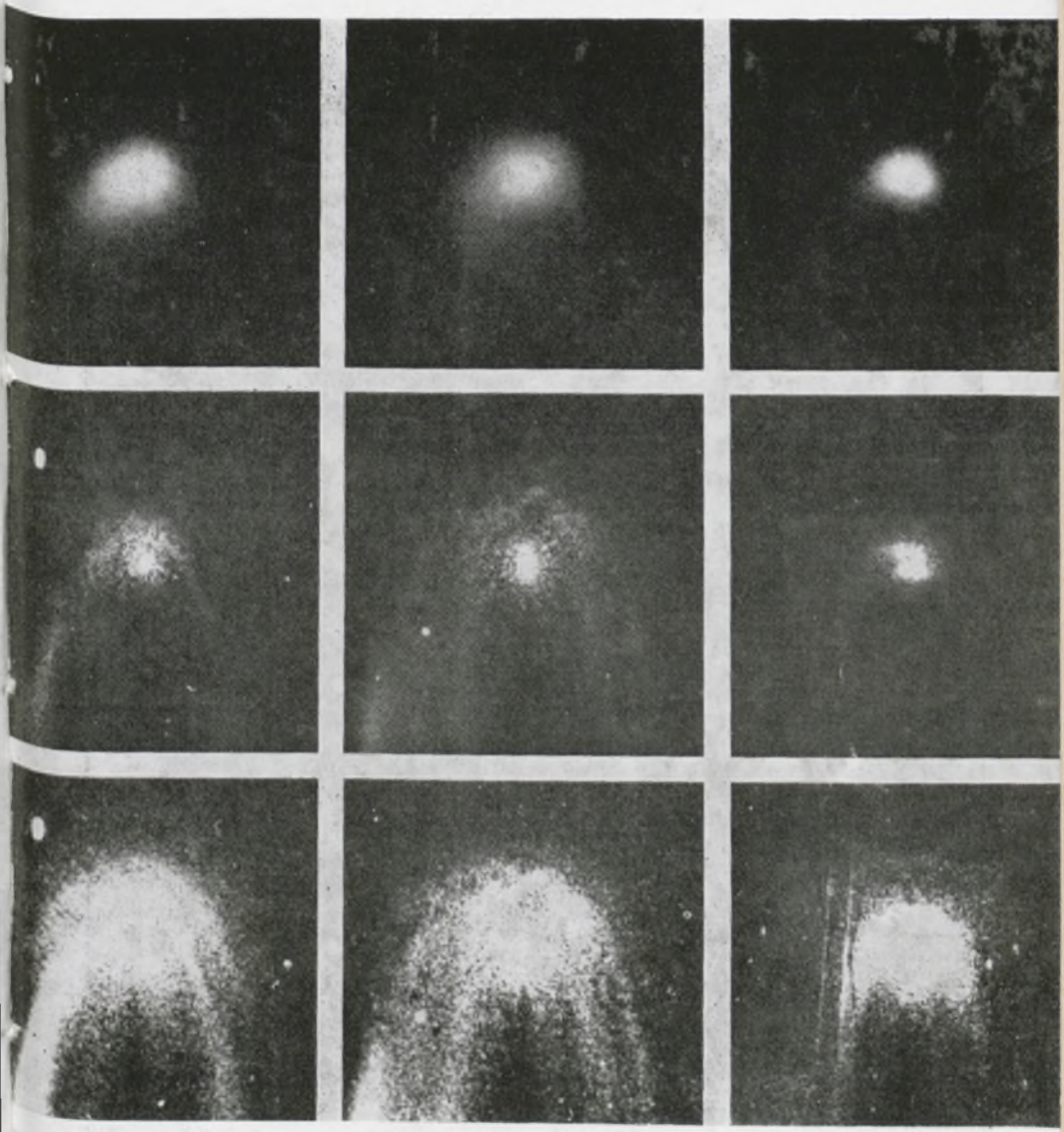
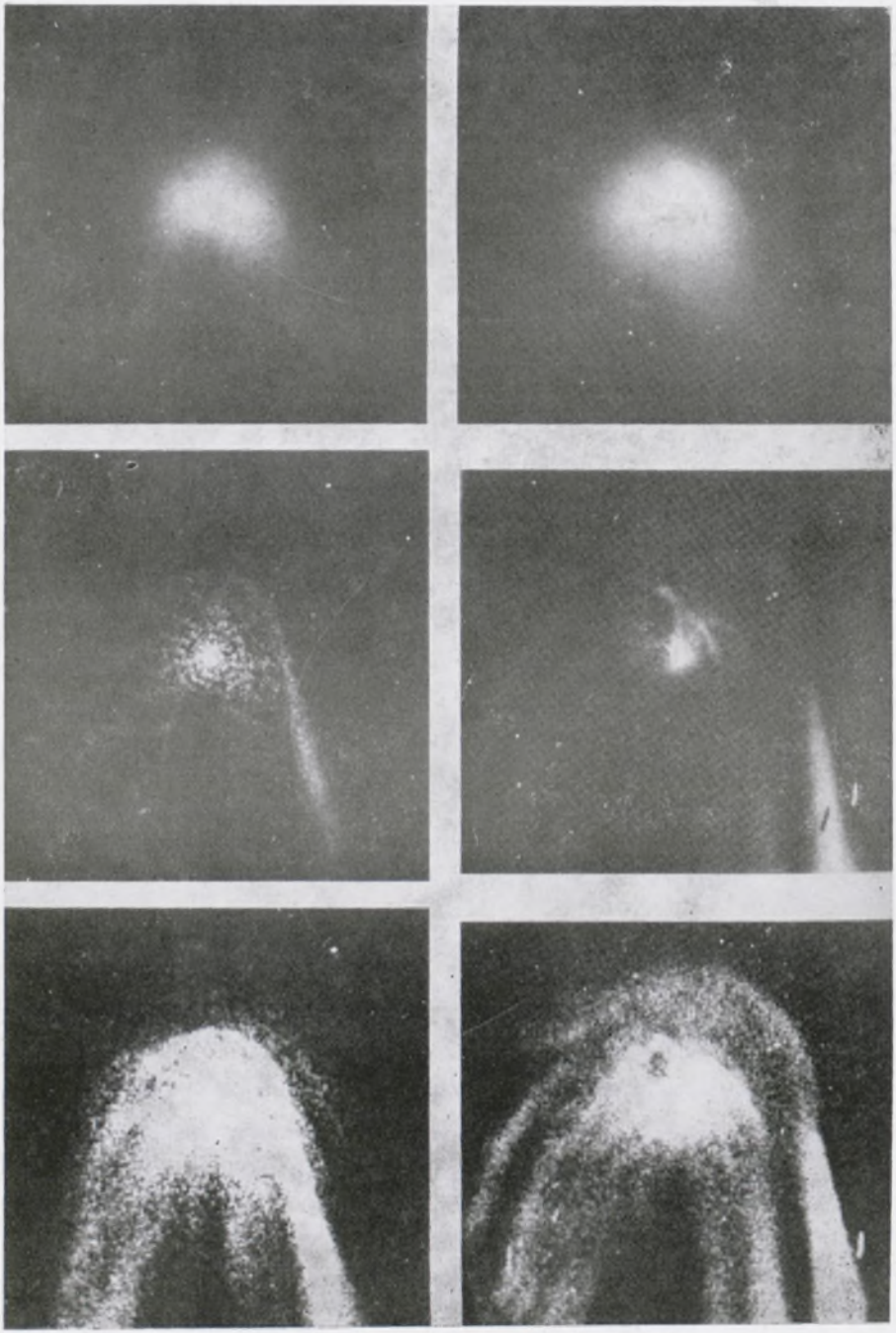


URANIA

MIESIĘCZNIK
POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII
ROK LV LISTOPAD 1984 Nr 11
ZAKŁAD NARODOWY IMIENIA OSSOLIŃSKICH
WYDAWNICTWO POLSKIEJ AKADEMII NAUK

BIBLIOTEKA UNIWERSYTECKA w Toruniu



PL ISSN-0042-07-94

URANIA

MIESIĘCZNIK POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK LV LISTOPAD 1984 Nr 11

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).

Do najciekawszych odkryć astronomicznych ostatnich lat dotyczących Układu Słonecznego należy stwierdzenie, że nie tylko Saturn ale także Jowisz i Uran otoczone są pierścieniami. Odwróciło ono dotychczasowy pogląd pokazując, że struktury pierścieniowe nie należą do wyjątków ale stanowią typową formę koncentracji materii wokół wielkich planet. Ma to oczywiście ważne implikacje kosmogoniczne. Mgr Daniel RUCIŃSKI podsumowuje we wstępnym artykule obecny stan wiedzy na ten temat.

W bieżącym roku mija dwusetna rocznica urodzin jednego z najwybitniejszych astronomów XIX wieku F. W. Bessela. Jego sylwetka nakreślona w następnym artykule przez dra Przemysława RYBKĘ, zasługuje dziś na przypomnienie również i z tego względu, że przeprowadzone przez Bessela badania komety Halleya podczas jej pojawienia się w 1835 roku skierowały zagadnienia fizyki komet na tory wiodące ku współczesnym interpretacjom natury tych obiektów. Źródłem wiadomości o własnościach fizycznych komety Halleya są między innymi jej fotografie wykonane w 1910 roku. O tym jak obecnie wydobywa się z nich nowe dane o strukturze jądra komety informujemy w **Kronice**, *ilustrując ten opis zdjęciami na okładce.*

SPIS TREŚCI

Daniel Ruciński — Pierścienie okołoplanetarne w Układzie Słonecznym (306).

Przemysław Rybka — Friedrich Wilhelm Bessel (314).

Hieronim Hurnik — Obserwatorium Astronomiczne im. Adama Mickiewicza w Poznaniu (319).

Kronika: Nowa analiza dawnych fotografii komety Halleya (324) — Pierwsze gwiazdy (325) — Geminga — nadal niejasności (327).

Poradnik Obserwatora: Zegar gwiazdowy (328) — Algorytmy — Część IV: Dni Juliańskie i precesja raz jeszcze (330).

To i owo: O Atlantydzie, archeoastronomii i kosmitach (331).

Kalendarzyk Astronomiczny (334).

Ilustracje na okładce są reprodukcjami zdjęć głowy komety Halleya wykonanych w 1910 roku za pomocą 152 cm teleskopu na Mount Wilson (USA) i przetworzonych cyfrowo dla uwydatnienia interesujących szczegółów (patrz **Kronika**). W każdej kolumnie zawierającej trzy obrazy tej samej fotografii u góry jest zdjęcie oryginalne, a dwa dolne są wynikiem jej przetworzenia dla dwóch różnych poziomów kontrastowości. Poczynając od lewej strony kolejne kolumny ukazują obrazy komety w następujących momentach UT: **pierwsza strona okładki** — 5,49, 6,48 i 7,49 maja, **druga strona okładki** — 8,49 i 9,49 maja, **trzecia strona okładki** — 2,18 i 3,23 czerwca, **czwarta strona okładki** — 5,24 i 6,22 czerwca 1910 roku. Na wszystkich zdjęciach Słońce jest u góry.

DANIEL RUCIŃSKI — Warszawa

PIERŚCIENIE OKOŁOPLANETARNE W UKŁADZIE SŁONECZNYM

Lata bieżącej i minionej dekady były okresem szczególnie intensywnych badań ciał Układu Słonecznego oraz przestrzeni międzyplanetarnej. Wprzęgnięcie techniki kosmicznej w służbę nauki i w konsekwencji realizacja pionierskich misji mędzyplanetarnych, poparta znacznym udoskonaleniem naziemnych metod i aparatury obserwacyjnej, doprowadziło do wielu istotnych odkryć oraz uzyskania ogromnej ilości nowych informacji. Niekiedy zmieniały one w sposób radykalny dotychczasowe spojrzenia, a także kształtowały nowe poglądy na szereg obiektów układu planetarnego i zjawiska w nim zachodzące.

Spośród najistotniejszych osiągnięć eksploracji Układu Słonecznego prawdziwą rewolucję stanowiły wyniki badań nad pierścieniami planet, w szczególności odkrycie w ostatnich latach pierścieni Jowisza i Urana, a także znacznie dokładniejsze poznanie systemu obłoków Saturna. Zważywszy na istotę tych odkryć, aktualność tematyki i szerokie nią zainteresowanie, wydaje się uzasadnione, aby podsumować w skrócie to, co wiemy dziś o pierścieniach planet. Jest to celowe tym bardziej, iż przez długi okres czasu wydawało się, że kwestia istnienia pierścieni okołoplanetarnych jest zamknięta, stosunkowo nieźle poznana i tym samym pozostająca niejako poza głównym nurtem zainteresowań astronomów.

Wszak od czasów Galileusza — odkrywcy w 1610 r. głównych pierścieni Saturna — do połowy lat siedemdziesiątych naszego stulecia powszechnie wydawało się, że jedyną planetą Układu Słonecznego obdarzoną wieńcem materii jest Saturn. Notabene Galileusz, sugerując się swoimi odkryciami wielkich księżyców Jowisza dokonanymi w tymże samym 1610 r., uznał pierwotnie, że i w przypadku Saturna ma do czynienia z dwoma masywnymi satelitami. Niebawem koncepcja ta upadła, ale dopiero w 1655 r. Ch. Huyghens znalazł wytłumaczenie galileuszowych obserwacji. Zasugerował mianowicie istnienie dysku materii skoncentrowanej w płaszczyźnie równika planety czyli istnienie pierścienia Saturna. Przez pierwsze dwa stulecia od chwili odkrycia powszechnie przyjmowano, że pierścień ten jest ciałem stałym — sztywnym dyskiem materii lub conajwyżej (po odkryciu słynnej szczeliny Cassiniego) układem sztywnych „obrączek" wokół planety. Dopiero dziewiętnasto-

wieczne badania Pierre'a Simona de Laplace'a, który teoretycznie stwierdził niemożliwość trwałego istnienia sztywnego dysku wokół planety, oraz Jamesa Clerka Maxwella, który udowodnił matematycznie, że pierścień ten musi składać się z okruchów materii krążących po indywidualnych orbitach, doprowadziły do skrystalizowania się współczesnego poglądu na to, czym w rzeczywistości jest otok Saturna. W miarę udoskonalenia techniki obserwacyjnej otok Saturna podzielono na trzy zasadnicze pierścienie nazwane: A (najbardziej zewnętrzny), B i C (najbliższy planecie), wśród których zauważono istnienie charakterystycznych szczelin (prawie) pustej przestrzeni. Najbardziej charakterystyczne z tych przerw otrzymały nazwy: np. oddzielająca pierścień B od A nosi nazwę Cassiniego, a szczelina w zewnętrznej części A — Enckego.

Taki klarowny i przejrzysty obraz pierścienia Saturna, wraz z ugruntowanym poglądem, iż jest to jedyny otok okołoplanetarny w Układzie Słonecznym, trwał dość długo, a podstawowym pytaniem nurtującym astronomów pozostawała kwestia pochodzenia tego unikatowego, jak się wydawało, tworu. Nie oznaczało to, że zrezygnowano z prób poszukiwań pierścieni wokół planet naszego układu; niestety trudności obserwacyjne i niedoskonałości metod nie dawały potwierdzenia takiej hipotezy. Prawdziwy zwrot w tej dziedzinie przyniósł przełom lat siedemdziesiątych i osiemdziesiątych. Spróbujmy zatem prześledzić tę „pierścieniową rewolucję", odbywającą się praktycznie na naszych oczach.

W marcu 1977 roku J. Elliot z grupą współpracowników z Uniwersytetu im. Cornella w Ithaca (USA), a także inne zespoły badaczy, prowadzili obserwacje zakrycia gwiazdy dziewiątej wielkości SAO 158687 przez tarczę Urana. Wykorzystywali oni w swych pomiarach samolotowe obserwatorium NASA wyposażone w teleskop o średnicy 97 cm. Podczas monitorowania zmian jasności gwiazdy stwierdzono, że blask SAO 158687 malał nie tylko w momencie przejścia za tarczę Urana, ale także klkakrotnie przed i po właściwym zaćmieniu (symetrycznie w czasie). Gwiazdę „przesłaniało" bliskie otoczenie planety, wyraźnie jednak różniące się od atmosfery Urana. Był to niezbity dowód, potwierdzony także przez obserwacje innych zespołów badawczych, że planeta otoczona jest pierścieniami materii. Początkowo sądzono, że pasm tych jest 5 lub 6, późniejsze systematyczne, kilkudziesięciokrotne obserwacje zakryć różnych gwiazd przez tarczę Urana doprowadziły do identyfikacji 9-ciu otoków. Pierścienie te oznaczone są literami greckiego alfabetu

i cyframi od najbardziej wewnętrznego do najodleglejszego: 6, 5, 4, α, β, η, γ, δ, ε. System ten rozciąga się od ponad 16 do około 26 tys. km ponad atmosferę planety (od 41 900 km do 51 300 km licząc od centrum Urana). Jest więc on zdecydowanie węższy od układu otoków wokół Saturna. Drugą cechą wyraźnie różniącą te dwa twory jest to, że układ pierścieni Urana składa się z subtelnych, bardzo wąskich pasm oddzielonych od siebie stosunkowo szerokimi przerwami, podczas gdy w przypadku Saturna jest na odwrót — szczeliny są wąskie, a pierścienie materii (przynajmniej te główne) okazałe. W aspekcie przytoczonych cech charakterystycznych układu pierścieni Urana zrozumiałe stają się trudności w ich zaobserwowaniu.

Conajmniej sześć spośród pierścieni Urana ma kształt lekko eliptyczny, natomiast trzy (γ, δ, η) wydają się być kołowe. Otoki znajdują się w płaszczyźnie równikowej planety bądź są bardzo nieznacznie (pod kątem setnych stopnia) do niej nachylone. Rzucającą się w oczy cechą jest ich niezmierna wąskość. Typowa szerokość wynosi zaledwie 2—5 km, jedynie najbardziej zewnętrzny otok ε jest nieco szerszy. Być może wąskość pierścieni wymuszona jest przez istnienie w ich pobliżu nieznanych, miniaturowych satelitów, „kontrolujących" ruch cząsteczek materii otoku, tak jak to się dzieje w przypadku Saturna i Jowisza. Na potwierdzenie tej hipotezy musimy jednak poczekać. Wyróżniającym się pierścieniem Urana jest otok ε. Ma on stosunkowo najbardziej eliptyczny kształt (jego mimośród — 0,008 — jest jednak dwukrotnie mniejszy od ekscentryczności orbity Ziemi) oraz zmienną szerokość wahającą się od około 20 km w punkcie najbliższym w stosunku do Urana do 100 km w najodleglejszym. Naziemne oobserwacje doprowadziły wprawdzie do odkrycia tego nowego układu pierścieni okołoplanetarnych, jednakże ich struktura i właściwości materii wchodzącej w ich skład są nadal bardzo mało znane. Wydaje się, wnosząc z niewielkiego albedo (poniżej 5%), że otoki te składają się z drobnych okruchów materii krzemianowej wzbogaconej w tlenki żelaza i chondryty węglowe o własnościach zbliżonych do budulca księżyców Urana: Oberona i Titanii.

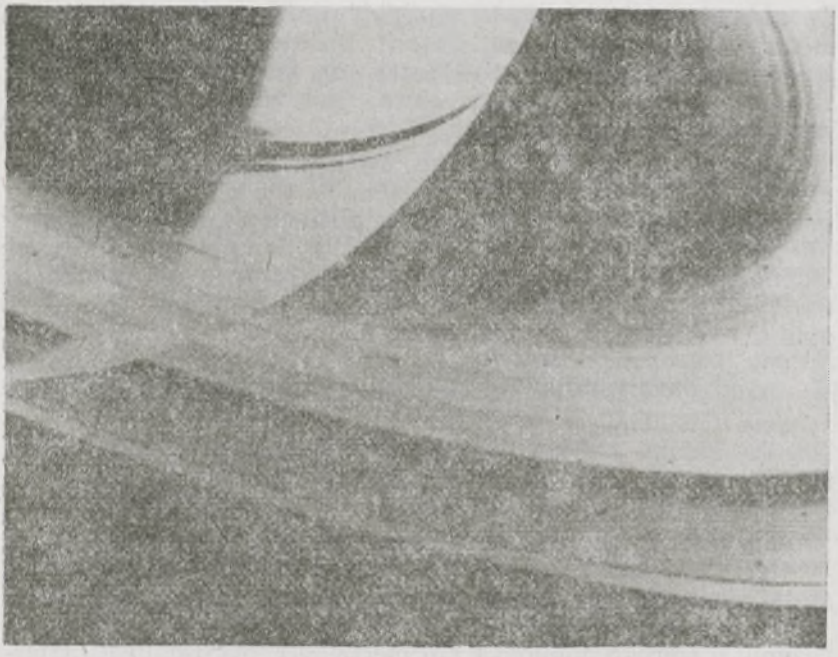
Szansę znacznego wzbogacenia naszej wiedzy o systemie pierścieni wokół Urana, jak i zweryfikowania hipotezy tłumaczącej ich niewielką szerokość, będzie przelot sondy Voyager 2 w okolicach planety w 1986 roku. Wzmożone zainteresowanie tym rendez-vouz próbnika z planetą nie jest bezpodstawne.

Wszak właśnie przeloty sond Voyager 1 i Voyager 2 dostarczyły ogromnej ilości informacji o planetach-olbrzymach: Jowiszu i Saturnie, rodzinie ich satelitów, a także omawianych obecnie otokach. Przelotowi sondy Voyager 1 w pobliżu Jowisza w dniu 5 marca 1979 roku zawdzięczamy przecież odkrycie pierścienia wokół tej planety. Wprawdzie zanim to nastąpiło niektórzy uczeni przewidywali jego istnienie, a grupa amerykańskich naukowców z N. F. Nessem na czele na podstawie analizy danych dotyczących cząstek naładowanych zebranych przez wcześniejsze sondy Pioneer 10 i Pioneer 11, nawet dość precyzyjnie określiła położenie domniemanego pasma materii lub nieznanego satelity, to jednak obserwacja Voyagera 1 była pierwszym, bezpośrednim dowodem istnienia pierścienia wokół Jowisza. Odkrycie Voyagera 1 spowodowało nawet korektę trajektorii późniejszej, bliźniaczej sondy Voyager 2 tak, aby możliwe było dodatkowe, dokładniejsze przebadanie nowo odkrytego tworu.

W świetle tych badań wyłonił się następujący obraz pierścienia największej planety Układu Słonecznego. Zasadniczą strukturą jest jasny pierścień, w którym nie stwierdzono szczelin, rozciągający się od 1,72 do 1,81 promienia planety od jej centrum, którego ostra zewnętrzna krawędź sięga odległości 58 000 km ponad powierzchnię Jowisza. Pierścień ten ma szerokość około 6000 km, a więc jest nieporównywalnie szerszy od poszczególnych otoków Urana. Ostrość zewnętrznej krawędzi tego pierścienia wymuszona jest prawdopodobnie przez istnienie w jej pobliżu dwóch miniaturowych satelitów planety 1979J1 (Adrastea) i 1979J3 (Metis), oddziaływujących grawitacyjnie na cząstki materii otoka. W zewnętrznej części pierścienia da się zauważyć jaśniejszy pas materii o szerokości około 600 km. Wewnętrzna krawędź otoku jest mniej wyraźna i od niej ku atmosferze planety płynnie rozciąga się słabszy, rozmyty dysk o niższej koncentracji materii. Zarówno właściwy pierścień jak i wspomniany dysk są tworami silnie spłaszczonymi, a ich grubość nie przekracza 30 km. Otacza je tzw. halo o znikomej gęstości cząstek. Drobiny o typowym rozmiarze kilku mikronów wchodzące w skład pierścienia jowiszowego są, jak się wydaje, pochodzenia skalnego, a nie lodowego. Ich czerwonawa barwa jest typowa dla materii asteroidów i satelitów planet zewnętrznych. W pierścieniu Jowisza nie wyklucza się istnienia bryłek centymetrowej wielkości, ale jest to znacznie mniej prawdopodobne.

Sondy misji Voyager opuściwszy w 1979 r. okolice Jowisza pomknęły ku kolejnej planecie-olbrzymowi naszego układu, Saturnowi. Chociaż jest on planetą, o której powszechnie od stuleci było wiadomo, że jest otoczona systemem pierścieni, to i w tym przypadku zasługi próbników Voyager 1 i Voyager 2 dla dokładniejszego poznania ich struktury są nieocenione. Zbliżenia Voyagera 1 (listopad 1980 r.) i Voyagera 2 (sierpień 1981 r.) przyniosły nową porcję informacji nie tylko o samej planecie i jej satelitach, ale również o systemie pierścieni, modyfikując ogólny obraz zespołu otoków Saturna naszkicowany na wstępie. W świetle obserwacji Voyagerów system otoków Saturna składa się z siedmiu podstawowych pierścieni oznaczonych literami: D (najbardziej wewnętrzny), C, B, A, F, G, E (najbardziej zewnętrzny). Jak widać uległ on „rozbudowie" w porównaniu z najprostszym, uważanym do niedawna za kompletny układem obejmującym tylko otoki C, B i A.

Najbardziej wewnętrzny z pierścieni Saturna (D) odkryty przez P. Guerina w 1969 roku (jego istnienie potwierdziły obserwacje Voyagerów) jest stosunkowo trudny do zaobserwowania z uwagi na małą koncentrację tworzących go okruchów. Wewnętrzna krawędź D nieomal dotyka atmosfery Saturna — znajduje się bowiem około 7000 km (promień planety wynosi 60 000 km) ponad nią, a jego całkowita szerokość jest równa w przybliżeniu 7400 km. Od zewnątrz z pierścieniem D styka się otok C, tzw. krepowy. W jego strukturze są zauważalne dwie większe szczeliny o rozmiarach około 200 i 300 km. Z przeprowadzonych obserwacji radarowych wynika, że materię pierścienia stanowią bryły o charakterystycznym rozmiarze od kilkudziesięciu centymetrów do około 2 metrów, natomiast nie stwierdzono występowania drobin mikrometrowej wielkości w znaczących ilościach. W odległości około 92 000 km od centrum planety pierścień C łączy się w sposób ciągły z najmniej przezroczystym i jednocześnie najjaśniejszym z otoków Saturna — B. Pierścień ten o szerokości 15 500 km odznacza się jednocześnie największą gęstością cząstek. Charakterystyczną strukturą w nim występującą są ciemne smugi tzw. „szprychy" rotujące z okresem obrotu planety, pojawiające się i znikające w skali godzin i pojedynczych dni. Pochodzenie tego tworu jest nadal niejasne, być może jest to związane z oddziaływaniem pola magnetycznego z naładowanymi cząstkami otoka. Z obserwacji radarowych wiemy, że bryłki decymetrowej wielkości stanowią najliczniejszą populację wśród okruchów materii tworzącej pierścień, aczkolwiek rozmiary największych



Fot. 1. Pierścienie Saturna sfotografowane przez sondę Voyager 1 w listopadzie 1980 roku z odległości 1,5 mln km

z nich mogą sięgać nawet około 10 metrów. Zewnętrzna granica pierścienia B jest wyraźnie określona i tworzy ją słynna szczelina Cassiniego o szerokości 4500 km. Przerwa Cassiniego wbrew pozorom nie jest obszarem dokładnie pustej przestrzeni. Wypełnia ją bowiem kilkanaście stosunkowo wąskich pasemek materii składającej się z dość dużych, metrowych okruchów. Za szczeliną Cassiniego rozciąga się kolejny, dobrze znany pierścień A. Jest to otok o jednolitej (w przeciwieństwie do B) jasnej barwie złożony także z bryłek o podobnej wielkości jak w pierścieniu B. W zewnętrznej części A wyróżnić można domieszkę pyłkowych, mikrometrowych drobin. W zewnętrznej części tego pierścienia rozciągającego się do odległości 136 600 km od centrum Saturna znajduje się druga ze słynnych szczelin — Enckego. Także i ta przerwa o szerokości 320 km nie jest całkowicie pusta. Zauważalne są w niej dwa lub trzy cieniutkie pierścieniowe pasemka materii złożonej z drobnych ziaren. Zdumiewającą cechą wszystkich wspomnianych na razie pierścieni Saturna jest ich subtelna struktura wewnętrzna.

Te szerokie otoki nie są bynajmniej pasmami chaotycznie poruszającej się i mieszającej materii. Każdy z otoków składa się bowiem z ogromnej ilości — setek czy nawet tysięcy — wąziutkich pierścieni orbitujących po indywidualnych trajektoriach jeden tuż obok drugiego.

Obserwacje spektroskopowe światła rozpraszanego przez cząstki otoków Saturna wskazują na to, że okruchy tworzące pierścienie złożone są z lodu z domieszkami czerwonawych pyłów np. tlenku żelaza lub są drobinami skalnymi powleczonymi lodem. Pierścienie A i B są do siebie podobne pod względem barwy i są jaśniejsze oraz czerwieńsze od materii tworzącej otok C.

Obecnie, dzięki eksploracji Saturna i jego okolic przez wspomniane wielokrotnie sondy misji Voyager i wcześniejsze Pioneer wiadomo, że zewnętrzny brzeg pierścienia A nie jest granicą układu otoków tej planety. Oddalając się od planety istnieją jeszcze trzy inne, bardziej zewnętrzne pierścienie: F, G i E.

Pierścień F odkryty został we wrześniu 1979 roku dzięki przelotowi próbnika Pioneer 11 w okolicach Saturna. Oddziela go od zewnętrznego brzegu pierścienia A przerwa o szerokości 4000 km. Wąski (około 100 km) o centralnym jaśniejszym rdzeniu o szerokości około 1 km pierścień F ma osobliwą i trudną do wytłumaczenia strukturę wewnętrzną. Wchodzące w jego skład „włókna" nie są wobec siebie ułożone współśrodkowo i równolegle, ale przylegając do siebie są wzajemnie „śrubowo" owinięte. W pobliżu wewnętrznego i zewnętrznego brzegu pierścienia przechodzą trajektorie dwóch niewielkich księżyców: 1980S27 (wewnętrzny) i 1980S26 (zewnętrzny). Z uwagi na to, że ich orbity są do siebie zbliżone i różnią się nieznacznie wydaje się, że te dwa mini-księżyce mogą grawitacyjnie „kontrolować" dynamikę cząstek tworzących pierścień i wymuszać jego wąskość. Mechanizm oddziaływania tych satelitów na pierścień znajdujący się pomiędzy nimi wydaje się zrozumiały. Otóż satelita wewnętrzny znajdujący się nieco bliżej planety niż cząstki pierścienia porusza się nieco szybciej, więc pociągając je grawitacyjnie kieruje je na obszerniejszą orbitę. Przeciwnie działa satelita zewnętrzny, który z racji swej mniejszej prędkości od pobliskich, zewnętrznych cząstek pierścienia spowalnia je kierując na trajektorię bliższą w stosunku do planety. W ten sposób cząstki otoka czują jakby ciśnienie wywierane z obu stron i podporządkować się muszą tej „presji" ze strony satelitów, co w konsekwencji prowadzi do zachowa-

nia wyjątkowo wąskiej struktury pierścienia F. Niewykluczone, że w podobny sposób działają wspomniane satelity Jowisza Adrastea i Metis oraz znajdujący się przy zewnętrznym brzegu otoku A Saturna kolejny miniaturowy księżyc 1980S28, wymuszając w obydwu przypadkach ostrą, zewnętrzną krawędź pierścieni. Znacznie trudniejszy od wąskości pierścienia F jest do wytłumaczenia fakt wspomnianego „owijania się" poszczególnych „włókien" otoku. Być może „kontrolujące" satelity 1980S27 i 1980S26 poruszają się po lekko nachylonych wobec siebie orbitach i w ten sposób wymuszają to od pobliskich włókien pierścienia powodując w konsekwencji ten oryginalny splot.

Kolejny pierścień G leżący 170 000 km od centrum planety posiada nieskomplikowaną budowę i zawiera (podobnie jak F) drobniutkie, mikrometrowe pyłki lodowe. Układ pierścieni Saturna zamyka rozmyty, słaby otok E o niewielkiej gęstości cząstek, rozciągający się od około trzech do około ośmiu promieni planety od jej środka. W ten sposób sfera obejmująca cały układ pierścieni Saturna miałaby rozmiar około 1 000 000 km. Przy tak rozciągłej strukturze jaką jest system otoków Saturna zdumiewająca jest ich cienkość. Są one tworami niesłychanie spłaszczonymi, gdyż ich typowa grubość wynosi kilkastet metrów, a górna granica nie przekracza 1 kilometra.

Poznawszy nieco systemy otoków trzech wielkich planet Układu Słonecznego narzuca się pytanie czy także ostatnia z planet-olbrzymów — Neptun — też jest otoczona wieńcem materii? Podobnie jak w przypadku Urana czyniono próby odkrycia ewentualnych pierścieni podczas zakryć gwiazd przez tarczę Neptuna, ale mimo pierwszych doniesień o identyfikacji otoków Neptuna (patrz np. *Urania* nr 9/1983) nie uzyskano definitywnego potwierdzenie tej hipotezy. Czyżby jeszcze raz w pierwszoplanowej roli miał występować Voyager 2, który w 1989 roku osiągnie okolice Neptuna?

Przedstawiony zarys obecnej wiedzy o pierścieniach okołoplanetarnych wskazuje, jak dalece badania w ostatnim dziesięcioleciu zmieniły klasyczny, trwający od stuleci obraz. Niewątpliwie pozostało jeszcze wiele niewyjaśnionych kwestii, sporo znaków zapytania, ale niewykluczone, że już najbliższe lata przyniosą odpowiedzi na nurtujące pytania. Wszak eksploracja Układu Słonecznego postępuje nadal, a sonda Voyager 2 mknąc w odległe części Układu Słonecznego ma szansę lepiej niż było to możliwe dotychczas spenetrować okolice Urana i Neptuna. Obalenie przeświadczenia o unikatowości otoków Saturna oraz

pokazanie, że twory takie mogą występować dość powszechnie, kieruje (niezależnie od dalszych badań nad pierścieniami) zainteresowanie uczonych na wyjaśnienie genezy powstania pierścieni okołoplanetarnych, stworzenie teorii ich pochodzenia. Czy powstały one z otoczki gazowej otulającej tworzącą się planetę? Czy może są one pozostałością po większym ciele (księżyc?) rozerwanym siłami pływowymi planety? A może powstanie pierścieni jest skutkiem kosmicznych katastrof — zderzeń satelitów planet z innymi ciałami? Dziś trudno jednoznacznie odpowiedzieć na te pytania. Należy jednak mieć nadzieję, że dalsze badania poznanych otoków rzucą więcej światła na zagadnienie powszechnego ich występowania w Układzie Słonecznym.

PRZEMYSŁAW RYBKA — Wrocław

FRIEDRICH WILHELM BESSEL

Wśród najwybitniejszych astronomów XIX w. jedną z czołowych postaci jest niewątpliwie Friedrich Wilhelm Bessel. Postać to w dodatku bardzo ciekawa: samouk, który nie tylko nie studiował na żadnej wyższej uczelni, ale nie ukończył nawet szkoły średniej. Mimo to osiągnął uniwersytecką katedrę astronomii i na trwałe wpisał się w dziejach tej nauki.

Urodził się 22 lipca 1784 r. w Minden w rodzinie urzędnika państwowego. Miał liczne rodzeństwo: dwóch braci i sześć sióstr. Nic więc dziwnego, że rodzina borykała się z trudnościami finansowymi, co odbiło się na młodzieńczych latach przyszłego astronoma.

W Mindel Bessel uczęszczał do niższych klas gimnazjum wykazując już wtedy zdolności rachunkowe. Jednakże już w wieku 15 lat musiał przerwać naukę i podjąć pracę. Z początkiem 1799 r. zatrudnił go w swym domu handlowym w

Bremie przyjaciel jego ojca Andreas Gottlieb Kulenkamp. Bassel przyjęty został jako uczeń pod warunkiem odbycia siedmioletniej, w zasadzie nieodpłatnej pracy i skierowany do kancelarii firmy. Szef musiał mieć jednak jakieś względy dla syna przyjaciela, gdyż wypłacał mu pewne roczne wynagrodzenie. Ale chłopiec pracował od godziny 8 do 20 mając w ciągu dnia 2—3 godziny wolne.

Wkrótce potem Bessel zapragnął uczestniczyć w ekspedycjach handlowych. Mając to na uwadze zaczął studiować towaroznawstwo, geografię, historię handlu, język angielski i hiszpański oraz nawigację morską, w szczególności zaś metody wyznaczania położeń statków na morzu. Tu jednak nie wystarczało mu samo zapoznanie się z praktyczną stroną tego zagadnienia, przystąpił więc do studiowania jego astronomicznych podstaw. To właśnie obudziło u niego żywe zainteresowanie tą dziedziną wiedzy. Podjął zatem próby zaopatrzenia się w najprostsze instrumenty obserwacyjne, w czym pomagał mu jeden z przyjaciół. Zaczął też czytać założone przez Franza Xavera Zacha (1754—1832) czasopismo *Montaliche Correspondenz zur Beförderung der Erd- und Himmelskunde* (Miesięczna korespondencja dla krzewienia wiedzy o Ziemi i niebie) oraz *Astronomisches Jahrbuch* (Rocznik Astronomiczny), a także różne dzieła rozszerzając swe matematyczne i astronomiczne wiadomości. Bardzo długi dzień pracy pozwalał mu korzystać przy tym wyłącznie z godzin nocnych.

W jednym z dodatkowych tomów *Astronomisches Jahrbuch* znalazł wyszperane przez Zacha obserwacje angielskiego astronoma Thomasa Harriota (1560—1621) dotyczące komety z 1607 r.* i postanowił je opracować. Za podstawę posłużyły mu prace Josepha Jérome'a le François Lalande'a (1732—1807) i Heinricha Wilhelma Olbersa (1758—1840). W 1804 r. Bessel ukończywszy obliczenia orbity tej komety przesłał wyniki Olbersowi, który nie tylko przyjął je z uznaniem, ale jeszcze posłał mu partię książek. Był to początek kontaktów pomiędzy Besselem a Olbersem, który stał się teraz opiekunem młodego a obiecującego adepta astronomii.

W 1806 r. Olbers wyrobił Besselowi stanowisko inspektora w prywatnym obserwatorium Johanna Hieronymusa Schrötera (1745—1816) w Lilienthal koło Bremy. Był to więc przełomowy moment w życiu Bessela, rozpoczynał bowiem pracę astronomiczną. W roku następnym Olbers zaproponował Besselowi opracowanie obserwacji południkowych wykonanych

* Było to jedno z pojawień się komety Halleya (przyp. red.)

przez Jamesa Bradleya (1692—1762) w latach 1750—1762 w Greenwich. Właśnie niedawno ukazały się one drukiem, przy czym część pierwsza w 1798 r., a druga 1805 r. Olbers użyczył Besselowi swego egzemplarza tej publikacji umożliwiając mu tym samym przystąpienie do pracy. Bessel energicznie zabrał się do dzieła, nie mniej ukończył je dopiero w 1814 r., opracował je bowiem bardzo dogłębnie. Nosiło ono tytuł *Fundamenta astronomiae pro anno MDCCLV deducta ex observationibus viri incomparabilis James Bradley in Specula Astronomica Grenovicensi per annos 1750—1762 institutis* (Podstawy astronomii dla roku 1750 wyprowadzone z obserwacji niezrównanego męża Jamesa Bradleya wykonanych w latach 1750—1762 w Obserwatorium Astronomicznym w Greenwich). Dzieło to wydane zostało w Królewcu dopiero w 1818 r., gdyż Bessel nie mógł znaleźć wydawcy, a druk na własny koszt przekraczał jego możliwości finansowe. Dopiero rozpisanie subskrypcji stworzyło możliwość druku. Warto może wspomnieć, że wśród subskrybentów było trzech Polaków, a mianowicie Józef Łęski (1760—1825) Jan Śniadecki (1756—1830) oraz pracujący w Petersburgu Wincenty Wiśniewski (1784—1855).

Fundamenta astronomiae obejmowały nie tylko opracowane obserwacje Bradleya i zestawienie na ich podstawie katalogu pozycji 3 222 gwiazd, ale także dogłębną dyskusję wszelkich problemów związanych zarówno z samymi obserwacjami jak i z ich opracowaniem. Pod tym względem była to praca bez precedensu i legła u podstaw nowoczesnej astronomii. Część dyskusyjna obejmowała opis i analizę użytych przez Bradleya instrumentów, zagadnienia precesji, nutacji, aberracji i refrakcji wraz z odpowiednimi tablicami.

Jeszcze przed ukończeniem pracy nad *Fundamenta astronomiae* Bessel otrzymał katedrę astronomii na uniwersytecie w Królewcu. Z nominacją tą związane było zadanie wybudowania obserwatorium astronomicznego. Wydarzenie to stanowiło nie tylko znaczne wyróżnienie, ale też otwierało możliwości stworzenia sobie odpowiedniego warsztatu pracy naukowej.

W maju 1810 r. Bassel przybył do Królewca. Początkowo jego sytuacja w uniwersytecie nie była najlepsza, bowiem z powodu nie posiadania doktoratu spotkał się ze strony starych profesorów z jakimiś bliżej nam nieznanymi szykanami. Nie mniej nie odbiły się one na dalszej jego działalności.

Dla obserwatorium Bessel wybrał miejsce w północno-zachodniej części miasta w najwyższym punkcie wałów miej-

skich. Całość budowli nadał kształt krzyża, przy czym wysunięta na zachód sala została przeznaczona na salę południkową. Pierwotnie do obserwacji służyły: instrument przejściowy Dollonda i koło Cary'ego, które po kilku latach zastąpił kołem południkowym Reichenbacha. Warto podkreślić, że Bessel zastosował tu całkowite odizolowanie fundamentu i słupów tego instrumentu od ścian budynku zostawiając między nimi wolną przestrzeń.

Jedną z pierwszych prac obserwacyjnych Besela były starania wyznaczenia paralaksy rocznej. Do tego celu wybrał gwiazdę 61 Cygni. Jej paralaksę starał się wyznaczyć z pomiarów różnic rektascensji. Była to kontynuacja obserwacji wykonywanych jeszcze w Lilienthal. Obserwacje te nie przyniosły mu jednak pozytywnych rezultatów. Dopiero zastosowanie dobrego heliometru pozwoliło mu w 1838 r. uzyskać paralaksę tej gwiazdy równą około 1/3″.

Punkt ciężkości Bessel przesunął na obserwacje południkowe mające na celu zestawienie pozycyjnych katalogów gwiazd. Odkrywanie nowych planetoid stworzyło bowiem potrzebę posiadania nie tylko dobrych katalogów, ale i odpowiednich map nieba. Dotychczasowe były niewystarczające, a podjęte na początku stulecia próby zespołowego wykonywania takich prac nie przyniosły pozytywnego rezultatu. Tego więc zadania podjął się teraz Bessel nie rezygnując bynajmniej z utworzenia mniejszego, ale za to podstawowego katalogu absolutnego.

Stosunkowo wcześnie opracował katalog fundamentalny, pierwszy tego rodzaju. Ukazał się on w 1830 r. pod tytułem *Tabulae Regiomontanae reductionem observationum astronomicarum ab anno 1750 usque ad annum 1850 computatae* (Tablice królewieckie redukcji obserwacji astronomicznych obliczonych od roku 1750 aż do roku 1850). Katalog ten zawierał pozycje 38 gwiazd opracowane na podstawie różnych katalogów.

Przystępując do masowych wyznaczeń pozycji gwiazd Bessel zdawał sobie sprawę z ogromu pracy i starał się nadać jej zespołowy charakter. Niestety wszystkie te starania nie dały rezultatu i ostatecznie Bessel został sam. Nie czekał zresztą na ewentualne włączenie się innych obserwatorów i w 1821 r. przystąpił do realizacji swego programu. Zakładał on przeobserwowanie wszystkich gwiazd do 9^m. Ta graniczna wielkość była związana z jasnością odkrywanych planetoid. Oczywiście Bessel zdawał sobie sprawę z ogromnego zagęszczenia takich gwiazd w Drodze Mlecznej, postanowił jednak obserwować ty-

le, ile to będzie możliwe. Oczywiście ogrom podjętego zadania skłonił go do możliwie dalekiego uproszczenia metody obserwacji, pomimo iż łączyło się to z pewnym zmniejszeniem dokładności. Ale innego wyjścia nie miał. Nie wdając się w liczne zresztą szczegóły należy zauważyć, że zaplanował obserwacje strefami o szerokości 2°, a dla uniknięcia ewentualnych luk obserwował nachodzącymi na siebie pasami o szerokości 2°12′. Dla usprawnienia pracy korzystał z pomocy asystentów. Sam obserwował przy okularze lunety, zaś asystent odczytywał mikroskop przy podziałce stopniowej. Funkcję asystenta pełnili kolejno Friedrich Wilhelm Argelander (1799—1875), Otto August Rosenberger (1800—1890) i Carl Theodor Anger (1803—1858).

W latach 1821—1825 Bessel przeobserwował gwiazdy w strefie deklinacyjnej od —15° do +15°, a następnie podjął obserwacje w strefie od +15° do +45°. Ten etap zakończył w 1833 r. Łącznie wykonał 75 011 obserwacji. Dalej jednak nie posuwał się, zresztą dla poszukiwań planetoid obszar nieba pokryty obserwacjami był wytarczający. Trzeba też zauważyć, że Bessel miał też inne absorbujące zadania, a mianowicie udział w pracach astronomiczno-geodezyjnych wymagających wyjazdów w teren.

W tym nawale pracy Bessel nawet nie próbował opracowywać swego materiału obserwacyjnego. Uczynił to — korzystając zresztą z jego wskazówek — krakowski profesor astronomii Maksymilian Weisse (1798—1863). Opracował on dwa katalogi gwiazd, z których jeden obejmował strefę od —15° do +15°, drugi zaś — od +15° do +45°. Oba wydane zostały w Petersburgu, gdyż były trudności finansowe w Krakowie i Królewcu. Pierwszy ukazał się w 1846 r., drugi zaś w 1863 r.

Warto tu wspomnieć, że pierwszy katalog Weissego posłużył Wilhelmowi Struvemu (1793—1864) do opublikowania w 1847 r. *Études d'astronomie stellaire* (Studia z astronomii gwiazdowej), pionierskiej pracy z dziedziny astronomii gwiazdowej. A obserwacje strefowe Bessela stały się dla Argelandera bodźcem do opracowania *Bonner Durchmusterung* (Przegląd Boński) oznaczony skrótem BD a stanowiący do dziś najobszerniejszy wykaz gwiazd nieba północnego.

Bessel, realizator tak wielkich zadań, był człowiekiem drobnym, szczupłym, chuderlawym i nieco pochylonym do przodu. Najczęściej pracował stojąc przy swoim roboczym pulpicie. W wolnych chwilach odbywał dłuższe spacery i polował. Zmarł w Królewcu 17 marca 1846 r.

HIERONIM HURNIK — Poznań

OBSERWATORIUM ASTRONOMICZNE UNIWERSYTETU IM. ADAMA MICKIEWICZA W POZNANIU

Pierwsze Obserwatorium Astronomiczne w Poznaniu działało w kolegium jezuickim w latach 1760—1773. Zorganizował je profesor matematyki i fizyki, dr teologii Józef Rogaliński. Przyrządy zakupił w Paryżu. Współpracownikami Rogalińskiego byli Jan Paprocki, Andrzej Gawroński i jezuici francuscy Sionest i de la Barde. W okresie tym obserwowano w Poznaniu między innymi zaćmienie Słońca 1 kwietnia 1764 roku. Po zlikwidowaniu kolegium wskutek rozwiązania zakonu jezuitów, instrumenty przekazano do Krakowa Janowi Śniadeckiemu. Utworzony w 1919 roku Uniwersytet Poznański zaprosił na Katedrę Astronomii prof. Kazimierza Graffa rodem z Krotoszyna pracującego w tym czasie w Obserwatorium w Babelsbergu koło Berlina. Prof. Graff wybrał miejsce pod przyszłe obserwatorium na obrzeżu ówczesnego Poznania, ale nie zdecydował się objąć proponowanej Katedry. Odjeżdżając z powrotem do Berlina zostawił w darze małą bibliotekę i kilka małych przyrządów. Katedra astronomii była formalnie od roku 1920/21 nieobsadzona. W roku 1922 objął Katedrę jako zastępca profesora dr Bohdan Zaleski, poprzednio pracujący w Nikołajewie i Pułkowie. To zdecydowało o astrometrycznym charakterze nowego obserwatorium, zorganizowanego w miejscu wybranym przez Kazimierza Graffa.

Pierwszymi instrumentami obserwacyjnymi były: instrument przejściowy Ertel 76/720, dwie lunety przenośne, refraktor Steinheila 162/2300 wypożyczony z Warszawskiego Towarzystwa Naukowego i małe koło południkowe Repsolda 80/880 z dawnego obserwatorium prywatnego w Przegalinach koło Lublina, przekazane przez Narodowy Instytut Astronomiczny. Tym kołem południkowym dr Zaleski wykonał swoją pracę habilitacyjną — Katalog deklinacji 486 gwiazd — przedstawioną w Uniwersytecie Jagiellońskim. Refraktorem obserwowali asystenci i studenci prof. Zaleskiego (Andruszewski, Sławski, Kordylewski, Cichocki) powierzchnię Marsa, pozycje komet i planetoid. Pierwszym podstawowym zegarem obserwatorium był w tym czasie zegar wahadłowy Strasser-Rohde, a do obserwacji służyły 3 chronometry. Krótko po habilitacji prof. Zaleski zmarł. Był to rok 1927. Do roku 1929 kuratorem Katedry był matematyk prof. Krygowski. W roku 1929 St. An-

druszewski wziął udział w ekspedycji polskiej do Laponii na zaćmienie Słońca. W okresie tym Obserwatorium zaczęło nadawać sygnały czasu przez radiową stację poznańską. W roku 1929 Katedrę objął prof. Józef Witkowski, poprzednio adiunkt Obserwatorium Astronomicznego U. J., który habilitował się na podstawie pracy o zakryciu gwiazdy 6 G Librae przez Jowisza i Ganimedesa.

Nowy Kierownik Katedry i Obserwatorium wypożyczył z Narodowego Instytutu Astronomicznego refraktor Zeissa 200/ /3000 (z Przegalin), zakupił do tego refraktora mikrometr pozycyjny szwajcarskiej firmy Societe Genevois dla pozycyjnych obserwacji planetoid i komet (Andruszewski, Sławski, Warmbier, Koebcke, Kwiek, Dziurla). Drugim nowym tematem obserwacyjnym były obserwacje fotometryczne gwiazd zaćmieniowych i nowych (Pagaczewski, Kwiek, Witkowski, Hurnik) oraz zakrycia gwiazd przez Księżyc (Witkowski, Koebcke, Hurnik, Szulakowska). Głównym jednak tematem pierwszych lat pracy nowego kierownika był udział obserwatorium w dwóch międzynarodowych kampaniach obserwacyjnych różnic długości geograficznych w latach 1929 i 1933 (Witkowski, Andruszewski, Koebcke). Dla tego zadania Obserwatorium wypożyczyło z Polskiej Sekcji Bałtyckiego Komitetu Geodezyjnego zegar dwuczęściowy Shortta. Obserwacje wykonywano instrumentem przejściowym Ertel i wypożyczonym z Krakowa instrumentem Starke-Kammerer 68/750. Kolejną kampanią obserwacyjną było zaćmienie Słońca w 1936 roku. Ekipa poznańska obserwowała w Irkucku za pomocą skonstruowanego w Krakowie chronokinematografu. Wreszcie podjęto tematykę teoretyczno-rachunkową (Koebcke). Opublikowano szereg orbit definitywnych i semidefinitywnych komet oraz prac teoretycznych. Efektem dziesięciolecia były dwa pierwsze doktoraty St. Andruszewskiego i F. Koebckego. Studia astronomiczne w okresie 1922—39 ukończyło 5 osób. W 1939 roku Obserwatorium zakupiło w prywatnej niemieckiej firmie optycznej zwierciadło paraboloidalne o średnicy 500 mm do planowanego teleskopu. Niestety zwierciadło nie dotarło już do Poznania.

W okresie okupacji obserwatorium było czynne z niemieckim personelem. Z pracowników przedwojennych pozostał tylko woźny. Prof. Witkowski wyjechał do Krakowa, dr F. Koebcke został wysiedlony do G.G. i ostatecznie też znalazł się w Krakowie i na stacji Lubomir, mgr S. Wierzbiński przeżył okupację w Poznaniu, a mgr A. Przybylski po wydostaniu się z niewoli i ucieczce z robót w Niemczech prze-

dostał się do Szwajcarii do internowanej dywizji polskiej. Po wojnie wyemigrował on do Austrlii i podjął pracę w obserwatorium Mt. Stromlo.

W 1945 r. powrócili z Krakowa prof. Witkowski i dr Koebcke, podjęli też pracę mgr Wierzbiński, dr Andruszewski i jako wolontariusz student H. Hurnik. W obserwatorium były stosunkowo nieduże zniszczenia (rozbita ciemnia, wybite szyby, książki zniesione do schronu); nowymi instrumentami były płytomierz Zeissa, komparator błyskowy Zeissa, kamera pięciosoczewkowa Zeissa 120/500 i warszawskie instrumenty: kamera Petzval 120/600 i mikrofotometr (instrumenty te powróciły później do Warszawy). Po wykonaniu prac remontowych i organizacyjnych podjęto prace obserwacyjne, fotograficzne planetoid i komet (Hurnik), historyczne i teoretyczne (Witkowski, Koebcke). Mgr Wierzbiński obronił swoją pracę doktorską, której część obserwacyjną wykonał przed wojną, a część teoretyczno-rachunkową w czasie wojny. Rozpoczęte przygotowania do uruchomienia koła południkowego Rapsolda musiał przerwać z powodu choroby i podjął tematykę teoretyczną wyznaczania orbit gwiazd podwójnych. Nowością obserwatorium w porównaniu do okresu przedwojennego było zorganizowanie małego warsztatu mechanicznego i rozpoczęcie prac konstrukcyjnych aparatury obserwacyjnej i pomiarowej. Jako pierwsze powstały kamera fotograficzna z obiektywem Steinheil, mikrofotometr i drobne elementy pomocnicze.

W latach 1949/50 zespół: doc Koebcke, mgr Hurnik przy konstrukcyjnej współpracy inż. Cierniewskiego rozpoczął organizowanie służby czasu. Skonstruowano pierwsze w Polsce 2 zegary kwarcowe z płytkami o częstotliwości własnej 100 000 Hz. Do przyjmowania sygnałów radiowych zastosowano oryginalny odbiornik radiowy konstrukcji Cierniewskiego, a do obserwacji czasu nowy instrument przejściowy Zeissa 100/1000. Po kilku latach służbę czasu przeniesiono do zorganizowanej w tym czasie i zbudowanej od podstaw Astronomicznej Stacji Szerokościowej PAN w Borowcu. Budowa stacji zaabsorbowała, poza jej kierownikiem prof. Witkowskim, doc. Koebckego i mgr Hurnika, którzy kierowali budową pierwszego teleskopu zenitalnego 110/2000 i dwóch wahadeł poziomych wg Lettau'a. Równocześnie prof. Witkowski zainicjował prace w zakresie ewolucji komet (Witkowski, Hurnik).

Po odejściu z obserwatorium w 1948 roku dra Andruszewskiego, w roku 1951 odszedł do Wrocławia dr Wierzbiński. Obserwacjami pozycyjnymi planetoid i komet oraz zakryciami

gwiazd przez Księżyc zajmowali się młodzi asystenci. W roku 1949 mgr Dobrzycki i mgr Kwiek odkryli planetoidę, której dano nazwę Posnania. Niektórzy z nich, mgr Dobrzycki, mgr Domiński, mgr Szulakowski przeszli do Borowca. Było to możliwe w wyniku działania studiów astronomicznych aż do początku lat sześćdziesiątych. Do roku 1962, to jest do przejścia prof. Witkowskiego na emeryturę, łącznie 9 osób w tym troje pracowników Obserwatorium (Wierzbiński, Hurnik i Morkowska) ukończyło doktoraty.

Z wystrzeleniem pierwszego sztucznego satelity Ziemi w roku 1957 rozpoczął się w Obserwatorium nowy okres coraz silniejszego zaangażowania problemem astrometrycznych obserwacji SSZ i teorii ich ruchu. Dla potrzeb obserwacji skonstruowano, wykonano i uruchomiono kolejno lunetkę do obserwacji wizualnych, kamerę fotograficzną PO1 z obiektywem 80/360, która po kolejnych zmianach wyposażona została w fotoelektryczną rejestrację ekspozycji, kamerę PO2 z obiektywem Telemar 140/1000 z półautomatyczną zmianą klisz i fotoelektryczną rejestracją momentu czasu i kilka chronografów drukujących. Dzięki tej aparaturze Obserwatorium weszło do kilku sieci triangulacji kosmicznej. Głównym wykonawcą tych narzędzi jest Alfons Baranowski, pracujący w Obserwatorium od 1945 r.

W okresie 1962—67 kierownikiem Obserwatorium był prof. dr F. Koebcke. W okresie tym Obserwatorium uzyskało kilka etatów oraz rozbudowano warsztat mechaniczny i pracownię elektroniczną. Przewody habilitacyjne ukończyli dr Hurnik oraz z Warszawy dr M. Bielicki i dr G. Sitarski. W roku 1967 prof. Koebcke z powodu choroby przekazał kierownictwo Katedry i Obserwatorium doc. dr hab. H. Hurnikowi. W roku 1969 prof. Koebcke zmarł. W okresie następnego dziesięciolecia dominowały w Obserwatorium problemy SSZ. Obserwacje przeniesione zostały do Borowca z powodów instrumentalnych i pogodowych (coraz gorsze warunki obserwacyjne w Poznaniu) i realizował je tam zespół w połowie uniwersytecki w połowie PAN-owski, kierowany przez doc. Hurnika. Obok obserwacji fotografnicznych uruchomił ten zespół obserwacje laserowe. W samym Obserwatorium kontynuowano obserwacje fotograficzne planetoid już w ramach programu Instytutu Astronomii Teoretycznej w Leningradzie, którego celem jest poprawienie połczeń równika i punktu równonocy wiosennej.

W związku z okresem intensywnych badań Księżyca metodami kosmicznymi Obserwatorium podjęło inicjatywę Instytu-

tu Badań Kosmicznych w Moskwie i zorganizowało badania rejonu spadku meteorytu Morasko celem wyjaśnienia pochodzenia siedmiu kraterów na tym terenie (Hurnik, Kuźmiński, Korpikiewicz). Pierwszy etap prac kompleksowych z udziałem Instytutu Geografii UAM, Instytutu Biologii UAM i Instytutu Chemii UAM trwał około 10 lat. Temat ten jest kontynuowany chociaż nie tak intensywnie. Równocześnie wykonano przygotowawcze prace konstrukcyjne do ewentualnych obserwacji z powierzchni Księżyca. Powstała oryginalna (opatentowana) konstrukcja pionu elektronicznego bardzo wysokiej czułości i projekt automatycznego księżycowego teleskopu zenitalnego (Hurnik, Naskręcki, Świerkowska, Baranowska).

W okresie 1968—83 ukończono w Obserwatorium 13 przewodów doktorskich w tym 5 pracowników własnych (Świerkowska, Pukownik, Kuźmiński, Naskręcki, Wnuk). Po kilku latach realizowania astronomicznych studiów równoległych jako dodatkowych obok fizyki względnie matematyki w roku 1978 uruchomiono specjalizację astrometrii w ramach studiów fizyki. Do roku 1984 specjalizację tę ukończyło 16 osób. Aktualnie w składzie osobowym Obserwatorium jest 1 profesor, 5 adiunktów, 4 starszych asystentów, 1 asystent, 8 pracowników naukowo-technicznych (3 astronomów, 2 elektroników, 3 mechaników), bibliotekarz i referent administracyjny.

Problematyka naukowa Obserwatorium obejmuje:

1. Problemy zastosowań obserwacji SSZ do geodynamiki (opracowano kompleksowy program analityczny liczenia orbit SSZ, kilka programów liczenia efemeryd różnej dokładności, programy redukcji i wyrównywania obserwacji).
2. Problemy małych ciał Układu Słonecznego (planetoidy — obserwacje pozycyjne i fotometryczne, komety — głównie ewolucja i teorie ruchu, meteory — obserwacje i opracowania teoretyczne, meteoryty — problemy kraterów meteorytowych).
3. Problemy instrumentalne i metodyczne astrometrii (konstrukcja nowych narzędzi — w budowie jest oryginalny fotoelektryczny teleskop zenitalny 500/4500 i ekspedycyjny dalmierz laserowy, metodyka opracowań pozycyjnych).

Aktualny stan przyrządów Obserwatorium:

1) astrograf 300/1500 (obiektyw 4-soczewkowy Zeissa),
2) refraktor 200/3000 Zeissa z dwiema kamerami 140/1000 (obiektyw Telemar),
3) refraktor Zeissa Coude 150/2500,

4) astrograf studencki — kamery Zeissa 140/500 i Steinheil 80/600,
5) luneta Meniskas,
6) 2 małe refraktory ćwiczeniowe,
7) 3 baterie kamer meteorowych,
8) 2 zegary kwarcowe Zopan,
9) płytomierz Zeissa,
10) komparator błyskowy Zeissa,
11) mikrofotometr ćwiczeniowy.

KRONIKA

Nowa analiza dawnych fotografii komety Halleya

Obrazy głowy komety ukazują zmieniające się w czasie struktury, które mogą być źródłem informacji o naturze jądra i sposobie wyrzutu materii gazowo-pyłowej tworzącej wokół niego tzw. komę. Precyzyjna analiza zdjęć o dużej rozdzielczości może także dostarczyć informacji o rotacji jądra i orientacji jego osi obrotu. Pierwsze pomyślne próby tego typu badań dla kilku komet wykonali w latach siedemdziesiątych amerykańscy astronomowie S. M. Larson, Z. Sekanina i F. Whipple. Wykorzystując dotychczasowe doświadczenia oraz rozpracowane metody cyfrowej analizy obrazów Larson i Sekanina przeprowadzili badania morfologiczne komy komety Halleya na podstawie fotografii wykonananych podczas jej poprzedniego pojawienia się w 1910 roku. Spośród zdjęć wykonanych przez G. W. Ritcheya za pomocą 152 cm teleskopu na Mount Wilson (największego ówcześnie instrumentu astronomicznego na świecie) wybrali 12 klisz naświetlonych każdej nocy w okresie od 5 do 11 maja i od 2 do 6 czerwca 1910 roku. Czasy ekspozycji tych zdjęć były różne zawierając się w granicach od 1,5 do 25 minut. Skala wszystkich zdjęć była prawie identyczna i wynosiła 27 sekund łuku na 1 mm. Ucyfrowienia zdjęć dokonano przypisując odpowiednią wartość zaczernienia kliszy elementarnemu elementowi obrazu o rozmiarach 40 × 40 mikronów (co odpowiada mniej więcej 1 sekundzie łuku). Cyfrowe przetworzenie tych zdjęć polegało w zasadzie na odpowiednim zwiększeniu kontrastowości zarejestrowanego na nim obrazu za pomocą specjalnego algorytmu, w którym swobodne parametry dobrano w kolejnych próbach tak, aby uzyskane obrazy najlepiej nadawały się do dalszej, już fizycznej interpretacji. Przykłady rezultatów takiego przetworzenia pokazane są na okładce. W każdej kolumnie zawierającej trzy obrazy tej samej fotografii głowy komety u góry reprodukowane jest zdjęcie oryginalne, a dwa dolne obrazy są wynikiem przetworzenia dla dwóch różnych poziomów kontrastowości. Wszystkie zdjęcia są jednakowo zorientowane (Słońce u góry) oraz mają identyczną skalę (bok kwadratu 180 tys. km).

Pierwsze wyniki szczegółowej analizy uzyskanych obrazów głowy komety Halleya (które zostały opublikowane w bieżącym roku w dwuczęściowym artykule S. M. Larsona i Z. Sekaniny w czasopiśmie *Astronomical Jaurnal*) wyraźnie potwierdzają powszechne dziś mniemanie,

że obserwowane struktury są wynikiem wyrzutu materii pyłowej z określonych miejsc zwróconej ku Słońcu powierzchni rotującego jądra komety. Ukazując więcej szczegółów niż oryginalne fotografie są one często bardzo podobne do analogicznych rysunków głowy komety. Mają jednak nad nimi tę przewagę, że umożliwiają nie tylko badania jakościowe, ale przede wszystkim pewne oszacowania ilościowe. I tak na przykład autorzy omawianej pracy dochodzą do wniosku, że szybkość przemieszczania się wyrzuconej z jądra materii w projekcji na sferę niebieską zawiera się w granicach od 0,2 do 0,3 km/s. W badanym okresie ejekcja następowała z trzech obszarów jądra, których położenie na powierzchni udało się określić zakładając jego kulistość i przyjmując, że promień wynosi 3 km. Dwa z nich można uznać za punktowe, natomiast trzeci — szczególnie aktywny 3, 4 i 5 czerwca 1910 roku — miał prawdopodobnie kształt jakby włókna ciągnącego się niemal przez czwartą część kulistego jądra, co odpowiada długości około 5 km. Z oszacowania ilości wyrzuconej zeń materii można dojść do wniosku, że jego średnia szerokość powinna wynosić zaledwie 100 m. Innym ważnym wnioskiem z cyfrowej analizy obrazów głowy komety Halleya jest stwierdzenie, że oś rotacji jądra nachylona jest do płaszczyzny orbity komety pod kątem 45°. Biegun północny komety znajduje się więc w gwiazdozbiorze Rzeźbiarza w odległości około 12° na południe od gwiazdy beta Ceti (jego współrzędne równikowe wynoszą: rektascensja 19°, deklinacja —27°). Okres rotacji jądra jest równy 1,73 dnia przy czym dokładność tego wyznaczenia wynosi 0,4 dnia.

Otrzymane w wyniku przedstawionych badań wartości wyraźnie różnią się od wydedukowanych inną drogą, które przytoczyliśmy w numerze 2/1948 *Uranii*. Trudno byłoby więc dziś jeszcze rozstrzygnąć jak jest naprawdę. Wydaje się, że dopiero sondy kosmiczne, których zbliżenie się do komety Halleya jest planowane w marcu 1986 roku, dostarczą bardziej wiarygodnych informacji o własnościach fizycznych tego najbardziej bodaj spektakularnego, a jednocześnie ciągle jeszcze najbardziej tajemniczego obiektu Układu Słonecznego.

KRZYSZTOF ZIOŁKOWSKI

Pierwsze gwiazdy

Jednym z najbardziej spektakularnych osiągnięć XX-wiecznej astrofizyki jest stworzenie wiarygodnej teorii tłumaczącej pochodzenie pierwiastków chemicznych. Za wyjątkiem wodoru i helu (a także, chociaż w mniejszym stopniu, deuteru i litu), które powstały w czasie big-bangu, wszystkie pozostałe pierwiastki sa produktami reakcji jądrowych, zachodzących we wnętrzach gwiazd. Z modelu tego wynika między innymi, że każda kolejna populacja gwiazd, utworzona z rozproszonej materii swoich poprzedniczek, zawiera więcej metalu (w sensie astrofizycznym, czyli pierwiastków cięższych od wodoru i helu). Słuszna również powinna być zależność odwrotna: im starsza gwiazda tym mniej metali powinna zawierać. Pierwiastki ciężkie stanowią około 3% masy Słońca, podczas gdy typowa gwiazda w gromadzie kulistej, obiekcie tak starym jak nasza Galaktyka, może zawierać tylko dziesiątą, a nawet setną część tej ilości. W tym na ogół klarownym obrazie jedno się jednak nie zgadza. Pierwsze pokolenie gwiazd musiało powstać z materii pozbawionej jakichkolwiek metali, zaś najstarsze obserwowane gwiazdy, chociaż mają

ich mało, przecież mają je jednak w ogóle! Wynikałoby stąd, że nie mogą to być rzeczywiście **pierwsze** gwiazdy. Natura tych właśnie, określanych często mianem populacji III, była przedmiotem referowanych tutaj badań J. Silka z Uniwersytetu Kalifornijskiego (USA).

Niektóre z najstarszych znanych gwiazd wykazują stosunek zawartości tlenu do żelaza około pięć razy większy niż Słońce (chociaż jednego i drugiego pierwiastka mają znacznie mniej od Słońca). Świadczy to, zdaniem Silka, o istnieniu wcześniejszej populacji gwiezdnej, w której występował nadmiar masywnych gwiazd. Rentgenowskie obserwacje gromad galaktyk ujawniają obecność w nich wzbogaconego w metale ośrodka międzygalaktycznego, utworzonego z materii „byłych" obiektów populacji III (poprzez wiatr gwiezdny i wybuchy supernowych). Silk wnioskuje, że dowody obserwacyjne sugerują istnienie szerokiego zakresu mas gwiazd populacji III, rozciągającego się 10 do 100 lub więcej mas słonecznych. Znana jest jednak gwiazda, położona w halo Galaktyki, w której stosunek żelazo/wodór jest równy tylko 4×10^{-5} wartości tego stosunku dla Słońca. Tak mała zawartość żelaza byłaby zrozumiała gdyby przyjąć, że w skład populacji III wchodziły również gwiazdy o masach równych lub mniejszych od słonecznej. Powstaje więc pytanie: czy na tak wczesnych etapach ewolucji Wszechświata mogły powstać gwiazdy tak zróżnicowane pod względem mas (od jednej lub mniej do stu lub więcej mas Słońca)? Poprzednie badania sugerowały, iż brak pierwiastków ciężkich powinien był sprzyjać powstawaniu supermasywnych gwiazd, setki lub tysiące razy masywniejszych od Słońca. Osiągnięciem Silka jest odkrycie mechanizmu preferującego powstawanie kondensacji protogwiezdnych o masie około 0,1 słonecznej i działającego wyłącznie przy bardzo niskiej zawartości metali. Co więcej, warunki panujące na owych wczesnych etapach umożliwiają agregację wspomnianych kondensacji i tworzenie gwiazd o masach w zakresie 0,1—100 mas słonecznych, już bez preferowania jakiejś szczególnej wartości. Po wzbogaceniu ośrodka międzygwiezdnego w metale (supernowe i wiatr gwiezdny), gwiazdy zaczęły powstawać w bardziej „tradycyjny" sposób, powodujący jak wiemy dominację obiektów o małych masach. Dzięki pracom Silka możemy więc objaśnić obserwowanie zawartości metali w starych gwiazdach jako konsekwencję istnienia III populacji gwiazd, o masach leżących w będącym do przyjęcia zakresie 0,1—100 mas Słońca, bez konieczności odwoływania się do teorii postulującej istnienie hipotetycznych, supermasywnych obiektów.

Istnienie gwiazd III populacji zakładane jest często dla objaśnienia zagadki tzw. masy ukrytej w halo galaktyk, powstawania pierwszych pierwiastków ciężkich w Galaktyce, a nawet dla wytłumaczenia obecności mikrofalowego promieniowania szczątkowego. Wszystkie te zjawiska można wytłumaczyć inaczej, bez powoływania się na przedgalaktyczną populację III, za wyjątkiem jednego: niejednorodności obserwowanych w zakresie milimetrowym promieniowania tła. Sądzi tak przynajmniej autor drugiej z cytowanych prac, którego zdaniem powstają one w rezultacie pochłaniania i ponownej emisji promieniowania gwiazd III populacji przez pył; ich masy mogą zawierać się w przedziale 10—10^6 mas Słońca.

Wg *Sky and Telescope*, 1984 67, 417.
Early Evolution of the Universe and Its Present Structure, 1983, Reidel, Dordrecht, 109, 119.

ZBIGNIEW PAPROTNY

Geminga — nadal niejasności

Intensywne źródło promieniowania gamma 2CG 195+04 znane popularnie jako Geminga nadal, mimo intensywnych studiów, wymyka się identyfikacji.* Nie można kategorycznie wykluczyć, że ten emitujący ponad 99% energii w zakresie gamma obiekt jest gwiazdą neutronową czy też odległym kwazarem gamma. Zapoznajmy się z serią ostatnich doniesień na temat Gemingi, które jednak wcale nie rozwiązują ostatecznie zagadki, a raczej wnoszą nowe niejasności.

Francuski astrofizyk P. Durauchoux analizując dane z satelity HEAO C-1 odkrył promieniowanie Gemingi w niskoenergetycznym zakresie widma gamma, (energie rzędu 1 MeV) zmienne w okresie 6 miesięcy. Obserwacje w rentgenowskiej części widma dostarczyły obecnie sugestii co do odległości obiektu. Widmo Gemingi w zakresie promieniowania o energiach rzędu kilku keV nie wykazuje silnych linii absorbcyjnych materii międzygwiazdowej, co wskazywałoby, iż ta odległość nie przekracza 200 ps. Badania przypuszczalnego optycznego odpowiednika Gemingi, punktowego obiektu o jasności 21^m3, nie wykazały obecności żadnych charakterystycznych linii (występujących u pulsarów Krab i Vela) jakie spodziewano się zarejestrować. Z kolei przegląd płyt fotograficznych tego obszaru nieba, wykonanych w obserwatorium palomarskim w roku 1955, wykazał obecność obiektu o jasności około 20^m5 w odległości 10 sekund od aktualnej pozycji Gemingi, który obecnie nie jest widoczny. Jeżeli przyjęlibyśmy, że Geminga i ten obiekt są tożsame, implikowałoby to ruch własny obiektu wynoszący 0,37 sekundy/rok. Obserwacje astrometryczne domniemanego optycznego odpowiednika Gemingi wyznaczyły jednak górną granicę ruchu własnego na 0,2 sekundy/rok. Na razie nie jesteśmy więc w stanie odpowiedzieć na pytanie, czym naprawdę jest Geminga. Posiadane informacje wykluczają bowiem wszystkie znane klasy obiektów z wyjątkiem może mało masywnego układu podwójnego, lub pulsara, głównie z uwagi na punktowość źródła i duży stosunek emisji rentgenowskiej do optycznej. Poszukiwania w zakresie promieniowania radiowego w obszarze nieba, gdzie położona jest Geminga, dostarczyły wprawdzie kilku kandydatów na jej radiowego odpowiednika, żaden z nich jednak nie pulsuje ani też nie wykazuje jakichkolwiek wspólnych cech z badanym obiektem. Jeden z najbardziej obiecujących kandydatów okazał się być kwazarem...

Pomimo tych trudności w zrozumieniu natury Gemingi proponuje się już uczynić ten obiekt odpowiedzialnym za również niezbyt jeszcze zrozumiałe zjawiska. Z tego typu hipotezą wystąpił ostatnio P. Delache, sugerując, że Geminga, którą przyjął za ciasny układ podwójny lub pulsara, emituje promieniowanie grawitacyjne odpowiedzialne za powstawanie oscylacji w atmosferze Słońca. Sam pomysł, że Słońce może być detektorem fal grawitacyjnych, nie jest nowy, jego autorem jest brytyjski astrofizyk G. Isaac. Przechodząca fala grawitacyjna powodowałaby wibracje jądra słonecznego, które z kolei przenosiłyby się do atmosfery i tam ulegały wzmocnieniu, tak że możliwe byłoby ich zaobserwowanie. Istotnie, obserwuje się oscylacje słoneczne, w związku jednak z bardzo szerokim ich widmem jest niemożliwe do rozstrzygnięcia czy Geminga odpowiedzialna jest za ich wzbudzenie, a nawet czy mają coś wspólnego z falami grawitacyjnymi. Ostatecznie zaproponowano, iż

---

* Patrz także *Urania* nr 5/1984, str. 149.

przynajmniej oscylacje o okresie 160 minut powodowane są przez fale grawitacyjne z Gemingi, w związku ze zbieżnością z okresem zmian jasności obiektu. Wydaje się jednak, że hipoteza ta, aczkolwiek w bezpośredni sposób niesprawdzalna, jest mało prawdopodobna i należy poszukać raczej innych mechanizmów wzbudzających tego typu oscylacje. Wg *Nature*, 1984, 308, 113.

ANDRZEJ SITARZ

PORADNIK OBSERWATORA

Zegar gwiazdowy

Pomiar czasu to jeden z najcenniejszych darów astronomii dla ludzkości. Dziś wydaje się to tak oczywiste, że nawet nie potrafimy już sobie wyobrazić życie bez kalendarza i zegara. Mowa oczywiście o zegarze mechanicznym, który obecnie jest przedmiotem niemal codziennego użytku. Miłośnik astronomii potrafi jednak zbudować i posługiwać się także zegarem słonecznym. Jeżeli zaś zadowoli nas mniejsza dokładność, czas możemy również wyznaczać na podstawie aktualnego wyglądu nieba gwiaździstego. W tym celu musimy znać gwiazdozbiory leżące w pobliżu północnego nieba i zaznajomić się ze sposobem dokonywania odpowiednich obliczeń.

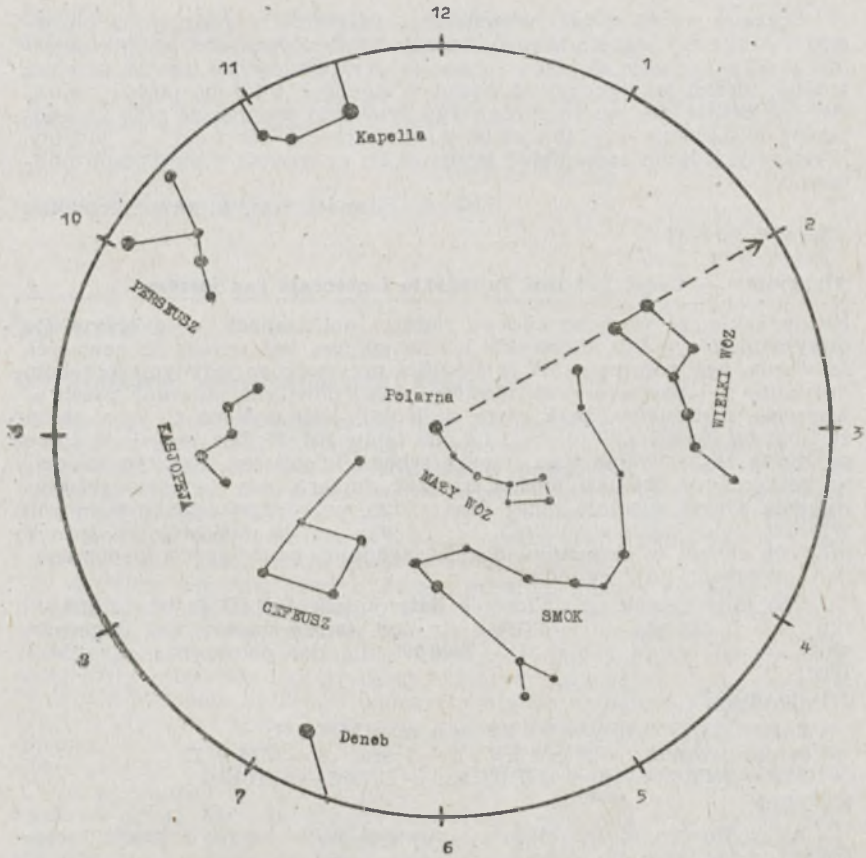
Główną rolę w „zegarze gwiazdowym" odgrywają konstelacja Wielkiego Wozu i Gwiazda Polarna, a te — miejmy nadzieję — każdy miłośnik astronomii potrafi bez trudu odszukać na niebie. Wyobraźmy sobie teraz, że gwiazdozbiory okołobiegunowe przedstawiają tarczę zegara, którego środkiem jest Gwiazda Polarna, a godzinną wskazówką — linia łącząca ją z tylnymi „kołami" Wielkiego Wozu. Wskazówka ta będzie wskazywała godziny na naszym „gwiezdnym zegarze" i tylko trzeba nauczyć się nim posługiwać. Przede wszystkim musimy się mu dobrze przyjrzeć i w wyobraźni przedstawić sobie, gdzie na jego tarczy znajdują się poszczególne godziny. Gdy w momencie obserwacji „wskazówka" pokazuje godzinę drugą, to do liczby tej musimy dodać „poprawkę" uzależnioną od daty obserwacji. Po prostu dodajemy liczby miesięcy, a więc w styczniu 1, w lutym 2, w marcu 3 itd. Liczba ta obowiązuje tylko w pierwszych dniach danego miesiąca, w jego bowiem połowie musimy dodatkowo dodać 1/2. Następnie otrzymaną sumę mnożymy przez 2 i do uzyskanego wyniku odejmujemy liczbę 54,3. Jeżeli wynik tego działania jest większy od liczby godzin w dobie, wówczas odejmujemy od niego 24 godziny. W ten sposób otrzymujemy przybliżoną godzinę w momencie dokonywania obserwacji.

Sposób wyznaczania godziny na podstawie obserwacji nieba gwiaździstego najlepiej poznamy na konkretnym przykładzie. Dajmy na to, że „zegar gwiazdowy" wskazuje 1 lutego godzinę drugą. Poprawka dla początku tego miesiąca wynosi 2, a więc musimy wykonać następujące obliczenie:

$$(2 + 2) \times 2 = 4 \times 2 = 8$$

Liczbę 8 odejmujemy od liczby 54,3 i w wyniku dostajemy 46,3. Ponieważ liczba ta jest większa od liczby godzin w dobie, odejmujemy od niej 24 i wtedy działanie to będzie miało taką oto postać:

$$46{,}3 - 24 = 22.3$$



Wygląd tarczy „zegara gwiazdowego" o północy w końcu listopada (bez względu na porę roku i część nocy punkt oznaczający godzinę 12 jest zawsze u góry)

A zatem w momencie dokonanej przez nas obserwacji była dwudziesta druga i trzy dziesiąte godziny. Gdy zaś 15 października „zegar gwiazdowy" wskazywałby godzinę 7, wówczas poprawka wynosiłaby 10 + 0,5, czyli należałoby wykonać następujące działanie:

$$(7 + 10{,}5) \times 2 = 17{,}5 \times 2 = 35$$

Teraz od liczby 54,3 odejmujemy liczbę 35 i w wyniku otrzymujemy liczbę 19,3. W momencie obserwacji była więc w przybliżeniu godzina 19,3 (siódma i jedna czwarta godziny wieczorem).

Opisany wyżej sposób wyznaczania przybliżonej godziny na pierwszy rzut oka wydaje się bardzo złożony. W rzeczywistości jest niezmiernie prosty i każdy się tego łatwo nauczy. Obliczenia nie są przecież trudne, można je wykonywać nawet w pamięci, toteż po pewnej wprawie nie będzie dla nas najmniejszego problemu wyznaczyć czas na podstawie aktualnego wyglądu nieba z dokładnością do około pół godziny. Wystarczy jedynie zapamiętać liczbę 54,3 i przyswoić sobie sposób obliczania.

STANISŁAW R. BRZOSTKIEWICZ

Algorytmy — Część IV: Dni Juliańskie i precesja raz jeszcze

Każdy czuje, że przy wszelkiego rodzaju obliczeniach, poza oczywiście otrzymaniem wyniku, niezwykle ważną sprawą jest uzyskanie pewności, że wynik jest poprawny. W większości przypadków jedynym sposobem uzyskania tej pewności jest, niestety, tylko powtórne staranne przeprowadzenie rachunków, przy czym najlepiej, jeśli wykona to inna osoba za pomocą innego kalkulatora, innych tablic itd. Będzie to jednak tylko powtórne zastosowanie tego samego schematu obliczeń. Praktycznie pełne zaufanie do wyniku można uzyskać dopiero, gdy ten sam rezultat osiągnie się na zupełnie innej drodze, tzn. przy użyciu zupełnie innych wzorów, innej metody obliczeń. Nie zawsze jest to możliwe, jest jednak możliwe akurat w przypadku dwóch zagadnień omawianych w poprzednich odcinkach „Algorytmów".

Oto inny sposób na obliczanie daty juliańskiej JD (patrz „Algorytmy", cz. I, *Urania* nr 7—8/1984, str. 226, tamże oznaczenia). Algorytm służy do obliczania JD* = JD — 2400 000 dla dat poczynając od 1 Mar 1900.

JD* (DATA)

Jeżeli MM $\geqslant$ 3 to y = YYYY oraz m = MM + 1
w przeciwnym razie y = YYYY — 1 oraz m = MM + 13
JD* = INT (365.25y) + INT (30.6m) + DD.dd — 679 018.5

KONIEC

Algorytm ten można stosować również w większym zakresie czasu, trzeba wtedy tylko dla okresu

od 1 Mar 1700 do 28 Lut 1800 dodać 2
od 1 Mar 1800 do 28 Lut 1900 dodać 1.

Przykłady do sprawdzenia można zaczerpnąć z cytowanej już części I „Algorytmów".

A oto drugi sposób liczenia precesji (patrz „Algorytmy", cz. II, *Urania* nr 9/1984, str. 263, tamże oznaczenia). Obliczamy kolejno:

$m = 4608''506 + 2.792\,\tau_0$ $\qquad dm/dt = 2.792$

$n = 2004.685 - 0.853\,\tau_0$ $\qquad dn/dt = -0.853$

$d\alpha/dt = dm/dt + dn/dt \sin\alpha_0 \tan\delta_0$ $\qquad d\delta/dt = n\cos\alpha_0$

$A = dm/dt + \frac{1}{2}n^2 \sin 2\alpha_0$ $\qquad A' = dn/dt \cos\alpha_0 - mn \sin\alpha_0$

$B = dn/dt \sin\alpha_0 + mn\cos\alpha_0$ $\qquad B' = -n^2 \sin^2\alpha_0$

$C = n^2 \sin 2\alpha_0$

Uwaga: wszystkie iloczyny mn i kwadraty n^2 trzeba dodatkowo podzielić przez 206265!

$d^2\alpha/dt^2 = A + B \tan \delta_0 + C \tan^2 \delta_0$ $\quad d^2\delta/dt^2 = A' + B' \tan \delta_0$

Wreszcie przyrosty współrzędnych dane są przez szeregi

$\alpha - \alpha_0 = d\alpha/dt\, \tau + \frac{1}{2}\, d^2\alpha/dt\, \tau^2$ $\quad \delta - \delta_0 = d\delta/dt\, \tau + \frac{1}{2}\, d^2\delta/dt^2\, \tau^2$

W przykładzie przeliczanym w części II „Algorytmów" mamy teraz następujące wyniki pośrednie:

$d\alpha/dt = 6098.931$ $\quad d\delta/dt = 1530.914$

$d^2\alpha/dt = 76.586$ $\quad d^2\delta/dt^2 = -38.901$

i wynik końcowy jest praktycznie taki sam.

TOMASZ KWAST

TO I OWO

O Atlantydzie, archeoastronomii i kosmitach

W numerze 7/1984 *Fantastyki* jej redaktor naczelny Adam Hollanek z nostalgią stwierdza, iż badania oceaniczne Atlantyku ostatecznie położyły kres domniemaniom o istnieniu w przeszłości na tym akwenie rozległego lądu — owej mitycznej Atlantydy Platona, która przez ponad dwa i pół tysiąca lat zajmowała umysły uczonych, amatorów i fantastów inspirując powstanie licznych dzieł naukowych, jeszcze więcej para- i pseudonaukowych, a także utworów *science fiction*.

W Polsce obszerną książkę, dającą przegląd hipotez na temat istnienia Atlantydy, ogłosił Ludwik Zajdler, doskonale znany miłośnikom astronomii wieloletni redaktor naczelny *Uranii* i popularyzator nauki. *Atlantyda* Zajdlera doczekała się czterech wydań. Spośród wielu metod oceny daty zniknięcia hipotetycznej Atlantydy szczególną uwagę poświęcił Autor metodom archeoastronomicznym jako najbardziej może obiektywnym. Również wśród przyczyn zagłady Atlantydy często były wymieniane pewne wydarzenia natury astronomicznej — upadek fragmentu jądra komety Halleya, zderzenie z planetoidą X. Droga komety Halleya aż do dziesiątego tysiąclecia p.n.e. została w sposób przybliżony prześledzona przez Michała Kamieńskiego. Obecnie wiarygodne momenty przejścia tej komety przez peryhelium sięgają zaledwie drugiego tysiąclecia p.n.e. Inne metody i hipotezy archeologiczne również zostały poddane weryfikacji. jednak rozwiązanie problemu przyniosły badania geofizyczne, a nie astronomiczne (czy archeoastronomiczne). Wyjaśniło się bowiem, że dno Atlantyku ma typową budowę oceaniczną i nie znaleziono żadnych dowodów na istnienie płyty kontynentalnej między Europą a Ameryką. Owszem, występowały na Atlantyku powiększone o szelf (w epoce lodowcowej) Azory czy Bermudy, ale nie było wielkiej wyspy mogącej stanowić kolebkę cywilizacji. Rzeczywistość zburzyła piękny mit, ale nie stała się z tego powodu mniej interesująca. Pisze o tym chociażby znany czytelnikom polskim Aleksander Kondratow w książce *Atlantika biez Atlantidy* (Gidrometeoizdat., Leningrad 1972). Natomiast w przekładzie polskim ukazała się książka J. V. Luce'a *Koniec Atlantydy. Nowe spojrzenie na starą legendę*, ale nie wywołała ona należytego oddźwięku — być może dlatego, że opublikowały ją w serii „Archeologia" Wydawnictwa Artystyczne i Filmowe (Warszawa 1980), w niewielkim zresztą nakładzie 20 000 egz. W tej pozycji nie ma już odwoływania się do archeoastronomii, lecz wyłącznie

do geologii, geofizyki i archeologii, a także do porównawczych studiów historycznych. W pracy została omówiona hipoteza utożsamiająca Atlantydę z Kretą minojską — nie nowa zresztą, ale wsparta nowymi argumentami, jednak mało przekonywującymi. Lecz pojawiła się jeszcze jedna książka: *Atlantis, the Truth behind the Legend* Angelosa G. Galanopoulosa i Edwarda Bacona. Pierwszy z autorów jest wybitnym greckim sejsmologiem, drugi — angielskim archeologiem i pisarzem. W ubiegłym roku został wydany przekład rosyjski tej książki (*Atłantida, za legendoj — istina*, „Nauka", Moskwa 1983; do nabycia w księgarniach radzieckich i klubach MPiK). Dopiero w tej niewielkiej monografii autorzy przeprowadzili szczegółową dyskusję lokalizacji Atlantydy wykazując, że nie mogło jej być na Oceanie Atlantyckim! W dyskusji nie zabrakło omówienia wczesnych archeoastronomicznych hipotez (w paragrafie *Zderzenia planet i Gondwana*), łącznie z nawiązaniem do mitu o Praselenitach, jednak autorzy sądzą, że interpretacje mitów są nazbyt dowolne, a dane archeoastronomiczne słabo umotywowane, żeby mogły służyć jako naukowe argumenty.

Autorzy, poddając dokładnej analizie teksty Platona (*Timaios* i *Kritias*), dochodzą do wniosku, że cywilizacja zwana umownie cywilizacją Atlantydy rzeczywiście istniała i była to typowa cywilizacja epoki brązu, więcej — było to dobrze zorganizowane imperium morskie. Pozostał problem, gdzie i kiedy ono istniało. Galanopoulos i Bacon opierając się na pracach Spyridona Marinatosa, dyrektora Greckiej Służby Archeologicznej, a także wykorzystując badania własne stwierdzają, że z platońską cywilizacją Atlantydy należy utożsamiać cywilizację Krety okresu minojskiego, której zagłada nastąpiła około roku 1500 p.n.e. Otóż najnowsze wykopaliska i badania geologiczne pozwoliły stwierdzić, że na wyspie Santoryn (Thera) istniało miasto dość dokładnie odpowiadające podanemu przez Platona opisowi tzw. Starej Metropolii. I okazało się, że Platon rzeczywiście pisał o dwóch wyspach — jednej niewielkiej, o rozmiarach odpowiadających Santorynowi (na niej była Stara Metropolia), drugiej dużej, na której stanęło tzw. Miasto Królewskie (czyli Fajstos albo Knossos na Krecie wg Marinatosa, Galanopoulosa i Bacona, a także wg Luce'a). Około roku 1500 p.n.e. nastąpił potężny wybuch wulkanu na Santorynie siłą przekraczający trzykrotnie wybuch Krakatoa w 1883 r. Wyspa Santoryn rozpadła się — powstała ogromna kaldera, która zalało morze. Stara Metropolia zginęła niemal bez śladu. I to „niemal" rozstrzygnęło, ponieważ udało się odnaleźć pozostałości zatopionego miasta. Natomiast wywołane wybuchem *tsunami* zniszczyło morskie imperium Krety minojskiej, reszty dokonał opad pyłu wulkanicznego (zob. też: Aleksander Grobicki, *Furie żywiołów morskich*, Wydawnictwo Morskie, Gdańsk 1982).

Do wyjaśnienia pozostała rozbieżność w datowaniu zagłady Atlantydy, w rozmiarach wyspy i... w jej nazwie. Galanopoulos i Bacon zwrócili najpierw uwagę na anachronizmy w tekstach Platona, na wątpliwości Solona, a następnie postawili tezę, że Solon przepisując dzieje zaginionej cywilizacji z inskrypcji egipskich pomylił się w odczytywaniu hieroglifów — zamiast „sto" odczytał „tysiąc". I rzeczywiście, jeśli przyjąć, że katastrofa wydarzyła się nie 9000 lat, lecz 900 przed spisaniem wydarzeń, wtedy otrzymamy datowanie na około 1500 r. p.n.e. Jeśli konsekwentnie przyjąć, że rozmiary równiny Miasta Królewskiego wynosiły nie 3000 × 2000 stadionów, ale 300 × 200, wtedy okazuje się, iż pasują one do równiny Messara w pobliżu Fajstos i do wyspy Krety

w całości. *Ergo* — Atlantydę należy utożsamiać z imperium morskim (okresu minojskiego), którego głównymi wyspami był Santoryn i Kreta. A Słupy Heraklesa? Otóż tak zwano nie tylko skały po obu stronach cieśniny łączącej Morze Śródziemne z Atlantykiem, lecz również dwa przylądki Peloponezu. Patrząc od strony Grecji kontynentalnej „Atlantyda" leżała poza Słupami Heraklesa, a patrząc od strony Egiptu — daleko na zachód (wg ówczesnych pojęć). Dlaczego jednak nie „Egeida", tylko „Atlantyda"? Ta ostatnia nazwa wcale jednak nie wywodzi się od Atlantyku, lecz od Atlasa, mitycznego Tytana, który stojąc pośrodku Morza Śródziemnego miał podtrzymywać sklepienie niebieskie. Późniejszy rozwój greckiej wiedzy o świecie nakazał umieścić Atlasa w wysokim pasmie gór w północno-zachodniej Afryce. Przesunięcie Atlantydy na zachód, z morza na ocean, to zabieg Platona. Ani Solon, ani Platon nie skojarzyli opowieści kapłanów egipskich (którzy w gruncie rzeczy mówili o *Keftiu*), z minojską cywilizacją Krety. Niewykluczone też, że nazwę Atlantyda (Atlantis) mógł wymyślić sam Solon. Rozstrzygnięcie tej kwestii mogłoby przynieść odnalezienie inskrypcji z Sais, na które powoływał się Solon. Nim to nastąpi, możemy uznać hipotezę Galanopoulosa i Bacona za wysoce prawdopodobną. W każdym razie nie narusza ona w niczym brzytwy Ockhama, o której była mowa w *Uranii* nr 5/1982.

Skoro w nowej hipotezie brak jest miejsca na archeoastronomię, to skąd tym bardziej mają się wziąć wymienieni w tytule kosmici? Czyżby chodziło o sławetny Trójkąt Bermudzki? Sprawa jest o wiele prostsza, chociaż zupełnie innego rodzaju. Otóż ostatnio ukazała się książka Michała Manziego *Tajemnice Atlantydy*, w nakładzie 50 000 egz. (Instytut Wydawniczy Związków Zawodowych, Warszawa 1984). Wzbudziła ona większe zainteresowanie wśród miłośników fantastyki niż wśród atlantomanów. Oryginał tej książki został wydany przed siedemdziesięciu z górą laty i już wtedy roił się od błędów i anachronizmów. Nie wiadomo więc, jaki cel, poza komercyjnym, przyświecał wydawnictwu, które zdecydowało się opublikować ten tekst. Mnie jednak zainteresowało w nim coś diametralnie różnego od zamierzeń autora — mianowicie sposób argumentacji. Odniosłem nieodparte wrażenie, że nie raz się już z nim spotykałem. I rzeczywiście — wszystkie niemal książki poświęcone paleoastronautyce oraz przybyszom z Kosmosu cechuje taki sam sposób myślenia, podobna narracja i argumentacja zasadzająca się na dowolności skojarzeń i koincydencji zdarzeń przypadkowych. Gdybyśmy w książce Manziego nazwę Atlanci zastąpili nazwą kosmici, to otrzymalibyśmy na wskroś „nowoczesną" monografię z dziedziny paleoastronautyki oraz fantastycznej archeologii. To, czego według Manziego mieli dokonać synowie Słońca, obecnie przypisuje się synom Nieba czyli przybyszom z Kosmosu. Gorąco więc polecam zwolennikom paleoastronautyki wszystkie wymienione tu książki (o Atlantydzie, Atlantyku, Santorynie i Krecie), ażeby mogli zrozumieć różnicę między dociekaniem naukowym a pseudofilozoficznymi spekulacjami, a także zobaczyć, że mit o przybyszach z Kosmosu jest przedłużeniem mitu o Atlantach; prześledzić, jak wyspa na morzu stała się ogromnym lądem na oceanie, a obecnie — niewiadomą planetą w bezkresnym Kosmosie.

Wykorzystując realne wydarzenia alegoryczna opowieść Platona stała się materiałem źródłowym dla atlantomanów i atlantofantastów, a wreszcie zainspirowała twórców paleoastronautyki.

T. ZBIGNIEW DWORAK

KALENDARZ ASTRONOMICZNY

Opracował G. Sitarski **Grudzień 1984 r.**

Słońce

W tym miesiącu osiąga najniższy punkt ekliptyki pod równikiem niebieskim wstępując 21 grudnia w znak Koziorożca. Mamy wtedy początek zimy astronomicznej oraz najdłuższą noc i najkrótszy dzień na naszej półkuli. W Warszawie 1 grudnia Słońce wschodzi o 7^h22^m, zachodzi o 15^h27^m, 21 grudnia wsch. o 7^h43^m, zach. o 15^h26^m, a 31 grudnia wsch. o 7^h45^m, ale zach. o 15^h33^m.

Dane dla obserwatorów Słońca (na 13^h czasu środk.-europ.)

Data 1983	P	B_0	L_0	Data 1983	P	B_0	L_0
XII 1	+15°84	+0°76	352°86	XII 17	+8°97	—1°28	142°04
3	+15.05	+0.51	326.50	19	+8.04	—1.52	115.69
5	+14.24	+0.26	300.15	21	+7.10	—1.78	89.34
7	+13.40	—0.00	273.79	23	+6.14	—2.02	63.00
9	+12.54	—0.26	247.44	25	+5.19	—2.27	36.66
11	+11.68	—0.52	221.08	27	+4.22	—2.51	10.32
13	+10.78	—0.76	194.74	29	+3.26	—2.75	343.97
15	+ 9.88	—1.02	168.38	31	+2.28	—2.99	317.62

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy; B_0, L_0 — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy.
$28^d7^h48^m$ — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.

Księżyc

Bezksiężycowe noce będziemy mieli w drugiej połowie miesiąca, bowiem kolejność faz Księżyca jest w grudniu następująca: pełnia 8^d12^h, ostatnia kwadra 15^d16^h, nów 22^d13^h i pierwsza kwadra 30^d6^h. W apogeum Księżyc znajdzie się dwukrotnie. 2 i 30 grudnia, a w perygeum 18 grudnia.

Planety i planetoidy

Merkury widoczny jest pod koniec miesiąca rankiem, nisko nad południowo-wschodnim horyzontem (około +0.5 wielk. gwiazd.). Wenus błyszczy pięknym blaskiem jako Gwiazda Wieczorna —3.7 wielkości nad południowo-zachodnim horyzontem. Nieco wyżej nad zachodnim horyzontem widoczny jest także czerwony Mars (+1 wielk. gwiazd.). Jowisz widoczny jest jeszcze w pierwszej połowie miesiąca nisko nad horyzontem, gdzie zachodzi jako gwiazda —1.5 wielkości. Saturn wschodzi nad ranem i widoczny jest jako gwiazda +0.8 wielkości

w gwiazdozbiorze Wagi. Uran i Neptun są niewidoczne, a Pluton wschodzi nad ranem, przebywa w gwiazdozbiorze Panny, ale dostępny jest tylko przez duże teleskopy (14 wielk. gwiazd.). Wieczorem też możemy poszukiwać dwóch planetoid, Ceres ok. 7.5 wielk. gwiazd. i Pallas 10 wielk. gwiazd. Podajemy współrzędne równikowe słabych planetek dla kilku dat (epoka równonocy 1950.0).

Data 1984	Ceres		Pallas	
	rekt.	dekl.	rekt.	dekl.
XI 26	2^h57^m6	$+8°42'$	22^h31^m5	$-10°37'$
XII 6	2 49.8	+8 53	22 38.3	—10 58
16	2 44.1	+9 15	22 46.5	—11 04
26	2 40.8	+9 49	22 56.1	—10 58

Meteory

W grudniu promieniują dwa stałe roje meteorów: Geminidy i Ursydy. Geminidy promieniują od 7 do 15 grudnia, przy czym maksimum przypada 14 grudnia, a radiant ma współrzędne: rekt. 7^h28^m, dekl. $+32°$. Ursydy mają radiant w gwiazdozbiorze Małej Niedźwiedzicy (rekt. 14^h28^m, dekl. $+78°$). promieniują od 17 do 24 grudnia, a maksimum przypada 22 grudnia. Warunki obserwacji obydwu rojów są w tym roku bardzo dobre.

*
* *

2^d16^h Merkury w złączeniu z Neptunem w odległości 3°.

4^d22^h Merkury nieruchomy w rektascensji, zmienia kierunek swego ruchu na tle gwiazd.

5^d19^h Uran w złączeniu ze Słońcem.

6^d16^h Merkury po raz drugi w złączeniu z Neptunem w odl. $1^\circ8$.

14^d15^h Górne złączenie Merkurego ze Słońcem.

19^d22^h Złączenie Saturna z Księżycem w odl. $1^\circ8$.

$21^d17^h23^m2$ Słońce wstępuje w znak Koziorożca, jego długość ekliptyczna wynosi 270°. Mamy początek zimy astronomicznej.

22^d20^h Złączenie Neptuna ze Słońcem.

23^d O 21^h Jowisz w złączeniu z Księżycem w odl. 4°, a o 23^h Merkury w złączeniu z Uranem w odl. 3°.

24^d18^h Merkury nieruchomy w rektascensji, znowu zmienia kierunek swego ruchu wśród gwiazd na sklepieniu niebieskim.

26^d O 3^h Wenus w złączeniu z Księżycem w odl. 3°, a o 9^h Merkury ponownie w złączeniu z Uranem w odl. 3°.

27^d O 1^h Mars w złączeniu z Księżycem w odl. 4° O 24^h niewidoczne u nas zakrycie planetoidy Pallas przez tarczę Księżyca.

Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie środkowo-europejskim.

CONTENTS

D. Ruciński — Planetary Rings in the Solar System.

P. Rybka — Friedrich Wilhelm Bessel.

H. Hurnik — Astronomical Observatory of the Adam Mickiewicz University at Poznań.

Chronicle: New Analysis of Old Photographs of Halley's Comet — Geminga — Some Doubts.

Vade-mecum for Observers: A Sideral Clock — Algorhythmus — Part IV: JD and Precession once again.

Here and There: About Atlantis, Archeoastronomy and Cosmits.

Astronomical Calendar.

СОДЕРЖАНИЕ

Д. Ручиньски — Кольца вокруг планет в Солнечной системе.

П. Рыбка — Фридрих Вильгельм Бессель.

Г. Хурник — Астрономическая обсерватория Университета им. Ддама Мицкевича в Познани.

Хроника: Новые анализы старых фотографии кометы Галлея — Геминга — по-прежнему неясно.

Справочник наблюдателя: Звёздные часы — Алгоритмы — Часть IV: JD и прецессия ещё раз.

То и сё: Об Атлантиде, археоастрономии и космитах.

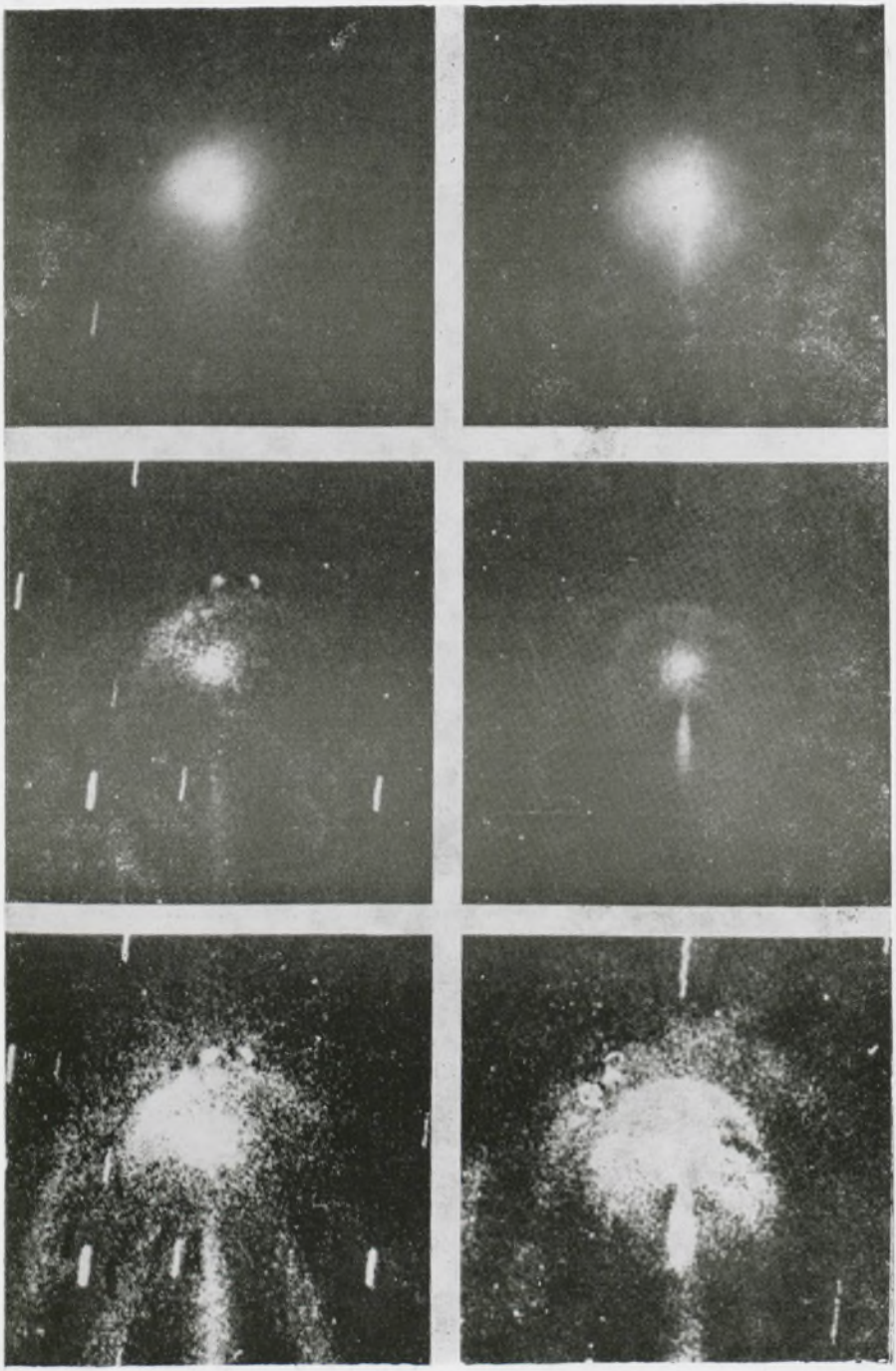
Астрономический календарь.

Informujemy, że w Biurze ZG PTMA — Kraków, ul. Solskiego 30/8, III p. można kupować obrotowe mapy nieba — wydanie ulepszone, oprawa plastikowa. Cena 1 szt. — 200 zł. Koszt wysyłki dodatkowo 70 zł od każdej sztuki. Wpłaty na konto PKO (jak niżej) lub osobiście.

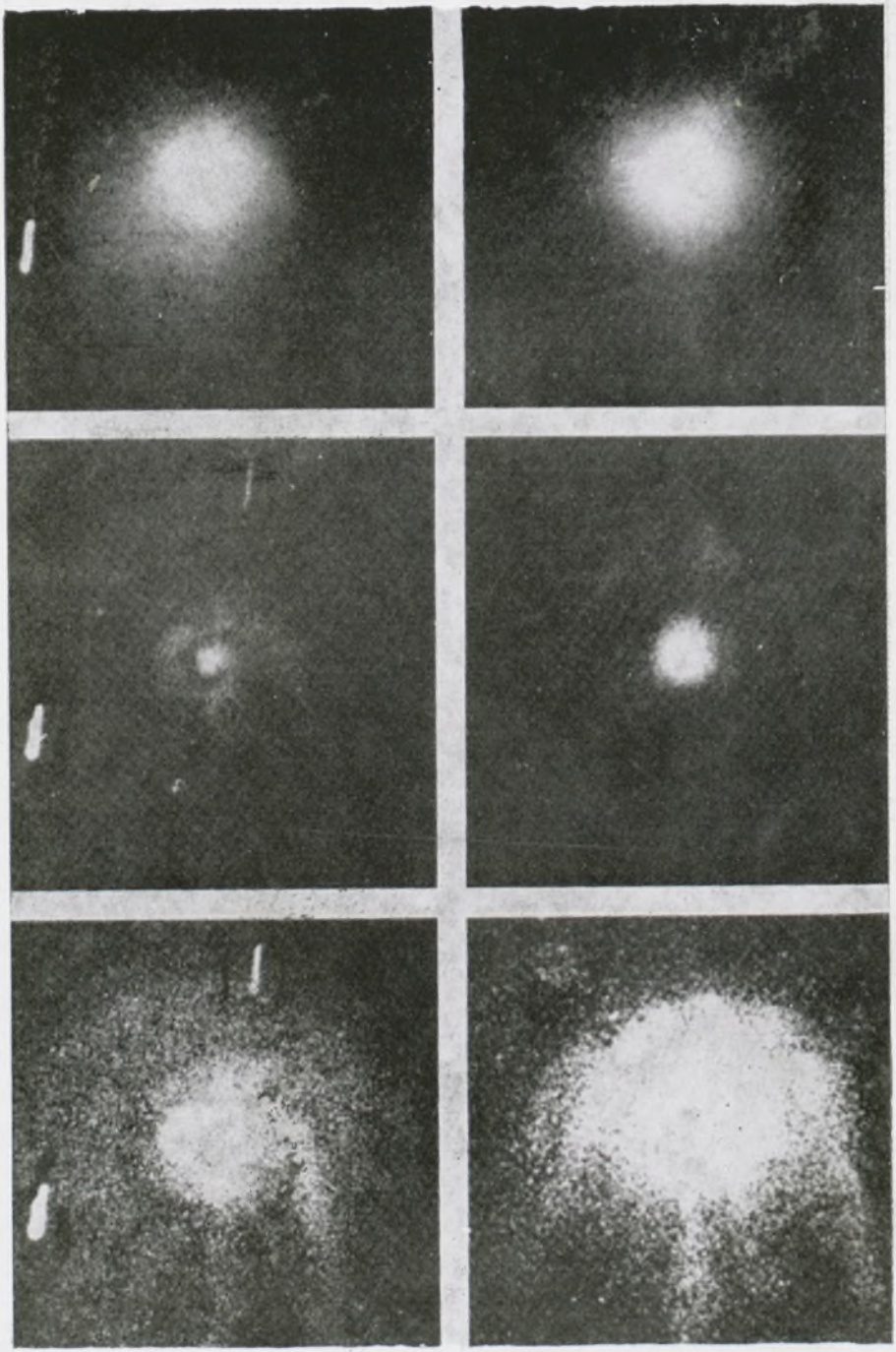
URANIA — Miesięcznik Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii. **Redaguje kolegium** w składzie: Krzysztof Ziołkowski — redaktor naczelny, Magdalena Sroczyńska-Kożuchowska — sekretarz redakcji, T. Zbigniew Dworak — redaktor techniczny. **Adres redakcji:** ul. Bartycka 18, 00-716 Warszawa. **Adres administracji:** Zarząd Główny PTMA, ul. Solskiego 30/8, 31-027 Kraków, tel. 22 38 92; nr konta PKO I OM Kraków 35510-16391-132. **Warunki prenumeraty:** roczna dla członków PTMA — 294 zł, cena pojedynczego egzemplarza — 25 zł, zgłoszenia w administracji, adres j.w.

Wydawca: Zakład Narodowy im. Ossolińskich — Wydawnictwo PAN, Wrocław. Oddział w Krakowie, 1984 Nakł. 3020+130 egz. Obj. ark. wyd. 2,60, ark. druk. 2,0. Pap. druk. sat. kl. V, 55 g, 61×86.
Indeks 38001

Drukarnia Związkowa, Kraków, ul. Mikołajska 13 — 5566/84 — R-20 — 3.150 + 32



Cena zł 25.—



Indeks 38001