmach gwiazd węglowych identyfikuje się tylko w przybliżeniu, inne są tylko przewidywane na podstawie wyników teorii równowagi dysocjacji.

4.1. Cząsteczkowe widma gwiazd węglowych

Wiemy już, że w widmach gwiazd węglowych można identyfikować pasma cząsteczek C_2, CH, CN, NH i C_3, SiC_2. Cząsteczka C_2 wytwarza w widmie kilka podstawowych pasm absorpcyjnych: serię Swana w dziedzinie widzialnej (szereg pasm od krótkiej części widma do bliskiej podczerwieni): serię Philipsa w podczerwieni bliskiej i serię Balika-Ramseya w dalekiej podczerwieni. Cząsteczka CN ma wprawdzie pasma w fioletowej części widma, ale w gwiazdach węglowych nie da się tego obserwować z powodu słabości ultrafioletu. Druga, czerwona seria absorpcji cząsteczki CN rozciąga się w przybliżeniu od 700 nm aż do 1.5 μm. Cząsteczkę CH charakteryzuje głównie znane pasmo G w obszarze 429.5—431.5 nm. Za pomocą natężenia tego pasma wyróżnia się dwie grupy osobliwe gwiazd węglowych: gwiazdy z bardzo silnymi pasmami CH tworzą grupę osobną, CH, a z liniami wyraźnie słabszymi od linii węgla C_2 — grupę HdC (ang. hydrogen deficient carbon stars). Pasma cząsteczki CO są bardzo wyraźne w podczerwo-

nej części widma. Rotacyjno-wibracyjne pasma CO można obserwować na długościach fali 1.6, 2.3 i 5 μm. Najmniej tłumione jest pasmo 2.3 μm.

Z innych dwuatomowych cząsteczek pojawiających się w widmach gwiazd węglowych wymienić trzeba przede wszystkim dwuatomowe tlenki. Występują one głównie w gwiazdach ciągu tlenowego, ale w niektórych przypadkach możemy je znaleźć i w gwiazdach węglowych (np. w formie wspomnianej molekuły CO). Wyjątkowo ważna jest cząsteczka SiO, która wytwarza źródło maserowe w otoczkach wielu miryd ciągu węglowego. W widmach niektórych gwiazd węglowych występują również pasma cząsteczkowe związków: TiO, AlO, YO, ZrO, CaO, SiC i NH.

Teoria równowagi dyssocjacji cząsteczek dostarcza wielu dowodów na to, że w atmosferze gwiazd węglowych mogą występować także wieloatomowe cząsteczki, które w licznych przypadkach mogłyby przeważać nad dwuatomowymi. Taką ważną rolę odgrywają SiC_2 i O_3, które w widmach pojawiają się wspólnie i tylko z trudem dają się rozróżnić. Dalszą grupę cząsteczek wieloatomowych w gwiazdach węglowych stanowią HCN, CH_2 i cząstki typu $C_n H_{2n}$. Bardzo słabo, ale są widoczne również cząstki H_2O.

Na zakończenie opisu widma cząsteczkowego gwiazd węglowych trzeba podkreślić, że szereg pasm jest do dziś niezidentyfikowanych.

4.2. Atomowe widma gwiazd węglowych

Badania widma atomowego gwiazd węglowych utrudnione jest występowaniem licznych silnych pasm cząsteczkowych nakładających się na linie atomowe. Z tego też powodu widmo atomowe badane było tylko w kilku „korzystnie" wybranych obszarach.

Najliczniejszymi liniami w widmach gwiazd węglowych są linie metali Fe, Ti, V, Cr, Co, Zr. Wyraźne są jednak i linie neutralnego potasu KI i pojedynczo zjonizowanego wapnia Ca II, które są bardzo dobrym wskaźnikiem temperatury tych gwiazd. Ważnymi liniami są również linie multiplatu sodu. Szerokości równoważne tych linii osiągają często kilka nanometrów i zmieniają się z fazą zmian blasku poszczególnych obiektów. Następną linią, która przyciąga uwagę badaczy gwiazd węglowych, jest jedyna obserwowana linia litu Li 670.8 nm. Interesujące jest również odkrycie nietrwałego pierwiast-

ka w atmosferach gwazd węglowych — zidentyfikowane zostały linie technetu Tc.

Linie absorpcyjne najpowszechniejszego pierwiastka we Wszechświecie — wodoru — są w widmach gwiazd węglowych niewyraźne i często nakładają się na inne. Jednak w tych obiektach często występują linie emisyjne wodoru, najwyraźniej H alfa i H beta. W gwiazdach węglowych zostały w emisji zidentyfikowane jeszcze linie: HI, FeI, SiI, MnI, FeII i CaII.

5. Klasyfikacja widmowa i fotometryczna gwiazd węglowych

Klasyfikacja harvardzka widm gwiazd węglowych opiera się na analizie zjawisk absorpcyjnych obserwowanych w widzialnej części widma. Ogólnie mówiąc bada się występowanie pasm cząsteczkowych serii Swana cząstki C_2 i pasma cząstki CN, a w ogóle nie bierze się pod uwagę innych, typowych dla gwiazd węglowych pasm i linii (Si, C_2, C_3, multipletu NaI, linii litu itp.). Dlatego Keenan i Morgan w ciągu 1941 roku umieścili wszystkie gwiazdy węglowe w jednym ciągu C zależnym od temperatury (temperatura maleje od C 0,0 w kierunku najpóźniejszego C 9,9). Ich klasyfikacja opiera się na:

1) różnicy natężenia linii atomowych w krótkofalowej części widma,
2) wąskopasmowej fotometrii kilku odcinków widma ciągłego wolnego od absorpcji cząsteczkowych,
3) natężeniu linii multipletu sodu NaI,
4) stosunku natężenia pasm Swana cząsteczki C_2.

To, że proponowana klasyfikacja C wyraża dostatecznie dokładnie zależność od temperatury, potwierdziły studia teoretyczne linii atomowych oraz obserwacje konkretnych gwiazd węglowych. Gwiazdy węglowe są jednak przeważnie obiektami względnie słabymi i spektroskopowo trudno dostępnymi. Dlatego szukano sposobów zastąpienia klasyfikacji widmowej klasyfikacją fotometryczną. Te propozycje fotometrycznej klasyfikacji opierają się na tym, że wszystkie bez wyjątku gwiazdy węglowe odznaczają się ekstremalnie dużymi wskaźnikami barwy, które już na pierwszy rzut oka odróżniają je od gwiazd ciągu tlenowego. Należy więc badać rozkład energii w widmach gwiazd. Podstawowe dane można uzyskać zwykłymi szerokopasmowymi fotometrami. Jednak dopiero wykorzystanie specjalnych systemów fotometrycznych, wymyślonych specjalnie w celu badania wyznaczonych zjawisk może z widma rzeczywiście doprowadzić do uzyskania maksimum informacji.

Problem spektroskopowej i fotometrycznej klasyfikacji gwiazd węglowych był już intensywnie badany, ale stale pozostaje otwarty. Przyczyną tego stanu jest to, że gwiazdy węglowe (i obiekty im podobne) nie tworzą jednorodnej zbiorowości, lecz rozpadają się na wiele grup z identycznymi lub podobnymi właściwościami fizycznymi, grup, które mogą — ale nie muszą — różnić się stadium ewolucyjnym. Fakt ten trzeba nieustannie mieć w pamięci podczas interpretowania obserwacji spektro i fotometrycznych. Należy więc przed ostatecznym rozwiązaniem problemu klasyfikacji gwiazd węglowych przeprowadzić najpierw szczegółową analizę właściwości fizycznych gwiazd tworzących poszczególne grupy i dopiero później przejść do całości.

Dodajmy jeszcze, że problemy klasyfikacji widmowej gwiazd węglowych są ściśle powiązane z anomalnym rozłożeniem energii w widmach tych gwiazd. Na skutek intensywnej absorpcji w krótkofalowej części widma dochodzi do „przepompowania" energii ku podczerwieni. Do badania tego zjawiska potrzebne jest spektrofotometryczne skanowanie widm lub (w przypadku słabych obiektów) wielokanałowa fotometria.

ANTONI M. PIASKOWSKI — Warszawa

METODY AMATORSKICH OBSERWACJI WIDM GWIAZD

1. Wprowadzenie

Poradniki dla miłośników astronomii w niedostateczny na ogół sposób informują o możliwościach przeprowadzania niezmiernie ciekawych obserwacji widm gwiazd, poświęcając natomiast dużo uwagi zagadnieniom mniej wizualnie efektownym, a często wymagającym znacznie lepszego przygotowania i praktyki obserwacyjnej. Wystarczy nadmienić, że w I wydaniu (1956) *Poradnika miłośnika astronomii* P. Kulikowskiego na 419 stron tekstu obserwacjom spektroskopowym poświęcono zaledwie 1/3 strony; w II wydaniu (1976) mimo wzrostu objętości do 650 stron druku tekst o obserwacjach spektroskopowych pozostał właściwie niezmieniony. Inaczej było w końcu XIX wieku, gdy tradycje wizualnej spektroskopii były jeszcze żywe. Na przykład w VII wydaniu znanej książki T. W. Webba *Celestial Objects for Common Telescopes* (1899) przy omawianiu poszczególnych gwiazdozbiorów zestawiono 629 gwiazd z widmami

„godnymi uwagi". A przecież Autor ten większość obserwacji wykonał za pomocą refraktora o obiektywie 94 mm, a największym używanym przez niego był teleskop o średnicy zwierciadła 237 mm. Zapomina się również, że pierwsze w historii obserwacje widm gwiazd przeprowadził J. Fraunhofer za pomocą pryzmatu umieszczonego przed obiektywem lunetki o średnicy równej 35 mm! Pierwsze naukowe pomiary widm gwiazd przeprowadzał w latach 60-tych XIX wieku W. Huggins posługując się refraktorem o średnicy 8 cali (tzn. 203 mm), zaś niezwykle precyzyjne pomiary prędkości radialnych przeprowadzane były w IV ćwierci XIX w. za pomocą refraktora o obiektywie 30 cm. Wszystko to leży w zasięgu możliwości amatorów. Co więcej, autor niniejszego artykułu stwierdził możliwość przeprowadzania obserwacji spektrospopowych za pomocą zwykłych lunet pryzmatycznych o obiektywach 60—70 mm, które wraz ze „stołowym" statywem przenoszone być mogą w małej walizeczce lub zwykłej teczce.

Obserwacje spektroskopowe to doskonałe również zastosowanie większych teleskopów, z którymi właściciele często po prostu nie wiedzą co robić. Wszystko to nie oznacza jednak, że obserwacje widm gwiazd należą do obserwacji łatwych; wymagają one bowiem bardzo dobrych warunków w sensie spokojnej atmosfery i braku migotania gwiazd. Dostrzegalność widm gwiazd zależy ponadto silnie od typu spektralnego gwiazd i ostrości wzroku obserwatora; dlatego też określenie wielkości gwiazd, których widma mogą być przez dany instrument obserwowane nie jest rzeczą prostą.

Dla potrzeb miłośniczych stosowana obecnie w astrofizyce klasyfikacja widmowa jest zbyt skomplikowana. Trzeba więc sięgnąć do literatury sprzed lat kilkudziesięciu. J. Scheiner w książce *Populäre Astrophysik* (1922) podaje np. podział według Secchi'ego na 4 podstawowe klasy:

— klasa (typ spektralny) I: białe gwiazdy w których widmie występują wyraźnie absorpcyjne linie wodoru; innych linii brak lub są słabo widoczne (np. Syriusz, Wega),

— klasa II: gwiazdy żółte z wieloma drobnymi liniami metali; w różnym stopniu występować również mogą linie wodoru (np. Słońce, Arktur, Capella),

— klasy III i IV: gwiazdy czerwono-żółte i czerwone z mniej lub bardziej szerokimi pasmami absorpcyjnymi, ostro ograniczonymi bądź od strony niebieskiej, bądź od strony czerwonej widma (np. Betelgeuza).

Możliwe są typy przejściowe, zgodnie z procesem ewolucji gwiazd. W przypadku niektórych gwiazd występować mogą również linie emisyjne; ma to miejsce np. w przypadku mgławic planetaranych.

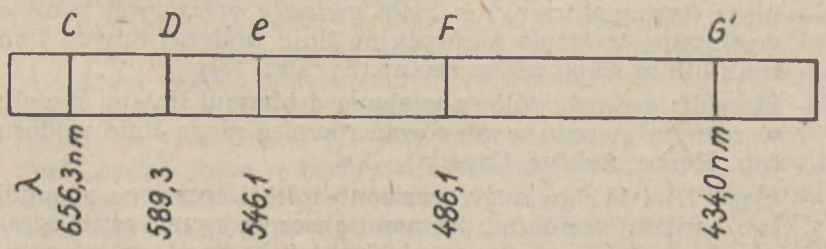
Widma gwiazd uzyskuje się zawsze w postaci wąskiej linii świetlnej. Przy obserwacjach wizualnych dostrzeganie linii możliwe jest tylko przez zastosowanie tzw. soczewki cylindrycznej, „rozciągającej" widmo w kierunku prostopadłym do jego długości.

Jasność widma wzrasta ze wzrostem średnicy obiektywu, a maleje wraz ze wzrostem strat natężenia światła przez odbicie i absorpcję w układzie optycznym lunety i spektroskopu. Obserwowana jasność jest tym mniejsza, im:

— silniejsza jest tzw. dyspersja spektroskopu, tzn. kątowa długość widma,
— silniejsza jest stosowana soczewka cylindryczna, tzn. im szersze jest obserwowane widmo,
— większe jest powiększenie lunety umieszczonej za układem rozszczepiającym światło, np. pryzmatem obiektywowym.

Chcąc obserwować widma słabszych gwiazd należy więc stosować spektroskopy o możliwie małej (lecz wystarczającej) dyspersji oraz możliwie słabe soczewki cylindryczne. Stosując pryzmaty obiektywowe (część 2) należy stosować możliwie małe powiększenia lunety; korzyścią jest przy tym większe jej pole widzenia.

Rysunek 1 przedstawia schemat widma oglądanego przez spektroskop, z zaznaczeniem najważniejszych linii widma słonecznego, zaś w tabeli 1 podano dyspersję kątową spektroskopów stosowanych do amatorskich obserwacji widm gwiazd. Jak wynika z tych danych dyspersja wzrasta w kierunku mniejszych długości fal świetlnych (nie dotyczy to jednak przypadku stosowania siatek dyfrakcyjnych).



Rys. 1. Schemat widma z zaznaczeniem niektórych jego linii wymienionych w tekście.

Tabela 1
Dyspersja 2 pryzmatów „a la vision directe"

Oznaczenie linii widma	Barwa światła	Długość fali, nm	Odchylenie kątowe (stopnie)	
			II pryzmat autora	Pryzmat 3-składnikowy wg literatury
C	malinowo-czerwona	656,3	—2,24	—5,68
D	żółta	589,3	—1,42	—4,13
e	zielona	546,1	—0,66	—
—	zielona	507	0,00	—
F	niebieska	486,1	+0,90	0,00
G'	niebiesko-fioletowa	434,0	+3,16	+4,12
Dyspersja kątowa $\Delta\delta$ dla linii C oraz G'			5,40	9,80

2. Zastosowanie pryzmatów obiektywowych

Schemat pryzmatu umieszczonego przed obiektywem lunety przedstawiony został na rysunku 2; pożądane jest by znajdował się on w położeniu tzw. minimum odchylenia (minimum kąta δ). Pożądane jest również, by podobnie jak na rysunku 2 i fotografii reprodukowanej na czwartej stronie okładki można go było umieścić przed obiektywem w okrągłej oprawie, łatwej do zamocowania. Dla pełnego wykorzystania możliwości stosowanej lunety średnica pryzmatu powinna być równa (nieco większa) średnicy jej obiektywu. Ze względu jednak na cenę i dostępność pryzmatów można stosować średnice mniejsze, nie mniejsze jednak niż ok. 50 mm. Autor przed wielu laty uzyskiwał zupełnie dobre rezultaty stosując pryzmat ϕ 60 mm (kąt łamiący $\alpha = 45°$), przed obiektywem lunety 80/1200 mm; potem spowodował wykonanie 4 pryzmatów o średnicach 63—85 mm i kątach α równych 11—19°. Nie trzeba dodawać, że pryzmaty takie muszą być wykonane ze szkła optycznego (ołowiowego) odpowiednio wysokiej jakości, a powierzchnie muszą być dostatecznie dokładnie płaskie.

Zaletami pryzmatów obiektywowych są:

a) mniejsze straty światła niż w przypadku spektroskopów okularowych (część 3),
b) pole widzenia równe polu widzenia stosowanej lunety, a więc znacznie większe niż w przypadku powyższych spektroskopów,

c) możność obserwacji w jednym polu widzenia więcej niż jednej gwiazdy.

Wadą stosowania pryzmatów jest odchylenie kierunku osi lunety od kierunku obserwowanej gwiazdy (kąt δ na rys. 2), co utrudnia nastawianie na nią lunety. W przypadku lunet o montażu paralaktycznym wymagana jest w związku z tym możność obracania pryzmatu w kącie pozycyjnym, tak aby obserwowane widmo miało położenie poziome, z częścią fioletową po prawej stronie. Na rys. 2 przedstawiono pryzmat stosowany z lunetą ziemską; w przypadku lunety astronomicznej „grubsza" część pryzmatu powinna znajdować się po stronie lewej. W przypadku stosowania lunety astronomicznej (obraz odwrócony) oś jej celuje w kierunku na prawo od obserwowanej gwiazdy; w przypadku zaś lunet ziemskich (obraz prosty) — kierunek ten, zgodnie z rys. 2, przypada na lewo.

Wartość kąta δ w położeniu minimu odchylenia obliczyć można z zależności:

$$n \sin \frac{\alpha}{2} = \sin \frac{1}{2} (\alpha + \delta),$$

gdzie n jest współczynnikiem załamania dla danej długości fali światła. Dyspersję kątową pryzmatu obliczyć można dla takiego przypadku według wzoru:

$$\Delta\delta = \frac{180^\circ}{\pi} \frac{2 \sin \frac{\alpha}{2}}{\sqrt{1 - n^2 \sin^2 \frac{\alpha}{2}}} \Delta n,$$

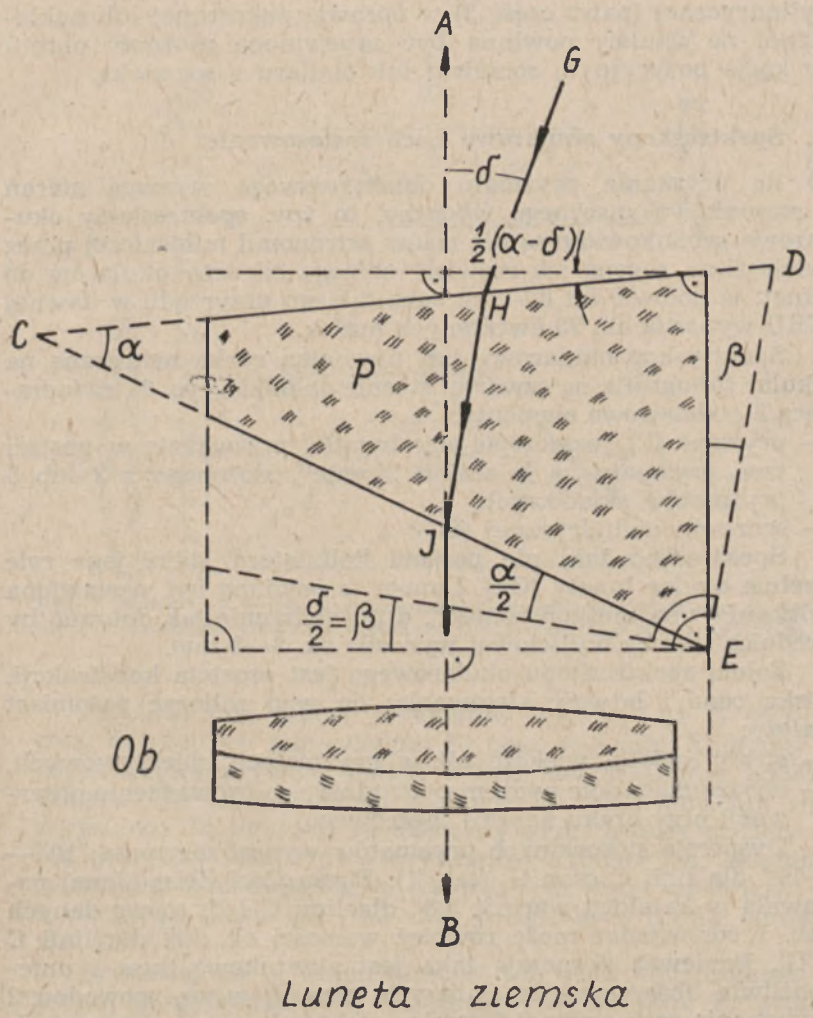
gdzie Δn jest różnicą wartości współczynników załamania dla dwu linii widma, np. dla linii C oraz G′ (rys. 1).

W tabeli 2 podane zostały wartości δ i $\Delta\delta$ dla różnych wartości kąta α, przy założeniu $n = 1{,}6284$ oraz $\Delta n = n_{G'} - n_C = 0{,}02708$.

Tabela 2

Wartości δ i $\Delta\delta$ dla pryzmatów o różnych wartościach α.

α	δ	$\Delta\delta$
10°	6,3°	0,27°
20	12,9	0,56
30	19,9	0,89
45	32,1	1,52



Rys. 2. Schemat pryzmatu (P) umieszczonego przed obiektywem (Ob) lunety; linia AB odpowiada osi optycznej lunety, zaś linia GH — kierunkowi na obserwowaną gwiazdę.

Obserwowana długość widma zależy od właściwości szkła optycznego, kąta α pryzmatu oraz od powiększenia lunety; powiększenie to powinno zapewniać długość widma nie mniejszą od ok. 5°. Konieczne jest stosowanie odpowiedniej soczewki

cylindrycznej (patrz część 3) w oprawie nakręcanej lub nakładanej na okular; powinna być zapewniona możność obrotu w kącie pozycyjnym soczewki lub okularu z soczewką.

3. Spektroskopy okularowe i ich zastosowanie

O ile uzyskanie pryzmatu obiektywowego wymaga starań i stosunkowo znacznego wydatku, to tzw. spektroskopy okularowe produkowane są dla celów astronomii miłośniczej przez wiele firm, a cena ich niewiele odbiega od ceny okularów do lunet; w połowie lat 80-tych cena takiego przyrządu w dawnej NRD wynosiła ok. 75 ówczesnych marek.

Spektroskop okularowy jest niewielką rurką nakręcaną na okular (fotografia na czwartej stronie okładki i rys. 3), zawierającą 2 podstawowe elementy:

— pryzmat (P) rozszczepiający światło, przeważnie w postaci tzw. pryzmatu „a la vision directe", złożonego z 3 lub 5 pryzmatów składowych,
— soczewki cylindrycznej (SC).

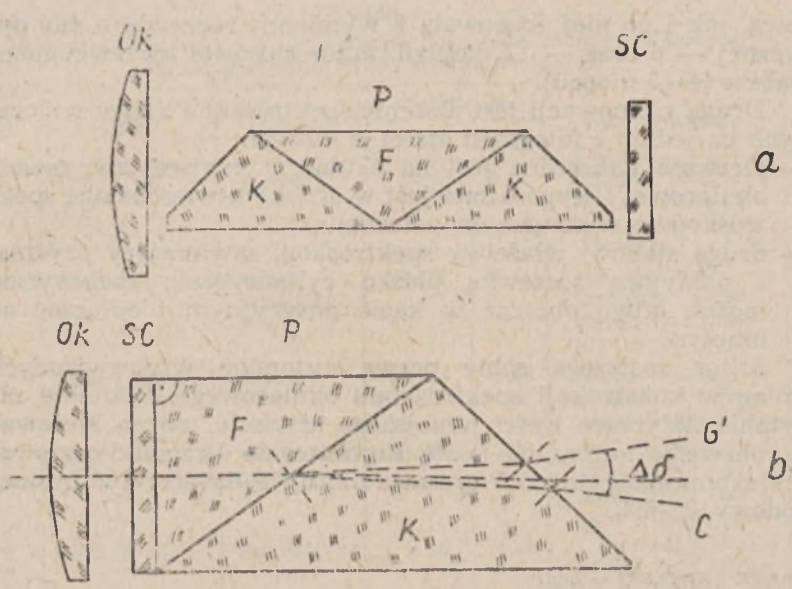
Spektroskop taki nie posiada kolimatora, gdyż jego rolę spełnia okular lunety (Ok). Luneta ta powinna być nastawiona dokładnie „na nieskończoność", a powiększenie tak dobrane by średnica źrenicy wyjściowej wynosiła ok. 2—3 mm.

Zaletą spektroskopu okularowego jest prostota konstrukcji, niska cena i łatwość stosowania; do wad zaliczyć natomiast należy:

— straty światła większe niż w pryzmatach obiektywowych,
— bardzo małe pole widzenia, utrudniające prowadzenie obserwacji przy braku napędu zegarowego.

Dyspersja stosowanych pryzmatów wynosi zazwyczaj 10°—11° dla linii C oraz G′ (tab. 1). Firma Carl Zeiss (Jena) podawała w katalogu wartość 5,8° dla linii C i F, co wg danych tab. 1 odpowiadać może również wartości ok. 10° dla linii C i G′. Ponieważ dyspersja taka jest stosunkowo duża i uniemożliwia obserwowanie słabszych gwiazd, autor spowodował wykonanie serii próbnej 2 typów spektroskopów o dyspersjach równych odpowiednio 3,4° wzgl. 5,4° (tab. 1). Zaletami tych spektroskopów są ponadto:

— mniejsze straty światła i możność przyklejania soczewki płaskocylindrycznej (SC) do przedniej powierzchni pryzmatu (P),
— większe pole widzenia wynikające z korzystniejszego stosunku przekroju pryzmatu do jego długości.



Rys. 3. Schemat 2 typów spektroskopów okularowych (objaśnienia w tekście); literą F oznaczono pryzmaty wykonane z odpowiedniego flintu, zaś literą K — z kronu.

Przekrój obu typów pryzmatów wynosi 14,1 × 14,1 mm przy długościach odpowiednio 29 oraz 34,5 mm. Mierzony zaś przez autora pryzmat jednej z firm wykazał przy podobnej długości (32 mm) przekrój zaledwie 8,5 × 9,0 mm. Jak widać z rysunku 3b pryzmat zastosowany przez autora złożony jest nie z trzech, lecz z dwu pryzmatów składowych, sklejonych balsamem kanadyjskim, z których pierwszy wykonany jest z ciężkiego flintu (SF 755—27), drugi zaś z kronu borowego BK 516—64.

Pryzmaty „a la vision directe" nie odchylają promieni dla jednej długości fali ($\delta = 0°$), zazawyczaj dla linii F; w przypadku pryzmatu autora wartość $\delta = 0°$ występuje dla długości fali 507 nm. Należy podkreślić, że o ile pryzmat trójskładnikowy (rys. 3a) przy odchyleniu zerowym zapewnia współosiowość promieni wchodzących w pryzmat i wychodzących z niego, to pryzmat dwuskładnikowy (rys. 3b) powoduje pewne przesunięcie osi promienia.

Soczewki cylindryczne mogą być zarówno skupiające jak i rozpraszające. Firma C. Zeiss zarówno przed II wojną świa-

tową, jak i po niej, stosowała 2 wymienne soczewki o sile optycznej — 6 oraz — 12 dioptrii; autor stosował soczewki nieco słabsze (4—5 dioprii).

Drugą z innowacji jest złożenie spektroskopu z dwu widocznych na jednej z fotografii części, z których:

— pierwsza nakręcana jest na okular w miejsce tzw. muszli okularowej i wyposażona jest w śrubkę utwierdzającą spektroskop w wymaganym położeniu,
— druga stanowi właściwy spektroskop, zawierający pryzmat z naklejoną soczewką płasko - cylindryczną; spektroskop można łatwo obracać w kącie pozycyjnym i odłączać od lunety.

Autor zastrzega sobie prawa autorskie wprowadzonych zmian w konstrukcji spektroskopu okularowego. Wszelkie zapytania dotyczące treści niniejszego artykułu można kierować na nazwisko autora na Poste Restante, do Urzędu Pocztowo-Telekomunikacyjnego Warszawa 13, ul. Puławska 166, numer kodowy 02-600.

MAREK ZAWILSKI — Łódź

HISTORYCZNE OBSERWACJE ZJAWISK ZAĆMIENIOWYCH (VIII). OBSERWACJE ŚREDNIOWIECZNE. EUROPA, c. d.

Zaćmienia Księżyca

Europejskie doniesienia o zaćmieniach Księżyca są zbyt liczne i w większości nie przedstawiają wartości naukowej (tab. 1). Najczęściej sprowadzają się one do stwierdzenia zajścia zjawiska z ewentualnym podaniem czasu z dokładnością do godziny oraz podaniem faktu zmiany barwy Księżyca na „krwawą".

Do ważniejszych obserwacji zaćmień Księżyca należą te, które próbowano wykorzystać w celu wyznaczenia długości geograficznych dwóch odległych miejsc. Pierwszą tego typu obserwację wykonał w dniu 18 października 1092 r. astronom angielski Walcher of Malvern. Będąc w Italii określił koniec zaćmienia całkowitego na 11^h03^m (prawdopodobnie w czasie lokalnym słonecznym w godzinach nierównych). Także poprzednie zaćmienie z 30 października 1091 r. miało być w tym celu obserwowane. Jakiś jego przyjaciel miał wykonać równoległą obserwację jednego z tych zaćmień w Anglii. Co do tych dwu obserwacji warto tylko dodać, iż były one pierwszymi

Tabela 1.
Wybrane doniesienia i obserwacje, dotyczące zaćmień Księżyca wg europejskich źródeł średniowiecznych

Lp.	Data	Miejsce	Obliczone		Opis źródłowy
			UT_{max}	f_{max}	
1	734 I 24	Jarrow?	3^h24^m	1.59	Księżyc zalał się krwią nad ranem, potem blask powrócił
2	1042 I 9	Monte Cassino	4 14	1.51	Księżyc cały krwawy na bezchmurnym niebie o 5^h nocy
3	1056 IV 2	Sens	23 42	1.62	Księżyc jakby pokryty węglem przez 2 godziny
4	1074 X 7	Weltenburg	21 22	1.78	Zaćmienie Księżyca o 5^h nocy widoczne z Marsem i Jowiszem
5	1092 X 18	Rzym?	5 06	1.81	Obserwacja Walchera of Malvern koniec o 11:03 nier. godz. nocy
6	1133 II 21	Praha	4 29	0.46	Czwarta część (?) Księżyca zaczerniona ok. wschodu Słońca
7	1161 II 12	Halicz?	2 59	1.76	Księżyc zniknął a potem ukazał się krwawy; dwaj walczący rycerze (?) widoczni na jego tarczy
8	1179 VIII 19	St. Truddpert	2 14	1.82	Księżyc w pełni zamienił się w krew na całą noc (?)
9	1193 V 18	St. Truddpert	0 54	1.44	Księżyc powoli poczerwieniał jak płomień w przedostatnią godzinę nocy
10	1280 III 18	(Rosja)	0 43	1.69	Księżyc zniknął na długo i „nie wypełnił się" przed świtem

znanymi dotyczącymi zjawisk zakryciowych (a podobno i pierwszymi w ogóle), jakie zostały wykonane przez Europejczyków przy użyciu przyrządu (astrolabium) od r. 503, kiedy to astronomowie greccy zarejestrowali w Aleksandrii zakrycie Saturna!

W latach późniejszych różnice długości geograficznej wyznaczano w ten sposób wielokrotnie, choć nie była to metoda wystarczająco dokładna. Tak np. Jan z Saksonii w XIV w. określił zapewne różnicę długości Magdeburga względem Toledo i Jerozolimy.

Znaczenie zaćmień Księżyca jako omenów niebieskich było cały czas duże. Bywało też i tak, że wpływały one na bieg wypadków — zaćmienie z 3/4 kwietnia 1204 r. przerwało np. rzeź ludności, urządzoną w Konstantynopolu przez Wenecjan.

Zakrycie planet przez Księżyc

Zakrycia księżycowe były notowane w średniowiecznej Europie przypadkowo (tab. 2). Grzegorz z Tours podaje pod rokiem 554, iż „gwiazda najjaśniejsza weszła w krąg Księżyca", wiążąc to zjawisko ze śmiercią króla. Ponieważ nie jest podana data dzienna, możliwe są trzy przypadki, przy czym jedyne faktyczne zakrycie Saturna było raczej mało prawdopodobne do dostrzeżenia okiem nieuzbrojonym. Królem, którego dotyczyła przepowiednia mógł być Childebert, zmarły w r. 558.

Najciekawszą informację przekazał Simeon of Durham, cytując w XII w. jakąś zaginioną dziś notatkę z r. 755. W dniu 23 listopada 755 r. miało dojść do zaćmienia Księżyca i zakrycia przezeń jasnej gwiazdy. Notatka nie precyzuje jednak, czy oba zjawiska zachodziły równocześnie. Współczesne obliczenia w pełni potwierdzają tę obserwację. Jasną gwiazdą był Jowisz *, który został zakryty w chwili, gdy ponad połowa tarczy Księżyca wyłoniła się już z cienia. Odkrycie nastąpiło zaś po zakończeniu zaćmienia częściowego.

Przesłonięcie Jowisza przez Księżyc w r. 807, podane przez kronikarzy frankońskich jest także zgodne co do daty: „[...] oraz tegoż roku [...] 31 stycznia zaszło [takie zjawisko], gdy gwiazda Jowisz jakby widoczna była, przechodząc poza Księżycem".

---

* R. R. Newton analizując to zakrycie (1972) przyjął, że zakrywanym obiektem była jedna z gwiazd Byka o jasności 5^m, w ogóle nie biorąc pod uwagę możliwości zakrycia planety. Dostrzeżenie zakrycia tak słabej gwiazdy okiem nieuzbrojonym, nawet przy zaćmionym Księżycu, nie jest możliwe.

Tabela 2.

Doniesienia o zaobserwowaniu zakryć planet przez Księżyc w średniowiecznej Europie

Lp.	Data	Miejsce	Planeta	Zj.	Dane obliczone				Uwagi
					UT	A	h	FK	
1	553 II 3?	Tours	Jowisz	k	17h5	+41°	41°	24+%	O. Jowisz 11′ N
	554 I 22?	Tours	Saturn	z	17.8	+45	25	14+	
	554 IV 20?	Tours	Wenus	k	22.8		—2	10+	O. Wenus 27′ N
2	755 XI 23	Durham?	Jowisz	z	20.3	—74	37	44z	Podczas zaćm.
				o	21.3	—58	45	100—	Księżyca
3	807 I 31	Lorsch?	Jowisz	z	1.8	—22	38	83—	
				o	2.9	— 1	40	83—	
4	1086 II 17	La Cava	Wenus	z	17.0	+73	12	2+	
				o	17.6	+80	4	2+	Na pocz. nocy
5	1096 VIII 7	La Cava	Jowisz	k	0.5	+16	29	100—	O. Jowisz 0°8 S

Oznaczenia:

Zj. — zjawisko: z — zakrycie, o — odkrycie, k — koniunkcja widoma (max. zbliżenie na niebie)

FK — faza Księżyca — procent oświetlonej tarczy (+ faza rosnąca, — faza malejąca, z — podczas zaćmienia Księżyca)

O (w uwagach) — wg obliczeń

Dwa zjawiska z końca XI w. podane w rocznikach z La Cava również zasługują na uwagę, jednak tylko w pierwszym przypadku — 17 lutego 1086 r. — doszło faktycznie do zakrycia jasnego ciała (była to Wenus). Poprawna jest data dzienna i pora („na początku nocy"). W drugim przypadku, niedługo

po zaćmieniu Księżyca 6/7 sierpnia 1096 r. miała miejsce tylko bliska koniunkcja Księżyca z Jowiszem.

Inne zjawiska

W kronikach z czasów Karola Wielkiego (m. in. u Einharda) można znaleźć jeden opis, odnoszący się do przejścia Merkurego na tle tarczy Słońca: „[...] gwiazda Merkury 17 marca widoczna jest w słońcu jako mała, czarna plamka blisko środka jego tarczy [...]". Niestety, opis ten jest zupełnie nieprawdziwy choćby w tym sensie, że przejścia Merkurego mogą się zdarzać tylko w maju lub listopadzie (o czym zapewne nie wiedział autor notatki). Prawdopodobnie za Merkurego wzięto jakąś wielką plamę słoneczną. Wiarygodnych przejść planet dolnych w każdym razie nie dostrzeżono.

Nie obserwowano właściwie także bliskich koniunkcji planetarno-gwiezdnych. Niektóre z koniunkcji są zapisane i były często przedmiotem złowrogich przepowiedni (np. koniunkcja Jowisza z Saturnem w r. 1345 wraz z zaćmieniem Księżyca w tymże roku miała być zapowiedzią epidemii „czarnej śmierci" w Europie w r. 1348). Jedynie Bernhard Walther zanotomomencie faktycznie doszło do przejścia Marsa na tle Saturna! wał rzekomo obserwację zakrycia Saturna przez Marsa. Zjawisko to zaszło 9 października 1477 r., ale (wg obliczeń autora) w godzinach popołudniowych, gdy obie planety, świecące w Lwie, były w Europie pod horyzontem. W kulminacyjnym

Teorie zjawisk zaćmieniowych a obserwacje

We wczesnym średniowieczu potrafiono przewidywać z dokładnością do 1 dnia moment nowiu, a dzięki analizowaniu położenia węzłów orbity Księżyca („głowy" i „ogona smoka") można było dojść do spodziewanych dat zaćmień. Przepowiednie te były jednak mało dokładne i mało rozpowszechniane. Dopiero w XIII i XIV w. tablice astronomiczne podawały nieco lepsze metody obliczania pozycji Słońca i Księżyca. Szczególnie Jan de Linieres (zm. przed 1335) dokonał postępu w dziedzinie obliczania zaćmień. Metody obliczeniowe, oparte ciągle na teorii geocentrycznej, stanowiły tylko ulepszenie dawnych metod Ptolemeusza. Przewidywanie zaćmień słonecznych utrudniał przy tym fakt słabej znajomości współrzędnych geograficznych, szczególnie długości (błędy dochodziły tu do kilku stopni).

Jak zatem przedstawiała się jakość średniowiecznych efemeryd? Za ocenę może posłużyć analiza, jaką wykonał dla jed-

nego z zachowanych XIV-wiecznych zestawów efemeryd zaćmień Słońca i Księżyca (rys. 1, omyłkowo zamieszczony w *Uranii* nr 1/1991 na str. 12). Dane te były zapewne obliczone wg jednej z wersji tablic Jana de Linieres. Błędy momentów dochodzą nawet do 1 godziny, zaś faz (dla zaćmień Słońca — do 0.5. W kilku przypadkach oczywiście zgodność była przypadkowo bardzo dobra.

W raportach obserwacyjnych spotyka się czasami informacje o tym, że dane zaćmienie było przewidywane a nawet, że przewidziano je dobrze co do godziny i fazy. Tak np. w r. 1267, wg roczników z Bazylei, „brat astronom Gotfryd z Wormacji przewidywał zaćmienie Słońca" w tymże roku (25 maja). W r. 1406 zaćmienie Słońca dla Paryża było zapowiadane, ale ...przyjęto to z niedowierzaniem. Ciekawą zależność odkrył też włoski historyk astronomii Umberto dall'Olmo. Długo pokutowała teoria, że zaćmienia Słońca mogą się zdarzać tylko w dniu nowiu, obliczonego wg tablic syzygiów. Gdy zaćmienie nastąpiło w tymże dniu — było traktowane jako „naturalne", gdy zaś data „nie zgadzała się" o 1 lub 2 dni — uznawano je za „cudowne", mające cechy omenu, jako że uznawane było za „ponadnaturalne" — niezgodne z teorią.

Wreszcie, raporty obserwacyjne są niekiedy „podejrzanie" dokładne. Geoffroi z Meaux podał np., że zaćmienie Księżyca z 18 marca 1345 r. trwało $3^h29^m54^s$, co zostało zapewne przepisane z efemerydy (faktyczny czas trwania zaćmienia wynosił 3^h40^m). W przypadku częściowego zaćmienia Słońca 8 maja 1491 r. jakiś mnich z klasztoru benedyktynów św. Piotra w Erfurcie podał momenty kontaktów z dokładnością do minuty (2^h17^m — 3^h22^m — 4^h27^m po południu). Dane te przepisał na pewno z kalendarza, jako że nie są zgodne z faktycznym przebiegiem zjawiska (początek jest spóźniony o godzinę, a koniec tylko o 10 minut). Poza tym charakterystyczna jest symetria momentów początku i końca względem maksimum dla ówczesnych obliczeń zakładających jednostajny ruch Księżyca względem Słońca na sferze niebieskiej w okolicy zaćmienia. Endres Tucher, gdy opisywał wspomniane już wcześniej zaćmienie Słońca z 17 czerwca 1433 r. w Norymberdze określił jego początek na 11^h17^m a maksimum (fazę całkowitości na 12^h16^m licząc chyba od wschodu Słońca. Są to momenty późniejsze od faktycznych tylko o kilka minut, toteż niewykluczone, że tym razem przy ich ustalaniu był pomocny zegar. O ile tak było, dokładność ta była jednak osiągnięta dość szczęśliwie.

KRONIKA

Co świeci w Centrum Galaktyki?

Od jakiegoś czasu do astronomicznej społeczności napływają sprzeczne informacje o naturze świecącego jądra naszej Galaktyki. Chodzi tu o obszar o rozmiarach kilku lat świetlnych w samym Centrum. Duża ilość gazów i pyłów tak skutecznie przesłania te rejony, że można je badać tylko na falach radiowych i w podczerwieni. I tu właśnie zaczyna się problem. Według astronomów obserwujących w podczerwieni zarówno ruchy (gwiazd i gazu) w Centrum jak i emitowany strumień energii dadzą się wytłumaczyć za pomocą bardzo gęstej gromady gwiazd (źródło podczerwone IRS 16) oraz osobliwej gwiazdy IRS 7 (czerwony, bardzo stary nadolbrzym podobny do obserwowanych w Obłokach Magellana). Natomiast radioastronomowie od bardzo dawna woleliby widzieć kandydata na „centralny silnik" w radioźródle Sag A. Leży ono w odległości 0.15 lat świetlnych od IRS 16, a ma własności (wyjątkowe w naszej Galaktyce) takie jak jądra galaktyk Seyferta i innych galaktyk aktywnych. Świeci nietermicznie (temperatura jasnościowa ponad $7 \cdot 10^8$ na długości fali 1.3 cm), widmo zmienia się jak częstość w potędze 1/3. jasność radiowa ($2 \cdot 10^{24}$ erga/sek) waha się z czasem w granicach 20 procent. W jądrach galaktyk aktywnych spodziewamy się obecności czarnych dziur oraz świecących dysków — interferometryczne dane o rozmiarach najintensywniej świecącego radiowo obszaru naszej Galaktyki (średnica rzędu 20 jednostek astronomicznych) dobrze zgadzają się z rozmiarami typowych dysków akrecyjnych wokół takiej czarnej dziury. Ostatnio grupa amerykańsko-australijskich astronomów dokonała odkrycia, które prawdopodobnie pozwoli rozstrzygnąć spory: radiowe obserwacje jądra Galaktyki ze zdolnością rozdzielczą lepszą niż 0.2 sek łuku (za pomocą VLA) wykryły obecność co najmniej czterech obłoków w odległościach tygodni świetlnych od siebie (co może tłumaczyć zmienność strumienia). Są to bąble termicznej plazmy o rozmiarach około 1700 jednostek astronomicznych, a wiele wskazuje na to, że są one fizycznie związane z Sag A (są wyrzucane z niego lub nań wpadają). Ponadto zaobserwowano rodzaj warkocza wydmuchiwanego z IRS 7 w kierunku od Sag A, a nie IRS 16! Kto wie, może widzimy podmuchy z dysku akrecyjnego? Na szczęście odpowiedź na to pytanie mogą dać w miarę szybko dalsze obserwacje:

— jeśli Sag A jest miniaturą aktywnego jądra galaktycznego, to obłoki nasze poruszać się będą z relatywistycznymi prędkościami a ich jasność i położenie zmieniać się będą w skali czasowej rzędu tygodni,
— jeśli są to obłoki gazu „zanurzone" w wiatrach gwiazdowych — zmiany ich położenia powinno się dać zauważyć po dziesiątkach lat,
— jeśli są to obłoki na orbitach wokół Centrum Galaktyki, zmian należy oczekiwać po około 100 latach. Chyba, że Sag A ukrywa czarną dziurę, wtedy może się zdarzyć, że przechodząca zbyt blisko gwiazda wpadając do środka spowoduje wzrost jasności jądra o czynnik ponad 1000.

Tak więc otoczenie Sag A może liczyć na nasilone zainteresowanie obserwatorów.

Wg *Nature*, 1990, 348. 45.

MAGDALENA SROCZYŃSKA-KOŻUCHOWSKA

Niezwykła galaktyka NGC 1614

Na podstawie jakich cech można określić czy galaktyka znajduje się w stanie aktywności, czy też nie? Odpowiedź na to pytanie mogą dać szczegółowe obserwacje optyczne, radiowe, w podczerwieni i spektroskopowe galaktyki spiralnej NGC 1614 znajdującej się w gwiazdozbiorze Erydan. Obserwacje takie były prowadzone przez Susan G. Neff (Goddard Space Flight Center), J. B, Hutchingsa (Dominion Astrophysical Obserwatory), S. A. Stanforda (University of Wisconsin's Washburn Observatory) i S W. Ungera (Royal Greenwich Observatory). Grupa ta doszła do wniosku, że jądro galaktyki NGC 1614, które jest teraz spokojne, za kilka milionów lat może stać się aktywne.

Główne zadanie, jakie stawiają sobie obserwatorzy galaktyk, to określenie, czy istnieje powiązanie ewolucyjne między galaktykami o różnych energiach. Większość galaktyk jest „normalna", tzn. ma symetryczne kształty i ilość emitowanej energii jest równa sumie energii pojedynczych gwiazd Najdalsze i najbardziej energetyczne krańce grupy aktywnych galaktyk zajmują kwazary, które największą jasność wykazują w zakresie fal ultrafioletowych, czasami nawet większą niż w optycznej części widma. Niektóre kwazary wykazują również nadmiar promieniowania podczerwonego, które prawdopodobnie pochodzi z pyłu kosmicznego, który reemituje promieniowanie absorbowane na krótszych długościach fal. Mniej energetyczne są galaktyki Seyferta, nazwane na cześć amerykańskiego astronoma Carla Seyferta, który pierwszy opisał je w 1943 roku. Galaktyki Seyferta są pod pewnym względem zminiaturyzowaną wersją kwazarów. Spektroskopowe obserwacje galaktyk Seyferta wskazują na obecność bardzo gorącego gazu ekspandującego z rejonu jądra. Aktywne galaktyki można poznać nie tylko po ogromnych ilościach energii, ale także po zniekształconych, niesymetrycznych kształtach, np. zniekształconych ramionach spiralnych, „ogonach" czy chmurach wyrzucanego gazu.

Stwierdzono, że zewnętrzne struktury NGC 1614 są wyraźnie podzielone. Fotografie wykonane w optycznej części widma i w podczerwieni ukazują wielkie zgrubienie jednego z ramion spiralnych, rozciągnięte ramię spiralne na wschód od jądra, długi prosty ogon na południe i jasne miejsca w ogonie. Neff uważa, że ogon, pojaśnienia i rozszerzone ramię powstały wskutek oddziaływania sąsiedniej galaktyki. Ale czy ta galaktyka jest aktywna? Na dłuższych długościach fali obszar jądra NGC 1614 jest jaśniejszy. W dalekiej podczerwieni jasność jest taka sama jak dla galaktyk Seyferta I typu, których widma bardzo przypominają kwazary. Nie zaobserwowano jednak jądra podobnego do jądra galaktyk Seyferta. Na podstawie tego można wysunąć dwa przypuszczenia: albo jądro nie osiągnęło jeszcze stadium aktywności, albo jest przesłonięte pyłem kosmicznym i promieniowanie nie może wydostać się na zewnątrz. W oparciu o przeprowadzone obserwacje autorzy skłaniają się do wniosku, że NGC 1614 nie przeszła jeszcze stadium aktywności.

Wg *Astronomy* 1990, No. 8

MAŁGORZATA PATYNA

Co nowego na Tytanie?

Dziesięć lat mija od chwili gdy sondy kosmiczne Voyager przeleciały w pobliżu Saturna i jego największego satelity — Tytana. Mimo ogromnych ilości informacji nadesłanych przez sondy nie wyjaśniono nawet

części zagadek związanych z tymi odległymi światami. Wciąż aktualne pozostaje pytanie co kryje się pod gęstą, pomarańczową atmosferą Tytana. Sama atmosfera również została zbadana tylko „wyrywkowo" (w miarę dokładnie poznano ją w granicach 0—200 km i powyżej 1270 km). Dwa wydarzenia: zakrycie gwiazdy 28 Sgr przez Tytana i opozycja z czerwca 1989 r. pozwoliły zwiększyć zasób informacji o tym satelicie.

Zakrycie gwiazdy piątej wielkości przez Saturna, a piętnaście godzin później przez Tytana (3 lipca 1989) obserwowane było w Europie, Płn. Afryce i na Środkowym Wschodzie. Podczas zakrycia wystąpiło ciekawe zjawisko załamania światła gwiazdy na całym brzegu satelity. Z Obserwatorium Paryskiego (20 km na północ od centrum cienia) widoczny był wokół tarczy pierścień światła z dwoma wyraźnie jaśniejszymi miejscami po przeciwnych stronach globu. B. Sicardy wyjaśnia to zjawisko spłaszczeniem atmosfery księżyca na biegunach o około 1,7%. Z potwierdzeniem hipotezy o spłaszczonej atmosferze Tytana wystąpił zespół W. B. Hubbarda (University of Arizona). Obserwując zakrycie z Włoch i Izraela badał on zmiany jasności gwiazdy podczas zakrywania jej przez atmosferę księżyca. Jakkolwiek spłaszczenie może być wynikim wewnętrznych różnic w budowie atmosfery to jednak według Sicardy'ego jest bardziej prawdopodobne, że jest ono spowodowane superrotacją atmosfery okrążającej glob w 26 godzin, podczas gdy sam Tytan obraca się w ciągu 16 dni. Zakrycie odpowiedziało również częściowo na temat budowy wewnętrznej atmosfery. Dane Sicardy'ego wskazują na silną ekstynkcję pomiędzy 250 a 400 km spowodowaną przez warstwę chłodniejszego gazu lub absorbującego aerozolu.

Jak przedstawia się aktywność atmosfery? Czy tak jak na Jowiszu, a prawdopodobnie też na Saturnie i Uranie, występują tam błyskawice? Niektórzy naukowcy uważali że tak. Jednak w świetle ostatnich badań, jeśli wyładowania na Tytanie istnieją, to są one tysiące razy słabsze niż ziemskie. M. D. Desh i M. L. Kaiser (NASA Goddard Space Flight Center) podjęli się przetestowania danych z Voyagera-1 twierdząc, że sonda mogła wykryć wyładowania, nawet gdyby były one 100 tys. razy słabsze niż ich ziemscy krewniacy. Naukowcy doszli do wniosku, że w ciągu 100 minut, kiedy sonda zbliżała się do Tytana, odbierała jedynie sygnały z Saturna. Jednak zbyt mało wiadomo jeszcze o charakterze samej atmosfery Tytana, by definitywnie przekreślić możliwość istnienia tam błyskawic. Jedynym konkretnym wnioskiem było obniżenie górnej granicy tytańskich wyładowań na około jedną tysięczną mocy ziemskich piorunów. Błyskawice mogłyby odgrywać ważną rolę w chemicznym kształtowaniu atmosfery. Występowanie kilku węglowodorów może być wyjaśnione samym tylko oddziaływaniem światła słonecznego. Jednak jest tam zbyt dużo etylenu (C_2H_4) by mógł on powstać w powyższy sposób. Wyładowania rozważane były jako odpowiedni katalizator do tworzenia tego związku. Jednak zbyt mała ich moc wskazuje raczej na inny, nieznany sposób produkcji etylenu.

Atmosfera Tytana zawiera znaczące ilości metanu, którego większość pod wpływem ultrafioletowego promieniowania Słońca przekształca się w bardziej złożone węglowodory, głównie etan. W ciągu milionów lat ewolucji globu wystarczająca ilość ciekłego etanu mogła opaść na powierzchnię i utworzyć jeden wielki ocean o grubości nawet do jednego kilometra. Czy jest tam jakiś suchy ląd? Tak — twierdzi D. O. Muhleman (California Institute of Technology) na podstawie radarowych sesji przeprowadzonych w 1989 roku. 5 czerwca otrzymał on nie-

zwykle silne echo z powierzchni Tytana. Jedynym wytłumaczeniem tego faktu jest obecność dużego lądu, gdyż odbicie od powierzchni rozległego oceanu powinno być o wiele słabsze i praktycznie niewykrywalne (sesja z 3-go czerwca wykazała praktycznie zerowe echo co wskazuje, że część powierzchni księżyca pokryta jest cieczą). Do wysłania wiązki radiowej użyto siedemdziesięciometrowej anteny DSN (Deep Space Network) w Goldstone w Kaliforni. Natomiast do odbioru — zespołu 27 anten VLA. Wiązało się to z wycięciem czterech dni z programu Voyagera 2, który zbliżał się wtedy do Neptuna. Zarówno DSN jak i VLA wykorzystywane były w misji Voyagera-2.

Na następne informacje o Tytanie będziemy musieli poczekać chyba do przełomu tysiącleci, kiedy to orbitę Saturna ma osiągnąć sonda Cassini, a próbnik Huygens zostanie opuszczony w atmosferę Tytana. Spodziewane są dane sto razy lepsze niż otrzymane podczas przelotu Voyagerów.

Wg *Sky and Telescope*, 1990, **80**, 119

STANISŁAW ROKITA

KRONIKA HISTORYCZNA

Edwin Hubbe — droga do astronomii

Pierwszy teleskop kosmiczny, który rozpoczął w tym roku obserwacje poza atmosferą Ziemi, nazwano imieniem E. Hubble'a — wielkiego amerykańskiego astronoma. Z jego nazwiskiem łączy się odkrycie tzw. ucieczki galaktyk (czego dowodem jest przesunięcie ku czerwieni linii widmowych). Hubble badając galaktyki — układy gwiazd podobne do naszej Galaktyki, dał podstawę współczesnej kosmologii (nauce badającej Wszechświat jako całość). Z nazwiskiem Hubble'a łączy się wiele podstawowych pojęć kosmologicznych: stała Hubble'a (od której zależy tempo rozszerzania się Wszechświata), promień Hubble'a (stała skalująca odległość we Wszechświecie), czy też ciąg Hubble'a (czyli klasyfikacja morfologiczna galaktyk). Ogromny dorobek naukowy Hubble'a został doceniony już za życia tego uczonego i to nie tylko ze względu na wagę jego prac, ale także dlatego, że Hubble był świetnym mówcą i popularyzatorem. A jak wyglądała droga do tak wspaniałej kariery naukowej?

Edwin Powell Hubble urodził się 20 listopada 1889 roku w Marshfield w stanie Missouri w dobrze sytuowanej i o dobrych tradycjach rodzinie agenta ubezpieczeniowego. Edwin był trzecim dzieckiem z siedmiorga rodzeństwa. Dzieci były wychowywane w typowo amerykańskim duchu — być silnym, samodzielnym i najlepszym. Młody Hubble wyróżniał się w szkole jako bystry uczeń, lecz wcale nie był najlepszy w swojej klasie. Być może dlatego, że nie koncentrował się tylko na nauce. Mając świetne warunki fizyczne (był wysoki i o atletycznej postawie) uprawiał z zamiłowaniem sport (i to wszechstronnie) poświęcając mu wolne chwile i wakacje.

Po skończeniu szkoły i uzyskaniu stypendium Hubble rozpoczyna studia na Uniwersytecie Chicagoskim. Ma wtedy 16 lat (jest o 2 lata młodszy od kolegów). Obok podstawowych kursów z matematyki, chemii, fizyki, astronomii uczył się także języków obcych (oprócz francuskiego także greki i łaciny) z którymi sobie zresztą świetnie radził.

Ostatnie 2 lata studiów były już ukierunkowane na fizykę i astronomię. Hubble był wyróżniającym się studentem z fizyki (pracował nawet jako asystent laboratoryjny u R. Millikana). Natomiast niektóre kursy z astronomii wyższej nie pasjonowały jego. Tak jak w szkole średniej Hubble poświęca dużo czasu na uprawianie sportu. Jest głównym filarem studenckiej drużyny sportowej. Gra w koszykówkę, pływa, uprawia biegi, skoki. Bez trudu łączy życie towarzyskie, sport i naukę.

Po ukończeniu studiów i otrzymaniu tytułu Bachelor of Science Hubble'owi przyznano stypendium w Oxfordzie, co było dużym wyróżnieniem. W Oxfordzie Hubble zdecydował się na studiowanie... prawa, wypełniając w ten sposób wolę dziadka i ojca. Jednak prawo nie zainteresowało go. Nad nudne wykłady z prawa stawiał wyżej wycieczki, spotkania towarzyskie, no i oczywiście uprawianie sportu. Mimo małego nakładu pracy Hubble miał bardzo dobre wyniki w nauce, co niewątpliwie świadczy o dużych zdolnościach (także humanistycznych).

Po trzech latach Hubble wraca do Stanów z zamiarem praktykowania na adwokata. Wkrótce jednak porzuca te plany i rozpoczyna pracę jako nauczyciel fizyki (a także języka hiszpańskiego, którego nauczył się podczas pobytu w Europie). Ze swoim towarzyskim stylem bycia, a także głęboką wiedzą (był przecież bardzo dobrym studentem fizyki) jest bardzo lubianym nauczycielem. Lecz dla Hubble'a — umysłu wszechstronnego i chłonącego wiedzę — to zajęcie nie wypełniało jego możliwości. Dlatego też po roku zaczął zabiegać o możliwość pogłębienia studiów nad astronomią. Hubble otrzymał stypendium w Obserwatoriuim Yerkesa. Obserwatorium to przeżywało właśnie swoje słabe dni (grupa najaktywniejszych astronomów przeniosła się do Kalifornii, aby organizować tam obserwatorium na Mount Wilson) i potrzebowało bystrego i solidnego studenta-asystenta. Choć stypendium było niewielkie, a obserwatorium położone w cichym i ustronnym miejscu (do tej pory Hubble prowadził bardzo aktywny tryb życia), to Hubble szybko się na nie zdecydował.

Na początku „powrotu do astronomii" Hubble zetknął się z wynikami pracy V. M. Sliphera, który po raz pierwszy wykonał obserwacje spektroskopowe mgławic (galaktyk) na których były widoczne duże przesunięcia ku czerwieni lini widmowych (większe niż dla gwiazd). Za pomocą 24 calowego reflektora znajdującego się w obserwatorium Yerkesa (i wtedy prawie niewykorzystanego) Hubble rozpoczął z zapałem obserwacje fotograficzne mgławic. Już wkrótce miał wiele ciekawych wyników. Mając dużo zdjęć mgławic podzielił je na spiralne i eliptyczne (później rozwinął tę klasyfikację). Zauważył, że rozkład tych mgławic nie jest przypadkowy, a mianowicie, że unikają one płaszczyzny dysku Galaktyki, oraz że często się grupują. Na tej podstawie wysunął bardzo śmiałą, jak na tamte czasy hipotezę, że są to obiekty leżące poza naszą Galaktyką. Wyniki te złożyły się na doktorat Hubble'a, który kończył w wielkim pośpiechu, gdyż właśnie w styczniu 1917 roku Stany Zjednoczone przyłączyły się do I-szej wojny światowej przeciw Niemcom. Hubble wychowany w duchu patriotycznym zgłosił się na ochotnika do wojska. Czuł się tu bardzo dobrze! Zajmował się głównie szkoleniem żołnierzy w Stanach, a później w Europie. Lecz ku jego wielkiemu rozczarowaniu nie brał udziału w żadnej bitwie! Latem 1919 roku Hubble w stopniu majora wraca do Stanów, i udaje się prosto do Kalifornii do Obserwatorium Mount Wilson.

Hubble'a, wyróżniającego się zdolnościami, zapałem i umiejętnościami młodego doktoranta z Obserwatorium Yerkesa, dostrzeżono już przed

wojną. Dyrektor Obserwatorium na Mount Wilson, G. E. Hale, szukając zdolnych ludzi do pracy przy nowym 100 calowym teleskopie, już wcześniej oferował Hubble'owi pracę, pod warunkiem napisania doktoratu. Teraz, po zakończonej wojnie, Hubble mógł wrócić do tej propozycji. 100 calowy teleskop na Mount Wilson właśnie rozpoczął pracę. Hubble miał już duże doświadczenie, jak najlepiej wykorzystać reflektor, no i oczywiście miał już interesujący i zaawansowany przedmiot badań — mgławice. Mając najlepszej klasy sprzęt Hubble dość szybko uzyskał nowe ciekawe wyniki: odkrył mianowicie wiele gwiazd zmiennych (cefeid) w galaktykach spiralnych (najpierw w M33 i M31). Pozwoliło mu to określić odległość do tych galaktyk i przekonać największych sceptyków, że są to obiekty pozagalaktyczne. Dalsza konsekwentna praca pozwoliła mu na uzyskanie nowych ciekawych rezultatów dających podstawę nowo rodzącej się dziedzinie — kosmologii, i naszemu nowemu spojrzeniu na Wszechświat.

MARIA ŁYSIK

OBSERWACJE

Wyprawa na całkowite zaćmienie Słońca 22 lipca 1990 r.

Obserwacje całkowitego zaćmienia Słońca jest marzeniem każdego miłośnika astronomii. Dla amatora z kraju średniej wielkości taka obserwacja przeważnie jest związana z koniecznością wyjazdu za granicę. Pas całkowitego zaćmienia Słońca w dniu 22 lipca 1990 r. przebiegał stosunkowo blisko Polski i dlatego też zaćmienie to wzbudziło duże zainteresowanie wśród obserwatorów *). Niżej podpisany wraz z żoną miał szczęście znaleźć się w pasie całkowitości zaćmienia w niedzielny poranek 22 lipca. Dzięki prywatnym kontaktom z miłośnikiem astronomii panem Longinem Garkulem, Polakiem mieszkającym w Daugavpils na Łotwie, zostaliśmy włączeni w skład ekspedycji zaćmieniowej Łotewskiego Towarzystwa Astronomiczno-Geodezyjnego z Rygi do Biełomorska. Oprócz nas p. Garkul umożliwił wyjazd na zaćmienie państwu Krystynie i Kazimierzowi Kosz z Chorzowa. Kazimierz Kosz jest aktywnym członkiem Sekcji Obserwatorów Komet PTMA.

Ekspedycja Łotewskiego Towarzystwa Astronomiczno-Geodezyjnego liczyła 54 osoby, w tym grupę astronomów z obserwatorium w Berlinie. Dzięki znakomitej organizacji wyprawy kierowanej przez przewodniczącego Towarzystwa pana Matissa Dirikisa, bez kłopotów znaleźliśmy się 21 lipca 1990 r. w Biełomorsku, niecałe 200 km od kręgu polarnego. Do Biełomorska, który stał się na krótki czas miastem astronomicznym, przybyło około 2 tysiące obserwatorów. Oprócz Polaków i Niemców zaćmienie Słońca obserwowała też ekipa z Francji. Na równi z zaćmieniem interesująca była dla nas tamtejsza przyroda. W lipcu średnia temperatura na tamtym obszarze wynosi około plus 10—15°C, a Słońce niknie za horyzontem tylko na krótko. O żadnych obserwacjach nocnych nie może być więc mowy. Przyroda tamtych okolic szokuje odmiennością i surowością. Monotonna równina porośnięta lasem sosnowym, pełna bagien i zdradliwych moczarów nie do przebycia latem.

Według obliczeń faza całkowita zaćmienia miała nastąpić na wysokości około 7 stopni nad horyzontem, co zmusiło nas do założenia bazy na skale wchodzącej w Morze Białe, aby mieć maksymalnie płaski teren do obserwacji. Cały dzień poprzedzający zaćmienie upłynął nam na przygotowywaniu sprzętu oraz zwiedzaniu miasta i wyprawie nad kanał

*) Patrz *Urania* nr 12/1990

biełomorski. Ku naszej rozpaczy, po pięknym słonecznym dniu około godz. 20 UT szybko zaczęło rosnąć zachmurzenie. Kiedy po trzech godzinach snu udawaliśmy się na punkt obserwacyjny, całe niebo pokrywały chmury warstwowe. Czteroosobowa grupa polska, za główne zadanie postawiła sobie fotografowanie zjawiska, pomiar temperatury w czasie zaćmienia oraz obserwacje ptaków. Kazimierz Kosz podjął się fotografowania całego przebiegu zaćmienia, Renata Kiełtyka miała fotografować fazę częściową, Krystyna Kosz notowała temperaturę i czasy wykonywania zdjęć, a niżej podpisany jako zadanie obrał sobie fotografowanie fazy całkowitej oraz pracę grupy. O godz. 23.45.UT zajęliśmy stanowisko obserwacyjne. Wiał mocny wiatr z NE, niebo pokryte było chmurami. O godz 00.25UT pokazało się Słońce jako wielka czerwona kula, wzbudzając zrozumiałe poruszenie wśród licznych grup obserwatorów rozlokowanych w pobliżu. Niestety, po około 10 minutach Słońce weszło w chmury. I. kontakt o godz. 01,02UT nastąpił przy prawie pełnym zachmurzeniu, jedynie wschodnia część nieba była gdzieniegdzie odsłonięta. O godz. 01.30UT zauważyliśmy że otoczenie wyraźnie pociemniało pomimo jednakowego zachmurzenia. O godz. 01.40UT zjawisko półmroku stało się jeszcze głębsze. Na kilka minut przed II kontaktem podjęliśmy decyzję aby spróbować uchwycić moment początku fazy całkowitej i jej końca licząc na nagły spadek i wzrost oświetlenia. O godz. 01.53.37UT dosłownie „uderzyła w nas" nagła ciemność. Otoczenie stało się szarostalowe. Wszystko pogrążyło się w głębokim półmroku. Skaliste wybrzeże, otaczająca nas przyroda i blask ognisk palonych przez grupy obserwacyjne (komary!) sprawiły że poczuliśmy się nagle jak przeniesieni o tysiące lat wstecz. Nad zachodnim i południowym horyzontem pojawiła się czerwonawa zorza zaćmieniowa. Przyroda także została zaskoczona przez zaćmienie. Mewy dotychczas głośno krzyczące nad plażą zamilkły nagle, aby szybko zebrać się w stado i w zupełnej ciszy odlecieć w kierunku południowym. Po upływie 1,5 minuty, o godz. 01.55.17UT całe otoczenie znowu powróciło do swoich naturalnych barw. Niełaskawe nam tego dnia Słońce ukazało się dopiero na kilka minut o godz. 02.24UT w szczelinie między chmurami. Temperatura przez cały czas utrzymywała się na poziomie +12°C. Kiedy późnym popołudniem czekaliśmy na stacji na pociąg z Murmańska do Leningradu, nasza gwiazda dzienna znowu świeciła na czystym niebie. Czy wobec tego należy uznać naszą wyprawę za fiasko? Na pewno nie. Samo stwierdzenie faktu nocy w czasie dnia było niezwykłym przeżyciem. Zostaliśmy oczarowani niezwykłą przyrodą północy, a w drodze powrotnej mieliśmy możliwość (znowu dzięki panu Matissowi Dirikisowi) spędzenia dwóch dni w obserwatorium w Pułkowie.

Myślę, że wrażeń jakie było nam dane przeżyć w zupełności wystarcza, aby napisać że wyprawa na całkowite zaćmienie Słońca 22 lipca 1990 roku była udana.

GRZEGORZ KIEŁTYKA

Komunikat nr 9/90 Sekcji Obserwacji Słońca PTMA

Wyniki obserwacji Słońca we wrześniu 1990 r. przysłało 5 obserwatorów: Marcin Betlej, Mirosław Goździewski, Maciej Piętka, Andrzej Pilski, Mieczysław Szulc. Łącznie wykonano 51 obserwacji w 24 dniach. Średnie dzienne względne liczby Wolfa we wrześniu 1990 r. wynoszą:

1. 96, 2. - - -, 3. 131, 4. 128, 5. 114, 6. 112, 7. - - -, 8. 100, 9. 131, 10. 128, 11. 119, 12. 138, 13. 153, 14. 169, 15. 164, 16. 181, 17. 160, 18. 111, 19. - - -,

20. 154, 21. 128, 22. - - -, 23 108, 24. - - -, 25. 90, 26. 101, 27. 92, 28. 100, 29. - - -, 30. 124.
Średnia miesięczna względna liczba Wolfa we wrześniu 1990 r. wynosi 123,8 (133,7). Średnia względna liczba Wolfa z jednego obrotu Słońca wynosi 125,1 (135,9). W nawiasach podano średnie liczone bez współczynników obserwatorów.

ANDRZEJ PILSKI

Z KORESPONDENCJI

Szanowna Redakcjo!

Jestem inżynierem elektrykiem, mam 59 lat. Astronomią zajmuję się od 14 lat. Wykonuję obserwacje Słońca przez lornetkę, robię szkice jego tarczy z grupami plam i wyliczam indeks Wolfa, gdy na to pozwala pogoda. Przy okazji wykonuję zdjęcia za pomocą teleskopu Maksutowa 100/1000 mm z układem Barlowa oraz dwoma filtrami przed teleobiektywem: standardowym żółto-zielonym i drugim niebieskim, który umieszczam między układem Barlowa a fotokamerą Zenit. Stosuję ekspozycje 1/250—1/500 sek. Używam filmu o czułości 5 ASA czyli 8 DIN. Schemat zestawu jest opisany w *Říše Hvezd*, nr 12 z 1989 r.

Już kilka lat koresponduję z amatorami astronomii z Polski, Czechosłowacji, Finlandii, USA i ZSRR. Moje zdjęcia, a także artykuły były publikowane w czasopismach astronomicznych Łotwy, ZSRR i Czechosłowacji. Znam osobiście Grzegorza Kiełtykę z Krosna, Kazimierza Kosza z Chorzowa oraz Stanisława Brzostkiewicza z Dąbrowy Górniczej, których byłem gościem w czasie pobytu w Polsce w lutym 1990 r. Przyjmowałem u siebie Państwa Kiełtyków i Koszów w lipcu tego roku, kiedy uczestniczyliśmy w ekspedycji Łotewskiego Towarzystwa Astronomii i Geodezji na całkowite zaćmienie Słońca do Biełomorska (północ ZSRR). Niestety pogoda była zła ale podróż była interesująca pod względem krajoznawczym.

Z poważaniem

LONGIN GARGUL
Mičurina 4
SU 228400 Daugavpils, Łotwa

Szanowny Panie Redaktorze,

W 10-tym numerze z 1990 roku *Uranii* ukazał się interesujący artykuł Pana Profesora Józefa Smaka pt. Teleskop globalny, w którym przedstawiony jest udział astronomów polskich w programie nieprzerwanych obserwacji gwiazd zmiennych. Gwoli ścisłości informacji dostarczanych przez Pańskie pismo licznym miłośnikom astronomii w Polsce pragnąłbym jednak poinformować, że w ramach tego samego programu gwiazda GD 358 była obserwowana nie tylko przez dwie noce na Suhorze, ale również przez sześć nocy w stacji obserwacyjnej Uniwersytetu Warszawskiego w Ostrowiku. Donoszę o tym z tym większą przyjemnością, że większość obserwacji została wykonana przez studenta III roku astronomii Uniwersytetu Warszawskiego Pana Krzysztofa Stanka. Jak się okazało, obserwacje były dość szczęśliwie rozłożone w czasie i zostały pozytywnie ocenione przez organizatorów przedsięwzięcia. Mapkę zamieszczoną w artykule Prof. J. Smaka należałoby zatem uzupełnić o punkt odpowiadający Obserwatorium Warszawskiemu.

Łączę wyrazy szacunku

MARCIN KUBIAK
Dyrektor Obserwatorium Warszawskiego

KALENDARZYK ASTRONOMICZNY

Opracował G. Sitarski **Maj 1991 r.**

Słońce

W maju Słońce wstępuje w znak Bliźniąt. Dnia ciągle jeszcze przybywa; oto momenty wschodów i zachodów Słońca w Warszawie: 1 maja Słońce wschodzi o 5^h7^m, zachodzi o 20^h1^m, a 31 maja wschodzi o 4^h22^m, zachodzi o 20^h46^m.

Dane dla obserwatorów Słońca (na 14^h czasu wschod.-europ.)

Data 1991	P	B_0	L_0	Data 1991	P	B_0	L_0
V 1	—24°16	—4°15	44°19	V 17	—20°44	—2·42	192·64
3	—23.80	—3.95	17.76	19	—19.85	—2.19	166.18
5	—23.40	—3.74	351.32	21	—19.24	—1.96	139.74
7	—22.97	—3.53	324.88	23	—18.60	—1.72	113.28
9	—22.52	—3.32	298.44	25	—17.94	—1.48	86.81
11	—22.04	—3.10	271.99	27	—17.26	—1.25	60.34
13	—21.53	—2.88	245.54	29	—16.55	—1.01	33.88
15	—21.00	—2.65	219.10	31	—15.82	—0.77	7.42

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy; B_0, L_0 — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy.
$4^d22^h15^m$ — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.

Księżyc

Kolejność faz Księżyca jest w maju następująca: ostatnia kwadra 7^d3^h, nów 14^d7^h, pierwsza kwadra 20^d22^h, pełnia 28^d14^h. W perygeum Księżyc znajdzie się 15 maja, a w apogeum dwukrotnie, 3 i 31 maja. W maju tarcza Księżyca zakryje dwukrotnie Urana i raz Neptuna, ale zjawiska te będą widoczne tylko na półkuli południowej.

Planety i planetoidy

Nad zachodnim horyzontem błyszczy Wenus jako Gwiazda Wieczorna —3.7 wielkości. Wieczorem widoczny jest też Mars i Jowisz. Mars wędruje poprzez gwiazdozbiór Bliźniąt w kierunku gwiazdozbioru Raka, ciągle oddala się od Ziemi i świeci coraz słabiej (+1.7 wielk. gwiazd.). Jowisz świeci w gwiazdozbiorze Raka jako jasna gwiazda —1.6 wielkości. Saturn widoczny jest nad ranem jako gwiazda +0.7 wielkości nisko nad horyzontem w gwiazdozbiorze Koziorożca. Uran (6 wielk.) i Neptun (8 wielk.) przebywają w gwiazdozbiorze

Strzelca, gdzie można je poszukiwać przez lunety. Pluton widoczny jest przez całą noc na granicy gwiazdozbiorów Węża i Wagi, ale dostępny jest tylko przez duże teleskopy (ok. 14 wielk. gwiazd.). Merkurego może poszukiwać rankiem nad wschodnim horyzontem (0.5 wielk. gw.).

Meteory

Od 1 do 8 maja (maksimum przypada 5 maja) promieniują eta Akwarydy. Radiant meteorów leży na równiku niebieskim w gwiazdozbiorze Wodnika (rekt. 22^h24^m). Warunki obserwacji nie są w tym roku najlepsze.

* * *

1^d księżyc 2 przechodzi na tle tarczy Jowisza, na której o 22^h18^m pojawi się cień tego księżyca. Koniec przejścia księżyca obserwujemy o 22^h37^m.

4^d O 10^h Księżyc znajdzie się w bliskim złączeniu z Uranem; zakrycie planety przez tarczę Księżyca widoczne będzie na Południowym Pacyfiku, w Ameryce Południowej, na Falklandach i na Południowym Atlantyku. O 16^h Księżyc w złączeniu z Neptunem w odl. $1^\circ2$.

6^d O 9^h Saturn w złączeniu z Księżycem w odl. 2°. Wieczorem do 21^h45^m na tarczy Jowisza widoczny jest cień jego 1 księżyca.

7^d O 22^h20^m księżyc 3 rozpocznie przejście na tle tarczy Jowisza.

8^d O 22^h24^m początek przejścia 2 księżyca na tle tarczy Jowisza.

10^d5^h Pluton w opozycji. Wieczorem księżyc 2 ukryty jest w cieniu Jowisza; o 21^h58^m obserwujemy koniec zaćmienia.

12^d O 15^h Księżyc w złączeniu z Merkurym w odl. 9°, a o 20^h Merkury znajdzie się w największym zachodnim odchyleniu od Słońca (26°).

16^d O 7^h Mars znajdzie się w złączeniu z Polluksem (w odl. 5°), jedną z dwóch jasnych gwiazd w gwiazdozbiiorze Bliźniąt. O 23^h7^m nastąpi początek zaćmienia 4 księżyca Jowisza.

17^d O 9^h złączenie Wenus z Księżycem w odl. $1^\circ6$, a o 13^h Saturn nieruchomy w rektascensji. Wieczorem księżyc 2 Jowisza ukryty jest w cieniu planety aż do 24^h34^m (koniec zaćmienia).

18^d Mars w złączeniu z Księżycem w odl. 2° o 12^h.

19^d9^h Złączenie Jowisza z Księżycem w odl. 2°.

20^d Księżyc 1 i jego cień przechodzą na tle tarczy Jowisza. Obserwujemy początek przejścia: księżyca o 22^h8^m, jego cienia o 23^h19^m.

21^d Wieczorem księżyc 1 ukryty jest w cieniu Jowisza do 22^h57^m5 (koniec zaćmienia). O 15^h20^m Słońce wstępuje w znak Bliźniąt, jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 60°.

26^d Do 22^h17^m na tarczy Jowisza widoczny jest cień jego 2 księżyca.

31^d O 3^h Wenus znajdzie się w złączeniu z Polluksem (w odl. 4°), jedną z dwóch jasnych gwiazd w gwiazdozbiorze Bliźniąt. Księżyc znajdzie się w bliskim złączeniu o 15^h z Uranem, a o 22^h z Neptunem. Tarcza Księżyca zakryje obie planety: zakrycie Urana widoczne będzie w Australii, na Nowej Zelandii, na Tahiti i na Południowym Pacyfiku; zakrycie Neptuna widoczne będzie na Antarktydzie i na Południowym Pacyfiku.

Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie wschodnio-europejskim, czasie letnim w Polsce.

CONTENTS

R. Strzondała, M. Vorel — Carbon Stars.

A. M. Piaskowski — Methods of Amateur Observations of Stellar Spectra.

M. Zawilski — Historical Observations of Eclipsing Phenomena (VIII). Mediaeval Observations. Europe, continued.

Chronicle: What Is Shining in the Centre of Our Galaxy? — An Unusual Galaxy NGC 1614 — What Is New on Titan?

Historical Chronicle: Edwin Hubble — a Path to Astronomy.

Observations.

From Correspondence.

Astronomical Calendar.

СОДЕРЖАНИЕ

Р. Стшондала М. Ворель — Углеродные звёзды.

А. М. Пясковски — Методы любительских наблюдений спектров звёзд.

М. Завильски — Исторические наблюдения затменных явлений (VIII). Средневековые наблюдения. Европа, продолжение.

Хроника: Что светится в центре Галактики? — Необычная галактика NGC 1614 — Что нового на Титане?

Историческая хроника: Эдвин Хаббл — путь к астрономии.

Наблюдения.

Из корреспонденции.

Астрономический календарь.

Trzecia strona okładki: Zdjęcia komety Levy'ego (1990c) wykonane przez Jerzego Speila za pomocą kamery z obiektywem ORESTEGOR 4/300 mm na filmie FOTOPAN HL (27 DIN) w dniu 24 sierpnia 1990 r. (górne, czas ekspozycji 5 min, jasna gwiazda to υ Aql) i 27 sierpnia 1990 r. (dolne, czas ekspozycji 7 min, dwie równoległe linie z prawej strony to ślad świateł pozycyjnych przelatującego samolotu).

Czwarta strona okładki: Zdjęcia do artykułu A. Piaskowskiego: u góry — od lewej: soczewka cylindryczna w oprawie nakręcanej na okular, pryzmat obiektywowy o średnicy 63 mm i kącie łamiącym 19° oraz pryzmat bez oprawy o średnicy 78 mm i kącie 12°; u dołu a) okular o odległości ogniskowej 16 mm, b) spektroskop okularowy produkcji NRD, c) nakręcana na okular część spektroskopu opisanego w tekście, d) część spektroskopu mieszcząca pryzmat o dyspersji 3,4°, e) dwuskładnikowy pryzmat „a la vision directe" o dyspersji 5,4°.

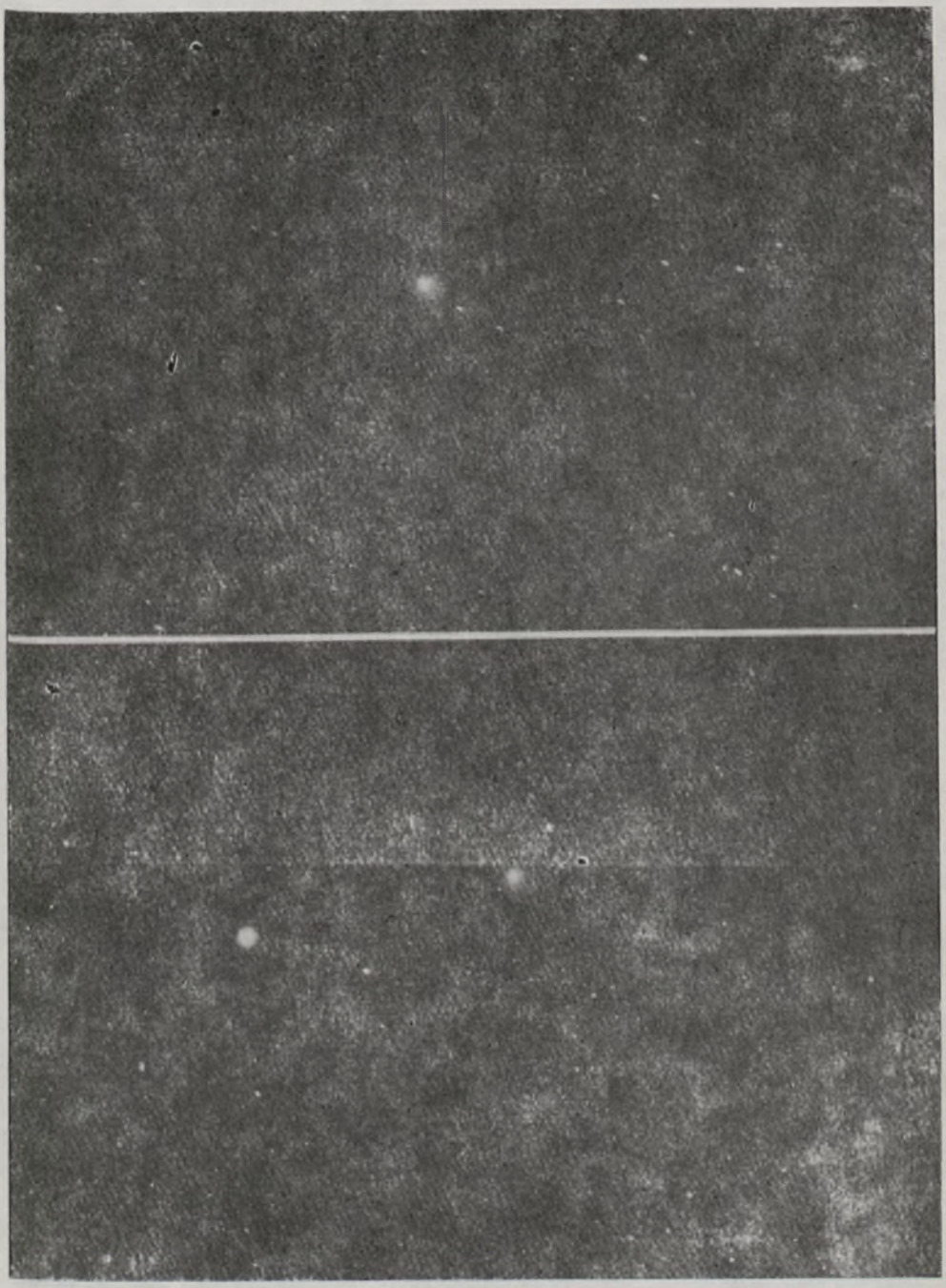
Teleskop Newtona 90/900 sprzedam. Wszyscy obserwatorzy księżyców Jowisza proszeni są o skontaktowanie się ze mną.

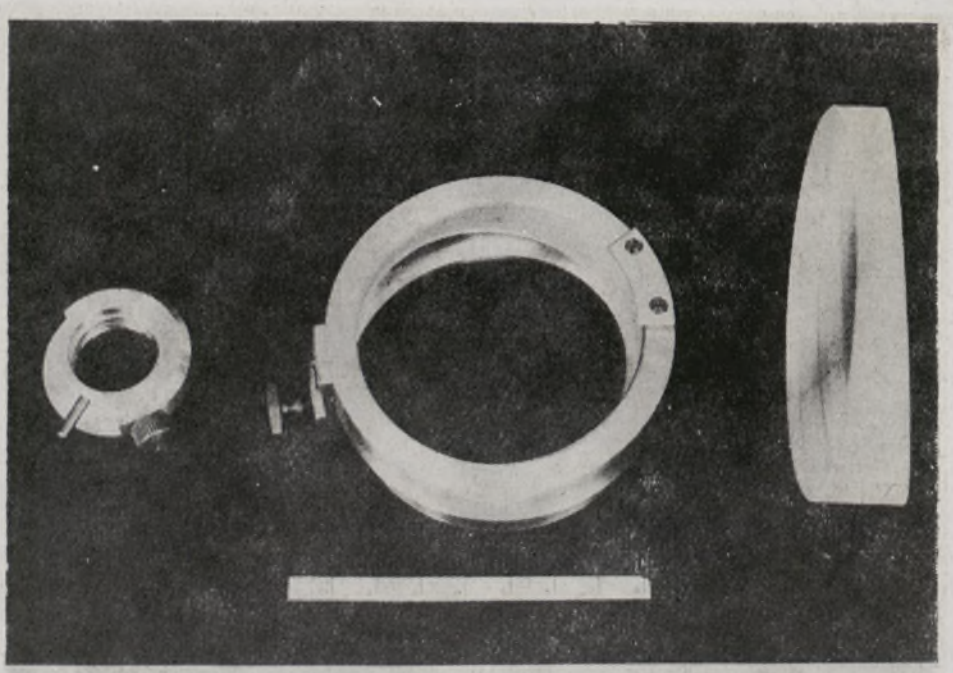
ZBIGNIEW BRYŁOWSKI
ul. Łużycka 61, Koszalin

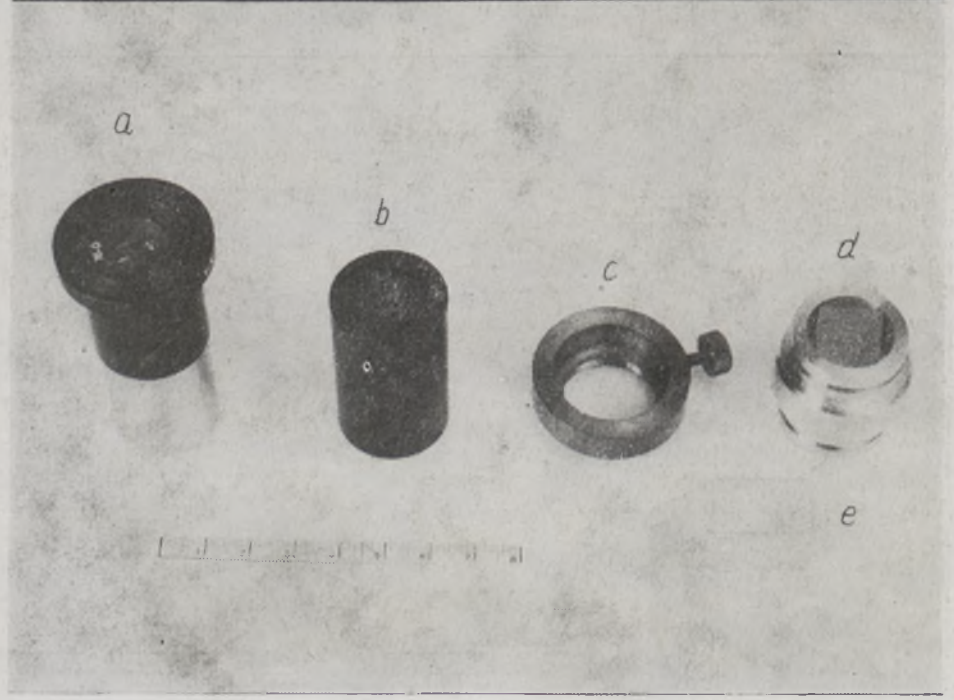
Istnieje możliwość wykonania na podstawie katalogów gwiazd w wersji komputerowej mapek wybranych obszarów nieba, okolic gwiazd zmiennych (do 8.5—9 mag) itp... a także (wraz z mapkami lub niezależnie) otrzymania informacji katalogowych, fragmentów lub całości posiadanych danych. 90-980 Łódź, skrytka 203, Błażej Feret.

URANIA — Miesięcznik Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii. Redaguje kolegium w składzie: Krzysztof Ziołkowski — redaktor naczelny, Magdalena Sroczyńska-Kożuchowska — sekretarz redakcji, T. Zbigniew Dworak — redaktor techniczny. Adres redakcji: ul. Bartycka 18, 00-716 Warszawa. Adres administracji: Zarząd Gł. PTMA, ul. Św. Tomasza 30/8, 31-027 Kraków, tel. 22 38 02; nr konta PKO I OM Kraków 35510-16391-132. Cena umowna.

Drukarnia Związkowa, Kraków, ul. Mikołajska 13 — 4979-90 — 2.600






a
b
c
d
e