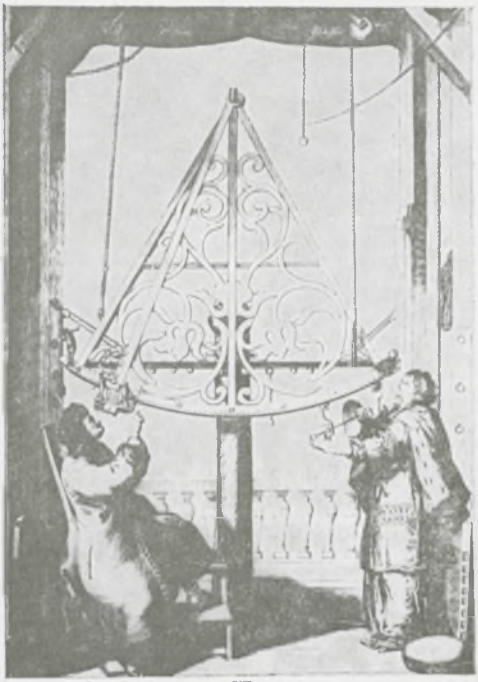
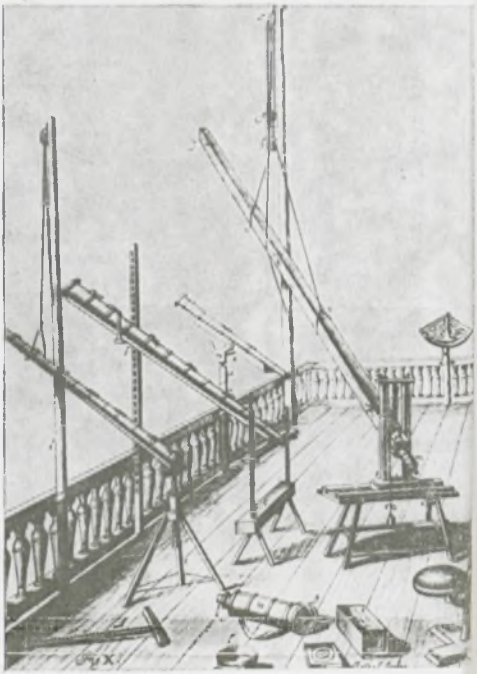
URANIA

MIESIĘCZNIK
POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII
ROK LVIII GRUDZIEŃ 1987 Nr 12 (551)
ZAKŁAD NARODOWY IMIENIA OSSOLIŃSKICH
WYDAWNICTWO POLSKIEJ AKADEMII NAUK

BIBLIOTEKA UNIWERSYTECKA





PL ISSN 0042-07-94

URANIA

MIESIĘCZNIK POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK LVIII GRUDZIEŃ 1987 Nr 12 (551)

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).

Zachęcając do lektury wstępnego artykułu S. R. BRZOSTKIEWICZA pragniemy podkreślić, że stosunkowo często pojawiająca się na łamach **Uranii** *tematyka dotycząca satelitów wielkich planet odzwierciedla ogromny postęp, jaki dokonał się w ostatnich latach w zakresie poznania obiektów Układu Słonecznego, o których dotychczas bardzo mało było wiadomo. Astronomia zawdzięcza go przede wszystkim zdobyczom techniki kosmicznej, której imponujący rozwój śledzimy już od trzydziestu lat.*

Dwuczęściowy artykuł instruktażowy dr H. KORPIKIEWICZ o radiantach wychodzi na przeciw dającemu się często słyszeć zapotrzebowaniu na ten tekst ze strony licznych miłośników astronomii, upatrujących w obserwacjach meteorów jedną z najbardziej atrakcyjnych form realizacji swych zamiłowań. Mamy nadzieję, że pomoże on im dostrzec niebagatelne możliwości i znaczenie wkładu amatorów w tę dziedzinę, a także zachęci do systematyczniejszych i wnikliwszych działań.

Wśród wielu znaczących dla astronomii rocznic upamiętnionych w kończącym się roku przypominamy w **Kronice Historycznej** *jeszcze dwie, których miłośnicy astronomii nie powinni przeoczyć.*

SPIS TREŚCI

Stanisław R. Brzostkiewicz — Co nowego w świecie księżyców wielkich planet? (338).

Honorata Korpikiewicz — Radianty (II) (349).

Kronika: Trzeci zarejestrowany „poślizg" pulsara w mgławicy Krab (356) — Rozwój radiointerferometrii (357).

Nowości Wydawnicze: *O. Hlad, J. Weiselová,* Souhvězdi naši oblohy (358).

Poradnik Obserwatora: Zakrycia gwiazd przez Księżyc widoczne w Polsce w I półroczu 1988 roku (359).

Kronika Historyczna: Jan Walery Jędrzejewicz (1835—1887) (362) — Stulecie wydania „Kanonu zaćmień" Th. von Oppolzera (364).

Kalendarzyk Astronomiczny (365).

Pierwsza strona okładki: Zdjęcie fragmentu globu satelity Urana Mirandy wykonane za pomocą sondy kosmicznej Voyager 2, która 24 stycznia 1986 roku przeleciała w pobliżu Urana. Znak Zodiaku — Koziorożec, projektował Z. Stasik.

Druga strona okładki: Ryciny I. Saala ukazujące instrumentarium Jana Heweliusza (Fot. E. Zakrzewska).

Trzecia strona okładki: U góry — zdjęcie komety Halleya wykonane 7 stycznia 1986 roku przez Udo J. Schlegela (USA). U dołu — negatywowe zdjęcie komety Halleya wykonane 21 marca 1986 roku przez Williama Lillera (USA) za pomocą 8-mio calowej kamery Schmidta.

Czwarta strona okładki: Zdjęcie komety Halleya wykonane 7 marca 1986 roku przez A. Gomeza w Cerro Tololo (Chile).

STANISŁAW R. BRZOSTKIEWICZ — Dąbrowa Górnicza

CO NOWEGO W ŚWIECIE KSIĘŻYCÓW WIELKICH PLANET?

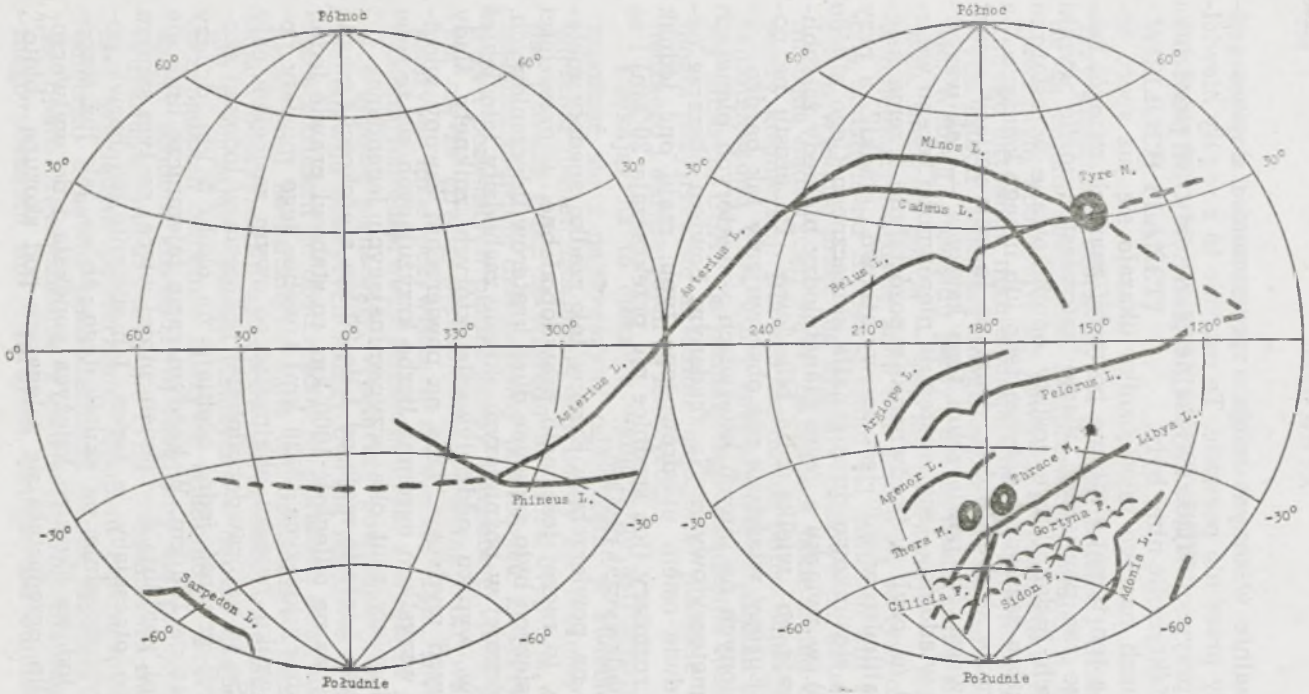
Trzy planetarne olbrzymy — Jowisz, Saturn i Uran — otoczone są rojem księżyców. Najprawdopodobniej z tym samym zjawiskiem spotkamy się również w przypadku Neptuna, do którego aktualnie mknie sonda Voyager-2, toteż już w najbliższych latach będziemy mogli się o tym definitywnie przekonać. Według „rozkładu jazdy" ma to nastąpić 24 sierpnia 1989 roku, kiedy to sonda — jak się przewiduje — minie planetę w odległości zaledwie 3500 km. Niestety, w tym czasie będzie ona oddalona od Słońca o około 4,3 miliarda km i w związku z tym wysłane przez nią sygnały radiowe po dotarciu do Ziemi będą nadzwyczaj słabe, najsłabsze jakie dotąd odebrano od sondy kosmicznej. Dlatego też do ich odbioru planuje się użyć radioteleskopu VLA, który znajduje się w pobliżu Socorro (Nowy Meksyk, USA). Za pomocą tego urządzenia ludzkość będzie mogła przyjrzeć się aktualnie najdalszej planecie Układu Słonecznego i okrążającym ją księżycom.

Czekając na to ciekawe wydarzenie astronautyczne warto zapoznać się z najnowszymi odkryciami w świecie księżyców wielkich planet. Dokładnej ich liczby nie możemy jednak podać i to nie tylko ze względu na układ Neptuna, o którym w zasadzie niewiele dziś możemy powiedzieć. Dotyczy to również trzech pozostałych planet grupy jowiszowej, bo i przy nich — jak się za chwilę przekonamy — wciąż odkrywane są nowe księżyce. Idzie oczywiście o niewielkie ciała, niedostępne do naziemnych obserwacji teleskopowych, z wyglądu przypominające typowe planetoidy. Wystarczy powiedzieć, że najmniejszy z niedawno odkrytych księżyców ma zaledwie 3 km średnicy, toteż z trudem go dostrzeżono na obrazach otrzymanych za pomocą sond kosmicznych. One też dostarczyły bliższych informacji o przyrodzie księżyców, gdyż dotąd mieliśmy o nich — nie wyłączając naszego Księżyca — bardzo skąpe i w wielu przypadkach zupełnie fałszywe wiadomości. Przecież dopiero dzięki sondom kosmicznym mogliśmy się przekonać, że ciała te różnią się między sobą nie tylko rozmiarami i masą, ale również wyglądem powierzchni, składem chemicznym i budową wnętrza, a nawet pochodzeniem. Jedne bowiem uformowały się niemal równocześnie z macierzystymi planetami i od samego początku im towarzyszą, drugie dla odmiany powstały

przypuszczalnie w innym miejscu przestrzeni i dopiero później zostały przez nie porwane. Te ostatnie to z reguły niewielkie ciała, przypominające zwyczajne planetoidy. W przeszłości być może faktycznie nimi były.

Na łamach naszego miesięcznika ukazało się już sporo artykułów na ten temat i nie ma potrzeby znanych na ogół faktów jeszcze raz powtarzać. Warto natomiast omówić wyniki najnowszych badań, które zostały opublikowane w ostatnim czasie, a które zazwyczaj dotyczą tego lub innego księżyca. Za przykład może służyć Europa, drugi po Io interesujący obiekt układu Jowisza. Na powierzchni tego księżyca — jak wszystkim chyba wiadomo — nie występują nierówności terenu większe od 200 m, czyli w porównaniu z pozostałymi trzema księżycami „galileuszowymi" jest on wyjątkowo „gładki", a przy tym odbija stosunkowo dużo światła słonecznego (jego albedo wynosi 0,6), w związku z czym planetolodzy niekiedy żartobliwie nazywają go „wielką kulą bilardową". Po prostu na powierzchni Europy właściwie nie obserwujemy tak bardzo rozpowszechnionych na innych księżycach i niektórych planetach kraterów meteorytowych. Na zbadanym bowiem obszarze odkryto zaledwie osiem utworów tego typu, mają one jednak niewielkie rozmiary (ich średnice nie przekraczają 20 km) i są przy tym nadzwyczaj płytkie.

Czyżby na powierzchnię Europy tak rzadko spadały meteoryty? Nie, to raczej jest mało prawdopodobne, w przeszłości i na tym księżycu było zapewne dużo kraterów uderzeniowych, ale najwidoczniej w późniejszym okresie zachodziły tam jakieś zjawiska, w wyniku oddziaływania których zniknęły ślady wcześniejszych wydarzeń. Dziś na powierzchni Europy widzimy przede wszystkim ogromną liczbę krzyżujących się ze sobą linii, na pierwszy rzut oka przypominających legendarne już kanały Marsa. Linie te mają od 1 do 70 km szerokości i ciągną się niekiedy aż na odległość 1000 km, co stanowi prawie jedną trzecią średnicy księżyca (3126 km) i wobec tego musiały powstać w wyniku procesu obejmującego swym zasięgiem cały jego glob. Są to najprawdopodobniej pęknięcia w lodowej skorupie, której grubość jedni oceniają na około 5 km, drudzy natomiast aż na 100 km. W każdym razie tajemnicze linie nie rzucają cieni, znajdują się bowiem mniej więcej na tym samym poziomie, co otaczający je teren. Ich ciemniejsza barwa powstała przypuszczalnie na skutek tego, że — jak już wspomniano — lodowa skorupa księżyca popękała i do wytworzonych szczelin przedostało się zalegające pod skorupą „błoto",



Rys. 1 Najważniejsze utwory topograficzne Europy (znaczenie skrótów: F — Flexus, L — Linea, M — Macula).

Tabela 1

Ważniejsze utwory topograficzne Europy

Nazwa utworu	Współrzędne	
	szerokość	długość
Flexus (Zwoje):		
Cilicia Flexus	—40°/—62°	135°/215°
Gortyna Flexus	—24 /—53	147 /174
Sidon Flexus	—55 /—68	148 /230
Lineae (Linie):		
Adonis Linea	—60°/—35°	114°/123°
Agenor Linea	—35 /—44	175 /220
Argiope Linea	— 1 /—17	170 /202
Asterius Linea	+30 /—30	250 /314
Belus Linea	+28 /+ 9	100 /226
Cadmus Linea	+25 /+30	170 /250
Libya Linea	—41 /—66	153 /263
Minos Linea	—32 /+30	150 /250
Pelorus Linea	+ 9 /—26	110 /195
Phineus Linea	—26 /—30	280 /340
Sarpedon Linea	—50 /—30	80 / 95
Thasus Linea	—58 /—76	176 /217
Maculae (Plamy):		
Thera Macula	—48°	181°
Thrace Macula	—47	171
Tyre Macula	+32	147

a następnie zamarzło. I w ten sposób zagadkę Europy można by uważać za rozwiązaną, lecz sprawa nie jest taka prosta, bo przecież mimo woli rodzi się pytanie, co było powodem powstania samych szczelin?

Na powyższe pytanie nie ma na razie jednoznacznej odpowiedzi. Istnieje wprawdzie na temat pochodzenia szczelin kilka różnych hipotez, ale dziś jeszcze trudno powiedzieć, która z nich jest prawdziwa i ewentualnie w jakim stopniu. Jedna z nich zakłada na przykład, że we wnętrzu Europy wyczerpały się już źródła ciepła powstające w wyniku rozpadu pierwiastków promieniotwórczych i w związku z tym znajdująca się w podpowierzchniowych rezerwuarach woda zamarzła. A ponieważ — jak wszystkim dobrze wiadomo — objętość wody przy przechodzeniu ze stanu ciekłego w stan stały (lód) znacznie się

zwiększa, lodowa skorupa księżyca musiała z tego powodu popękać. Jest jednak możliwe, że wewnętrzne ciepło Europy pochodziło nie tylko z rozpadu pierwiastków promieniotwórczych, lecz także ze zjawisk pływowych, które wyhamowały obrót księżyca i dziś obraca się on w takim samym czasie, w jakim dokonuje obiegu wokół Jowisza. Po wyhamowaniu zaś rotacji siły pływowe mogły okazać się już zbyt słobe na to, aby we wnętrzu księżyca powstawała odpowiednia ilość ciepła. Mogło to również nastąpić na skutek zmniejszenia mimośrodu pierwotnie bardziej wyciągniętej orbity Europy.

A może Europa obraca się wokół swej osi nieco szybciej niż sądzimy i w ciągu obiegu orbity dokonuje więcej niż jednego obrotu? Gdyby pod lodową skorupą tego księżyca znajdował się ciekły płaszcz, to do wytworzenia w nim szczelin wystarczyłoby niewielkie odchylenie, bo zaledwie jeden obrót na 20—1000 lat. W przypadku płaszcza stałego różnica między rotacją a obiegiem orbitalnym mogłaby być jeszcze mniejsza i wynosić tylko jeden obrót na 10^{10} lat. Jest to już nadzwyczaj małe odchylenie, przy obecnej technice obserwacyjnej absolutnie nie dałoby się tego uchwycić, toteż na razie można jedynie na ten temat snuć mniej lub bardziej prawdopodobne domysły. Ostatnio właśnie astronom amerykański A. S. McEwen wystąpił z poglądem, że szczeliny faktycznie powstały na skutek zwolnienia rotacji Europy i że nastąpiło to jeszcze w czasie, gdy oś obrotu tego księżyca była nachylona nieco inaczej niż obecnie. Hipoteza ta została podbudowana odpowiednimi badaniami i wydaje się możliwa do przyjęcia, ale chcielibyśmy także wiedzieć, czy proces ten ustał już zupełnie, czy też nadal zachodzi. Pewne zaobserwowane fakty przemawiają raczej za tym, że lodowa skorupa Europy jeszcze dziś pęka. Na powierzchni tego księżyca odkryto bowiem zagadkowy twór o średnicy około 200 km i wysokości dochodzącej do około 100 km, na pierwszy rzut oka przypominający erupcję wulkaniczną. Takie jednak zjawiska — przynajmniej w świetle współczesnych badań — nie mogą tam zachodzić i chyba dużo realniejsza wydaje się hipoteza, że mamy tu do czynienia z górą lodowych kryształków. Mogła akurat pęknąć lodowa skorupa Europy i przez powstały otwór mógł się wydobyć na powierzchnię spory obłok pary wodnej, która oczywiście natychmiast zamarzła. Byłoby to zatem coś w rodzaju „lodowego wulkanizmu", zjawiska dotąd zupełnie nieznanego, nie obserwowanego na żadnym innym księżycu Układu Słonecznego. A znamy ich przecież już ponad sześćdziesiąt.

Najliczniejszą rodzinę księżyców ma druga co do wielkości planeta — Saturn. W ostatnich latach byliśmy świadkami dynamicznego wzrostu wiadomości o niej i jej dziewięciu znanych od dawna księżyców, dalsze kilkanaście odkryto na podstawie obserwacji dokonanych z Ziemi przez duże teleskopy i badań przeprowadzonych za pomocą sond kosmicznych. Co do istnienia ośmiu z nich (Atlas, Prometheus, Pandora, Epimethus, Ja-

Tabela 2

Księżyce Saturna

Nazwa księżyca lub oznaczenie prowizoryczne	Średnica księżyca (w km)	Odległość od środka planety (w tys. km)
1980 S 35	20 (?)	118,2
1980 S 36	30 (?)	118,3
(Encke) *	20 (?)	133,6
Atlas	38 × 25	137,7
Prometheus	140 × 100 × 75	139,4
Pandora	110 × 85 × 65	141,7
Janus	220 × 190 × 160	151,5
Epimetheus	140 × 115 × 100	
Mimas	392	185,5
1981 S 12	10 (?)	
Enceladus	500	238,0
(Voyager) *	3 (?)	
Telesto	34 × 24 × 22	
Tethys	1060	294,7
Calypso	30 × 24 × 16	
1981 S 10	15 (?)	350
1981 S 7	20 (?)	
Helene	36 × 32 × 30	377,4
Dione	1120	
1981 S 9	15 (?)	450
Rhea	1530	527,0
Titan	5150	1 221,9
Hyperion	350 × 235 × 200	1 481
Iapetus	1460	3 561
Phoebe	220	12 954

* Księżyce oznaczone gwiazdkami na razie nie mają nazw ani oznaczeń (w nawiasach podano nazwy użyte prowizorycznie przez odkrywców).

nus, Telesto, Calypso i Dione B) nie mamy już najmniejszej wątpliwości, a prawie drugie tyle czeka wciąż na potwierdzenie, co — miejmy nadzieję — nastąpi nie później niż w latach 1988—1989, kiedy to po orbicie ma zacząć krążyć dawno oczekiwane obserwatorium astronomiczne Hubble Space Telescope. Są to bowiem niewielkie ciała i w dodatku poruszają się po orbitach leżących między poszczególnymi pierścieniami, toteż z Ziemi można je obserwować jedynie w tym czasie, gdy płaszczyzna pierścieni przechodzi przez naszą planetę. Ostatnio takie zjawisko obserwowaliśmy w roku 1980, na następne musimy czekać parę lat, bo dopiero w roku 1994 nastanie. Tymczasem astronomowie to niecierpliwi ludzie, nie potrafią siedzieć z założonymi rękami i czekać na chwilę, aż sama przyroda zechce uchylić im rąbka swej tajemnicy. Tak było i w tym przypadku, okazało się po prostu, iż nowe księżyce Saturna można odkrywać nie tylko na podstawie bezpośrednich obserwacji optycznych, ale także w oparciu o analizę danych otrzymanych za pomocą sond kosmicznych. Idzie tu przede wszystkim o zjawisko rezonansu w ruchu bryłek materii tworzących pierścienie i księżyców poruszających się w przerwach między nimi.

Nie wszystkie nieprawidłowości w strukturze pierścieni Saturna można wyjaśnić — jak się okazało — rezonansem wywołanym przez znane księżyce. Na przykład w roku 1985 astronomowie amerykańscy J. N. Cuzzi i J. D. Scargle zauważyli, że brzegi przerwy Enckego w pierścieniu A są wyraźnie naruszone radialnie (teoretycznie winny mieć dokładnie kolisty kształt) i to — ich zdaniem — świadczy o tym, iż musi się tam poruszać jakiś księżyc, który ma niewielkie rozmiary i dlatego bezpośrednio nie można go dostrzec. Przypuszczenia te potwierdziły badania wykonane przez M. R. Showaltera i jego współpracowników, przy czym uczonym tym udało się również wyznaczyć zarówno parametry orbity, jak i przybliżone rozmiary nieznanego dotąd księżyca. To samo można powiedzieć o księżycach 1980 S 35 i 1980 S 36, które odkryli E. A. Marouf i G. L. Tyler, a które poruszają się po orbitach leżących w rozdzielającej pierścienie A i B przerwie Cassiniego. W ten sam sposób odkryto inne jeszcze obiekty i dzięki temu w układzie Saturna znamy już 25 księżyców. Niektóre z nich okrążają planetę po jednych i tych samych orbitach, a więc przypominają planetoidy grupy trojańskiej, które — jak wiadomo — znajdują się w punktach libracyjnych układu Jowisz — Słońce. W danym przypadku rolę Słońca

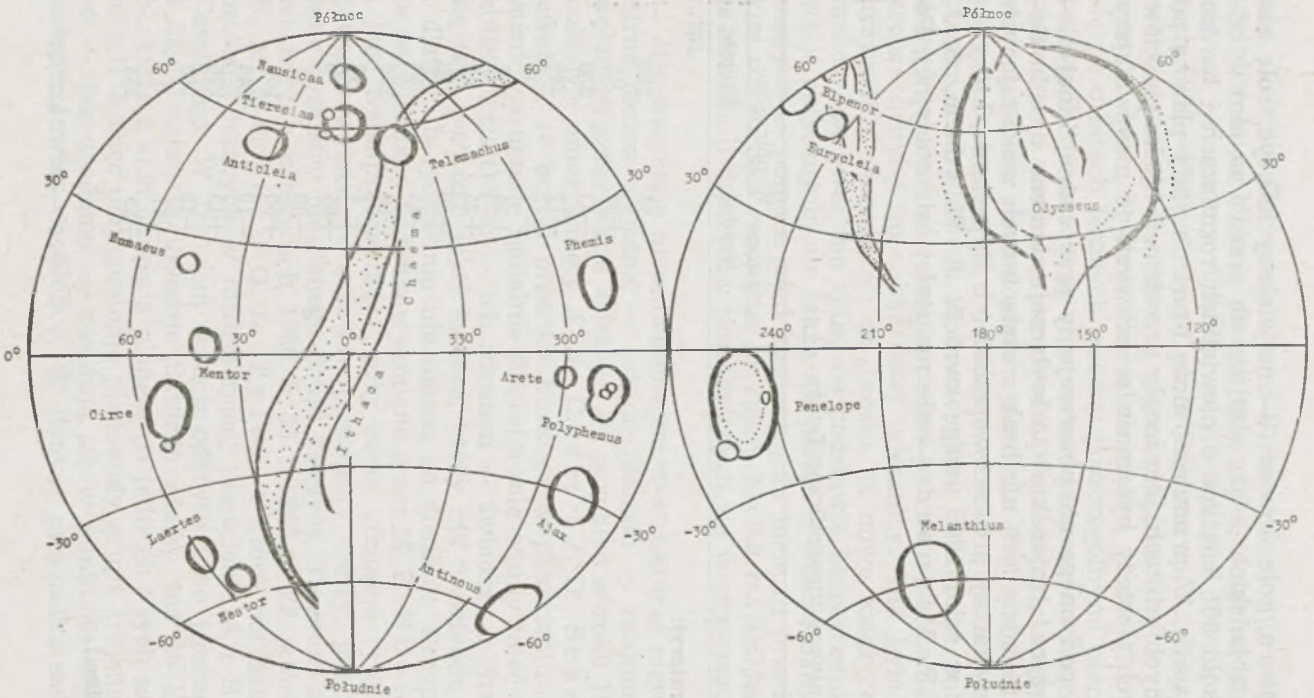
spełnia Saturn, rolę Jowisza — największy księżyc, rolę zaś planetoid trojańskich — poruszające się przed i za nim w odległości około 60° księżyce o niewielkich rozmiarach i bardzo małych masach. W przeszłości może i one okrążały planetę po samodzielnych orbitach, lecz mogły przechodzić blisko punktów libracyjnych i wtedy być może przechwycił je masywniejszy księżyc.

Czegoś podobnego nie obserwujemy przy żadnej innej planecie, księżyce „trojańskie" to wyłącznie domena układu Saturna. W układzie tym nie brak zresztą innych zaskakujących sytuacji, wystarczy przecież wspomnieć o Hyperionie, który — na co już w roku 1983 uwagę zwrócili J. Wisdom, S. J. Peale i F. Mignard — nie ma stałej osi rotacyjnej. Po

Tabela 3

Ważniejsze utwory topograficzne Tethys

Nazwa utworu	Współrzędne	
	szerokość	długość
Crateres (Kratery):		
Ajax	—25°	283°
Anticleia	+58	45
Antinous	—53	280
Arete	—11	299
Circe	— 7	52
Elpenor	+54	268
Eumaeus	+25	48
Eurycleia	+56	236
Laertes	—43	64
Melanthius	—56	230
Mentor	+ 4	43
Nausicaa	+85	0
Nestor	—50	59
Odysseus	+60	160
Penelope	—10	245
Phemius	+15	286
Polyphemus	—12	283
Tieresias	+67	12
Telemachus	+59	338
Chasma (Dolina)		
Ithaca Chasma	+50°/—70°	335°/30°



Rys. 3 Najważniejsze utwory topograficzne Tethys.

prostu obraca się w przestrzeni zupełnie chaotycznie, a to — jak dotąd — jest również unikatowym zjawiskiem w Układzie Słonecznym. Czym wytłumaczyć to niezwykłe zachowanie się Hyperiona? Może odpowiedzialny za to jest potężny Tytan, do którego od czasu do czasu zbliża się on na stosunkowo niewielką odległość? A może w niezbyt odległym czasie Hyperion zderzył się z jakimś masywnym obiektem i jego ruch obrotowy dotychczas się jeszcze nie ustabilizował? Takie zderzenia były dość częste w układzie Saturna, ślady po nich do dziś się zachowały, widzimy je między innymi na Mimasie i Tethys. Na pierwszym z nich odkryto krater o głębokości około 10 km i średnicy 135 km, co stanowi blisko jedną trzecią średnicy tego księżyca. Natomiast na drugim znajduje się formacja pierścieniowa o średnicy około 450 km i głębokości dochodzącej do 15 km. Musiała zatem powstać w wyniku zderzenia Tethys z ciałem o stosunkowo dużych rozmiarach.

Kratery meteorytowe — o czym od dawna wiadomo — są najpospolitszymi utworami topograficznymi planet i księżyców. Występują oczywiście także na księżycach Urana, chociaż nie brak na nich również innych tworów powierzchniowych, które stanowią źródło cennych informacji o przebiegających tam niegdyś zjawiskach. Na przykład znajdujące się na Arielu rozległe rozpadliny zdają się świadczyć o tym, że księżyc ten był aktywny „geologicznie" stosunkowo niedawno, zaledwie — jak niektórzy sądzą — parę milionów lat temu. Natomiast z całej rodziny księżyców Urana najciemmniejszą powierzchnię ma Umbriel, za co przypuszczalnie odpowiedzialna jest warstwa ciemnego pyłu. Za powstanie znajdującej się tam białej plamy o średnicy około 75 km uczeni winią olbrzymi meteoryt, który w niezbyt odległym czasie upadł na powierzchnię tego księżyca, wzbił do góry ogromny obłok ciemnego pyłu i tym samym obnażył jaśniejsze podłoże. Na powierzchni zaś Titanii widać wyraźne ślady wygasłej już aktywności wulkanicznej, podczas gdy mało co mniejszy Oberon zdaje się być aktywny jeszcze dziś, a w każdym razie wydają się o tym świadczyć nieregularne plamy, które uważa się za potoki świeżo zastygłej lawy. Na szczególną jednak uwagę zasługuje Miranda, najmniejszy z pięciu dużych księżyców Urana (480 km średnicy) i najbliżej z nich krążący planety (w odległości 129 400 km). Zdjęcia otrzymane za pomocą Voyagera-2 z odległości 29 000 km pokazują niezwykły wygląd tego księżyca, takiej rzeźby nie ma powierzchnia żadnego innego, znanego nam obiektu w Układzie Słonecznym (patrz zdjęcie na pierwszej stronie okładki). Uczeni

sądzą, iż Miranda zderzyła się z jakimś większym ciałem i na skutek tego rozpadła na kilka części, ale jej fragmenty nadal krążyły po orbicie w grupie i po pewnym czasie siły grawitacyjne ponownie przyciągnęły je do siebie. Były już jednak za słabe na to, aby przetopić utworzony na nowo glob księżyca i zetrzeć z jego powierzchni ślady tej groźnej katastrofy kosmicznej. Wyzwolonego w ten sposób ciepła nie wspomagał już rozpad pierwiastków promienitwórczych.

Ale z jakim to ciałem Miranda mogła się zderzyć? Niestety, na to pytanie nie potrafimy udzielić odpowiedzi (przynajmniej na razie!) i nie ma zresztą pewności, czy i ewentualnie w jakim stopniu przedstawiona wyżej hipoteza jest poprawna. Być może bliższy przebieg wydarzeń będzie możliwy do odtworzenia dopiero na podstawie materiału uzyskanego podczas kolejnych eksperymentów astronautycznych, na które jednak trzeba będzie czekać co najmniej kilkanaście lat. Wiadomo przecież, że lot Voyagera-2 do Urana trwał aż dziewięć lat, a o planowanym starcie nowej sondy tego typu nic nam na razie nie wiadomo. Ale na brak emocji nie możemy narzekać, wkrótce już przecież zaczniemy się interesować Neptunem, do którego bezpośredni lot z Ziemi musiałby trwać pełnych 30 lat. Tymczasem wystarczyło w połowie lutego 1986 roku dokonać odpowiedniego manewru i Voyager-2 dotrze tam już za niespełna dwa lata. Jakie niespodzianki zgotuje nam ta najdalsza aktualnie planeta Układu Słonecznego?

Czekając na wieści z Neptuna warto może zapoznać się z wynikami ostatnich badań jego księżyca Trytona. Obiega on macierzystą planetę raz na około 5,88 dnia (obieg gwiazdowy), krążąc dokoła niej średnio w odległości około 353 000 km, przy czym ruch ten odbywa się we wstecznym kierunku, Niestety, dokładnych rozmiarów księżyca nie znamy, dysponujemy tylko danymi, które wynikają z pomiarów jego jasności i przypuszczalnego albedo. Na tej podstawie uczeni oceniają, że średnica Trytona waha się gdzieś w granicach od 3400 do 5300 km, a więc można go zaliczyć do większych księżyców Układu Słonecznego. W przeszłości był prawdopodobnie samodzielnym ciałem niebieskim i dopiero później — jak to wynika z dokonanych w roku 1984 przez W. B. McKinnona rozważań teoretycznych — został przechwycony przez Neptuna. Przypuszczalnie podczas tego procesu w wyniku oddziaływania sił pływowych temperatura wnętrza Trytona odpowiednio wzrosła ,na skutek czego doszło tam do przetopienia materii i wylania się jej na powierzchnię księżyca. Wtedy też otoczył się

on atmosferą składającą się z metanu, tlenku węgla i azotu, pozostałości jej — zdaniem McKinnona — do dziś obserwujemy w postaci skondensowanej. W roku 1985 szczegółowej analizy dotychczasowych danych dokonali J. I. Lunine i D. J. Stevenson i na tej podstawie wystąpili z pięcioma różnymi teoriami, które w jakimś stopniu tłumaczą zaobserwowane fakty. A oto bliższe dane na ten temat:

A — na powierzchni Trytona znajduje się ocean azotu nasycony metanem i obszary pokryte zamarzniętym metanem;

B — powierzchnia Trytona pokryta jest oceanem czystego azotu i obszarami zamarzniętego metanu;

C — ocean na Trytonie składa się głównie z azotu i niewielkiej domieszki rozpuszczonego w nim metanu;

D — Tryton otoczony jest atmosferą azotową i unoszącymi się w niej obłokami metanowo-azotowymi (atmosfera ta ma zdolność do wytwarzania efektu cieplarnianego);

E — powierzchnię Trytona pokrywa warstwa zamarzniętego azotu i metanu.

Model ostatni zdaje się najlepiej tłumaczyć obserwowane na Trytonie zjawiska. Krótko mówiąc — wywołuje je zamarznięty azot i metan, które jednak nie są równomiernie rozłożone na jego powierzchni. Sezonowo azot sublimuje z okolic podbiegunowych danej półkuli i osiada na półkuli przeciwnej, przy czym na „wysublimowanych" obszarach pozostaje zamarznięty metan z ewentualnie niewielką domieszką zamarzniętego azotu. Ale czy tak jest istotnie przekonamy się — być może — dopiero latem 1989 roku.

HONORATA KORPIKIEWICZ — Poznań

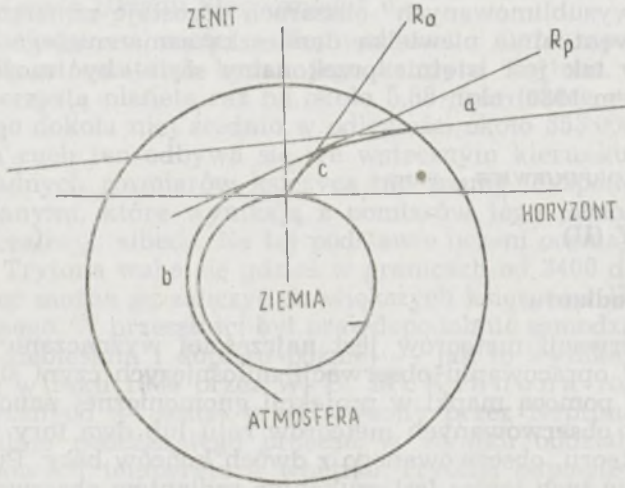
RADIANTY (II)

Poprawki radiantu

Celem obserwacji meteorów jest najczęściej wyznaczanie radiantów. W opracowaniu obserwacji miłośniczych czyni się to z reguły za pomocą mapki w projekcji gnomonicznej nanosząc na nią tory obserwowanych meteorów roju lub dwa tory tego samego meteoru, obserwowanego z dwóch końców bazy. Punkt przecięcia się tych torów jest szukanym radiantem obserwowanym lub inaczej radiantem widomym.

Załóżmy, że znamy z obserwacji radiant widomy meteoru. Radiant ten nie pokrywa się z punktem radiantu prawdziwego, ponieważ uległ przesunięciu wynikającemu z warunków obserwacji: z tego, że meteor obserwujemy z punktu znajdującego się na wirującej wokół osi i obiegające Słońce Ziemi (otoczonej atmosferą i posiadającej określoną przez jej masę siłę grawitacji). Ruchy, jakie wykonuje obserwator wraz z Ziemią (wirowy i obiegowy) powodują, że wektor obserwowanej prędkości meteoru jest złożeniem wektorów: rzeczywistej prędkości meteoru i obydwu ruchów Ziemi, natomiast opór powietrza i przyciąganie Ziemi działają na ciało meteorowe lecące w atmosferze powodując zakrzywienie jego toru. Obserwujemy więc tor meteoru zniekształcony przez „efekty ziemskie", a nie taki jaki byłby, gdyby w tym miejscu przestrzeni nie było Ziemi. Aby z radiantu obserwowanego otrzymać radiant prawdziwy należy uwzględnić te wszystkie efekty.

Wyobraźmy sobie, że do Ziemi zbliża się ciało meteorowe po torze *a* z radiantu R_t. Na ciało działa przyciąganie Ziemi. Pierwotny kierunek lotu zostaje zaburzony i tor kosmicznego odłamka zakrzywia się w kierunku środka Ziemi. Ciało zaczyna poruszać się po krzywej *b*. Styczna do krzywej *b* w punkcie obserwacji O wyznacza na sferze niebieskiej położenie radiantu R_p. Przyciąganie Ziemi powoduje więc, że obserwujemy meteor przylatujący z radiantu R_p, a nie R_t. Wydaje się nam, że ra-



Rys. 1 Schemat toru meteoru w atmosferze Ziemi.

diant znajduje się bliżej zenitu, niż jest on w rzeczywistości (R_p jest bliżej zenitu niż R_t). Efekt ten nazywamy przyciąganiem zenitalnym. Określenie to jest niezbyt fortunne, bo przecież nie zenit, tylko Ziemia przyciąga ciało meteorowe, pozwala jednak pamiętać, że radiant pozornie zbliża się do zenitu. Przyciąganie zenitalne powoduje zmianę odległości zenitalnej (czyli inaczej wysokości radiantu, która, jak pamiętamy, równa się 90° minus odległość zenitalna), nie wpływa natomiast na azymut radiantu.

Podobnie jak przyciąganie Ziemi położenie radiantu zniekształca opór powietrza, przez które leci ciało meteorowe. Gdyby Ziemia nie miała atmosfery, ciało poruszałoby się wokół niej po krzywej *b*, wyznaczającej radiant R_p. Opór atmosfery jest tym większy, im większa jest prędkość ciała i wyhamowuje prędkość kosmiczną meteoru, który porusza się coraz wolniej. Jego tor pod działaniem przyciągania Ziemi zakrzywia się coraz bardziej. Ciało zaczyna poruszać się po krzywej c. Styczna do tej krzywej w punkcie obserwacji wyznacza na niebie radiant R_o, który obserwujemy. Jest to właśnie radiant obserwowany lub widomy (czasami nazywa się go również radiantem pozornym). Opór powietrza, podobnie jak przyciąganie zenitalne, powoduje, że radiant pozornie przybliża się do zenitu. Obydwa efekty powodują pozorne zwiększenie wysokości radiantu nad horyzontem. Azymut również i w tym przypadku nie ulega zmianie.

Z obserwacji otrzymujemy położenie radiantu obserwowanego, z którego krok po kroku staramy się odtworzyć rzeczywisty kierunek, z którego przyleciało ciało meteorowe. Radiant obserwowany R_o poprawiamy na opór powietrza. Poprawkę obliczyć można ze wzoru określającego zmianę tangensa wysokości radiantu:

$$\Delta \operatorname{tg} h = \frac{g}{V_x^2} \Delta D,$$

gdzie:

g — przyspieszenie ziemskie, V_x — horyzontalna składowa prędkości meteoru, D — długość rzutu trajektorii meteoru na płaszczyznę horyzontu, h — wysokość radiantu poprawiona na opór powietrza.

Opór powietrza wzrasta pod koniec lotu meteoru i nie odgrywa większej roli w obserwacjach meteorów średniej jasności. Zmiana wysokości radiantu jest niewielka i stanowi ułamek minuty. Nie ma więc potrzeby uwzględniania jej w obserwacjach wizualnych meteorów, bo ich dokładność jest znacz-

nie mniejsza. Jednak w przypadkach długich przelotów bolidów (meteorów jaśniejszych od -4^m) poprawka ta może być rzędu stopni i nie należy jej pomijać. Radiant obserwowany poprawiony na opór powietrza nazywa się radiantem poprawionym (na rys. 1 R_p).

Kolejno uwzględniać należy poprawkę wynikającą z przyciągania zenitalnego. Wprowadzamy ją korzystając ze wzoru podanego w 1867 roku przez Schiaparellego:

$$\operatorname{tg}\frac{\Delta z}{2} = \frac{V' - V_g}{V' + V_g} \operatorname{tg}\frac{z}{2}$$

gdzie:

V_g — prędkość geocentryczna meteoru, V' — prędkość meteoru poprawiona na ruch wirowy Ziemi, z — odległość zenitalna radiantu poprawionego.

Z obserwacji wyznaczamy prędkość meteoru w atmosferze V_m. Uwzględniając opór powietrza możemy wyznaczyć na jej podstawie prędkość doatmosferyczną V_∞:

$$V_\infty = V_m \left[1 + \frac{Hj}{V_x^2 \sin h}\right]$$

gdzie:

h — wysokość radiantu, H — grubość atmosfery jednorodnej nad miejscem obserwacji, j — opóźnienie meteoru w atmosferze, wyznaczone ze wzorów empirycznych.

Prędkość doatmosferyczną V_∞ poprawiamy na ruch wirowy Ziemi otrzymując prędkość poprawioną V':

$$V'^2 = V_\infty^2 + U^2 - 2V_\infty U \cos\psi,$$

gdzie:

U — prędkość ruchu wirowego Ziemi, ψ — kąt pomiędzy wektorem prędkości wirowej Ziemi i prędkości doatmosferycznej V_∞.

Teraz już można obliczyć prędkość geocentryczną meteoru V_g:

$$V_g^2 = V'^2 - 2Rg,$$

gdzie R jest średnim promieniem Ziemi.

Prędkość geocentryczna V_g i prędkość poprawiona na ruch wirowy Ziemi V' są potrzebne do wyznaczenia poprawki na przyciąganie zenitalne za pomocą wzoru Schiaparellego. Radiant R_p poprawiony na przyciąganie zenitalne nazywa się radiantem topocentrycznym. Jest to właśnie punkt R_t na rys. 1.

Uwzględniliśmy poprawki radiantu wynikające z faktu, że na drodze ciała meteorowego znalazła się Ziemia ze swą atmo-

sferą hamującą lot ciała i swą masą powodującą odpowiednie do niej działanie grawitacyjne. Nie trudno się domyślić, że radiant topocentryczny R_t nie jest jeszcze radiantem prawdziwym. Uwzględniliśmy, jak dotąd, jedynie sam fakt istnienia Ziemi, ale nie uwzględniliśmy jeszcze jej ruchów, które powodują, że ruch obserwowany ciała meteorowego jest wynikiem złożenia ruchu orbitalnego i wirowego Ziemi i rzeczywistego ruchu meteorowego ciała w przestrzeni. Należy więc jeszcze poprawić radiant na ruch wirowy i obiegowy Ziemi. W ich wyniku zmieniają się obydwie współrzędne radiantu. Ruch wirowy Ziemi dookoła osi powoduje zmiany położenia radiantu nazywane aberracją dobową, mające okres jednej doby, natomiast ruch obiegowy Ziemi wokół Słońca — zmiany zwane aberracją roczną, których okres wynosi 1 rok. Poprawka współrzędnych równikowych radiantu (deklinacji δ i rektascensji α) wyraża się wzorami:

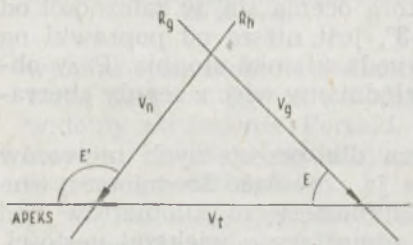
$$\Delta\alpha = \frac{V_e \cos\varphi}{V \cos\delta} \cos t_t, \qquad \Delta\delta = -\frac{V_e \cos\varphi}{V} \sin t_t \sin\delta_t$$

gdzie:

V_e — prędkość liniowa punktu na równiku, φ — szerokość geograficzna miejsca obserwacji, δ_t, t_t — współrzędne radiantu topocentrycznego, V — prędkość chwilowa meteoru.

Radiant topocentryczny poprawiony na aberrację dobową nazywa się radiantem geocentrycznym. Poprawka ta jest dla wszystkich ciał meteorowych niewielka — rzędu ułamka stopnia. Należy ją uwzględniać przy obserwacjach, których dokładność jest tego samego rzędu, a więc np. teleskopowych. Przy obserwacjach wizualnych można ją pominąć.

Efekt przemieszczenia się na niebie współrzędnych radiantu wynikający ze złożenia prędkości heliocentrycznej meteoru V_h i prędkości orbitalnej Ziemi V_t nazywamy aberracją roczną. W jej wyniku ciało meteorowe porusza się względem ziemskiego obserwatora z prędkością geocentryczną V_g.



Rys. 2 Szkic obrazujący pojęcie elongacji.

Wektor V_t prędkości orbitalnej Ziemi wskazuje na sferze niebieskiej kierunek, w którym porusza się Ziemia. Meteorytycy nazywają go apeksem ruchu Ziemi, analogicznie do apeksu

Słońca. Kąt E nazywamy elongacją radiantu geocentrycznego lub krótko elongacją. Jest to odległość radiantu R_g od apeksu. Elongacja prawdziwa — E' jest odległością kątową radiantu prawdziwego R_h od apeksu. Znając z obserwacji elongację E i mając wyznaczoną V_g (patrz wyżej) możemy z trójkąta prędkości znaleźć elongację prawdziwą E' i wartość prędkości heliocentrycznej meteoru V_h, a tym samym położenie radiantu heliocentrycznego, zwanego również radiantem prawdziwym albo rzeczywistym:

$$\operatorname{tg} E' = \frac{\operatorname{tg} E}{1 - \frac{V_t}{V_g \cos E}}, \qquad V_h = \frac{V_g \sin E}{\sin E'}.$$

Zestawmy nazwy wymienionych radiantów (R.) i ich poprawek (p.):

R. obserwowany (widomy) R_o + p. na opór powietrza = = R. poprawiony R_p,

R. poprawiony R_p + p. na przyciąganie zenit. = R. topocentryczny R_t

R. topocentryczny R_t + aberracja dobowa (p. na ruch wirowy Z.) = R. geocentryczny R_g,

R. geocentryczny R_g + aberracja roczna (p. na ruch orbit. Z.) = = R. heliocentryczny (prawdziwy) R_h.

Uwzględnianie wszystkich poprawek radiantu przy opracowaniu obserwacji meteorów jest dość skomplikowane. Dlatego nie przytaczamy tutaj wszystkich wzorów, z których można obliczyć poprawki, a tym bardziej ich wyprowadzeń. Zaawansowany obserwator meteorów odnajdzie je w podręcznikach meteorytyki. Celem artykułu nie było podanie kompletnego zestawu wzorów do obliczania poprawek radiantów, a jedynie naszkicowanie sposobu ich obliczania. W obserwacjach amatorskich, dokonywanych najczęściej okiem nieuzbrojonym, nie ma potrzeby uwzględniania wszystkich poprawek radiantu. Dokładność obserwacji bowiem, którą ocenia się, w zależności od wprawy obserwatora, na 0,5°—3°, jest niższą od poprawki na ruch wirowy Ziemi, która jest rzędu ułamka stopnia. Przy obserwacjach wizualnych nie uwzględniamy więc z reguły aberracji dobowej.

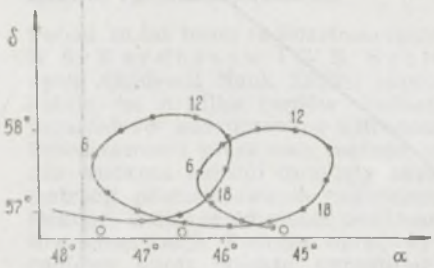
Poprawka na opór powietrza dla przeciętnych meteorów jest również niewielka i można ją pominąć. Średniomasywne meteory gasną na wysokości kilkudziesięciu kilometrów nad Ziemią zanim osiągną warstwy atmosfery o większej gęstości.

Jednak hamowanie meteoru wzrasta tym bardziej im niżej w atmosferę wniknęło ciało. Dla masywnych ciał meteorowych kończących swój lot bliżej Ziemi, które wywołują zjawisko bolidów, hamowanie jest już znacznie silniejsze niż dla mniej jasnych meteorów. Poprawka ta może osiągnąć kilka stopni, a w szczególnych przypadkach nawet kilkanaście stopni. Dlatego nie uwzględnia się poprawki na opór powietrza dla „zwykłych" meteorów, natomiast nie można jej pominąć dla bolidów.

Wartość poprawki na przyciąganie zenitalne zależy od tego, jak daleko od zenitu znajduje się radiant (patrz wzór Schiaparellego). Dla zenitu poprawka równa jest zeru, a średnio nie przekracza 1°—3°. Jednak dla bardzo wolnych meteorów obserwowanych w pobliżu horyzontu może być znacznie większa. Poprawkę na przyciąganie zenitalne należy więc uwzględniać dla wszystkich obserwacji meteorów, chyba, że są one prowadzone w pobliżu zenitu.

Dla wszystkich obserwacji meteorów oblicza się również poprawkę na aberrację roczną (ruch obiegowy Ziemi).

Reasumując, w obserwacjach wizualnych meteorów należy poprawiać wyznaczone współrzędne radiantu widomego na przyciąganie zenitalne i aberrację roczną, a w przypadku obserwacji bolidów — dodatkowo jeszcze na opór powietrza.



Rys. 3 Pętle radiantu widomego strumienia Perseid.

Z tego, co powiedziano dotąd o poprawkach radiantu Czytelnik łatwo wysnuje wniosek, że każda zmiana warunków obserwacji (pory doby, dnia w roku czy szerokości geograficznej) wywoła pozorne przemieszczenie się radiantu na sferze niebieskiej. Przemieszczenie to sumuje się z rzeczywistym przesunięciem radiantu wynikającym, jak pamiętamy, ze struktury strumienia meteorów. W wyniku tych efektów radianty zakreślają na niebie skomplikowane krzywe. Rys. 3 przedstawia pętle, jakie zatacza radiant widomy strumienia Perseid. Wykres, wykonany przez A. N. Simonienko, obejmuje dwie doby. Zaznaczone punkty oznaczają godzinę doby.

Wyznaczanie poprawek radiantu, aczkolwiek z pozoru mało ciekawe, służy jednak bardzo ważnym celom. Przy ich pomocy

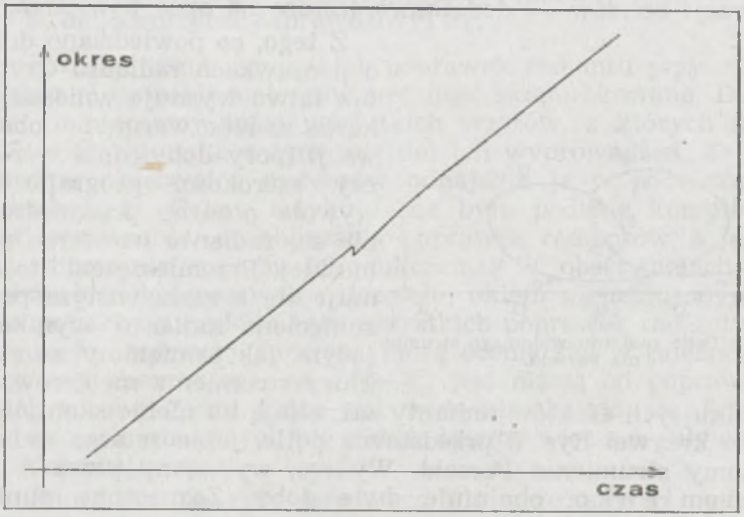
bowiem, znając sumaryczne przesunięcia radiantu, można uwolnić ruch radiantu od wpływów wynikających z warunków obserwacji i znaleźć własny ruch radiantu. Takie dane stają się przyczynkiem do badań struktury strumienia meteorów.

KRONIKA

Trzeci zarejestrowany „poślizg" pulsara w mgławicy Krab

Tempo wirowania pulsarów nie jest stałe. Okresy ich rotacji (rzędu sekund lub ułamków sekund) wydłużają się powoli, lecz dość równomiernie. Dlatego im pulsar jest starszy tym wolniej się kręci (są ważne wyjątki od tej reguły). Przyczynę tego hamowania upatruje się w oddziaływaniu krystalicznej skorupy pulsara z niezwykle silnym polem magnetycznym, o indukcji rzędu 10^{12} Gs.

Od czasu do czasu jednak zdarza się niektórym pulsarom gwałtowne przyspieszenie rotacji, po czym zazwyczaj następuje powolny powrót do sytuacji wyjściowej. Rysunek przedstawia schematycznie przebieg tego zjawiska. Taki „poślizg" nazywany jest przez astronomów słowem „glicz" *. Brzmi ono dla polskiego ucha na tyle swojsko, że chyba pozwolimy sobie go używać.



* W amerykańskiej wersji języka angielskiego słowo glitch jest terminem technicznym oznaczającym nagłą awarię. Do Ameryki trafiło za pośrednictwem języka jidisz, a pochodzi z hebrajskiego, gdzie „galasz" znaczy poślizg.

Najbardziej znany jest pulsar w mgławicy Krab. Powstały po wybuchu supernowej w 1054 roku kręci się bardzo szybko — jego doba trwa ok. 0,033 s. Widoczny przez teleskopy optyczne, jasny także w innych dziedzinach widma, jest stale „pilnowany" przez astronomów (między innymi w Obserwatorium Astronomicznym w Piwnicach koło Torunia).

Pulsar w Krabie odkryty został w 1968 roku, a już w rok później zaobserwowano jego pierwszy glicz. Okres obrotu skrócił się wówczas o 1/100000000 swej wartości. Drugi glicz, w roku 1975 był czterokrotnie silniejszy. Na trzecie takie zjawisko trzeba było czekać 11 lat. Zdarzyło się ono 25 sierpnia 1986 r. około godziny 22 UT. W godzinę później astronomowie brytyjscy A. G. Lyne i R. S. Pritchard skierowali na Kraba 12,5 m radioteleskop w Jodrell Bank. Okazało się, że okres obrotu pulsara skrócił się o ok. $3{,}06 \cdot 10^{-10}$ s, czyli o 9 miliardowych pierwotnej wartości (podobnie jak w 1969 roku). Jednocześnie zwiększyło się jednak tempo wydłużania okresu. Po około 30 dniach wszystko wróciło do normy.

Taki przebieg zjawiska potwierdza, zdaniem autorów odkrycia, dwuskładnikowy model gwiazdy neutronowej, według którego składa się ona ze stałej skorupy i nadciekłego neutronowego wnętrza. Na skutek hamowania skorupy część owego wnętrza rotuje szybciej niż ona sama. Glicz jest skutkiem oddziaływania wirów powstających w nadciekłej materii wnętrza z siecią krystaliczną skorupy.

Wg *Jodrell Bank Preprint*, No. 826

MAREK MUCIEK

Rozwój radiointerferometrii

Ponad 20 lat temu radioastronomowie radzieccy L. I. Matwiejenko, N. S. Kardaszew i G. B. Szołomickij (Instytut Badań Kosmicznych Akademii Nauk ZSRR) zaproponowali metodę pozwalającą radykalnie, bo o kilka rzędów wielkości poprawić jeden z podstawowych parametrów instrumentów astronomii radiowej — rozdzielczość kątową. Przedstawiona przez nich metoda, nazywana radiointerferometrią z bardzo wielkimi bazami (przyjęty akronim angielski: VLBI), polega na rejestracji promieniowania radiowego obiektu przez dwa lub więcej teleskopy, znacznie od siebie oddalone, przy ścisłej synchronizacji momentów obserwacji. Podczas opracowywania ich zapisów rekonstruuje się radiowy obraz obiektu, symulując jak gdyby pracę radioteleskopu o średnicy równej odległości między punktami obserwacji. Od rozmiarów anteny (apertury) zależy bowiem osiągalna rozdzielczość kątowa obserwacji. Im większa odległość między radioteleskopami tworzącymi system interferometryczny, czyli baza, tym większa rozdzielczość. Naturalnym ograniczeniem dla radiointerferometrii ziemskiej są rozmiary naszego globu, limitujące osiągalną rozdzielczość. Ów limit osiągnięty został w połowie lat 70-tych, kiedy rozpoczęto obserwacje za pomocą globalnej sieci VLBI, obejmującej większość dużych anten na Ziemi. Otrzymano podczas nich ważne informacje o strukturze aktywnych jąder galaktycznych, kwazarów, obszarów powstawania gwiazd itd. Okazało się jednak szybko, że dla zrozumienia procesów zachodzących w tych obiektach, a także dla rozwiązania innych problemów współczesnej astrofizyki, konieczne staje się osiągnięcie jeszcze większej rozdzielczości kąto-

wej. Wymaga to stosowania radiointerferometrów o bazie dłuższej niż średnica Ziemi, czyli wyniesienia przynajmniej jednej anteny w Kosmos. Ważnym krokiem w tym kierunku było umieszczenie pierwszego radioteleskopu na orbicie wokółziemskiej. Instrument KRT-10 o średnicy 10 metrów pracował w roku 1979 na pokładzie stacji orbitalnej Salut-6.

W lipcu 1986 międzynarodowa grupa astronomów z USA, Australii, Japonii i kilku innych krajów, przeprowadziła pierwszy eksperyment VLBI łączący obserwacje naziemne i kosmiczne. W charakterze kosmicznego elementu stystemu interferometrycznego wykorzystano amerykańskiego satelitę TDRSS, którego głównym zadaniem jest przekazywanie danych między Ziemią, a aparatami kosmicznymi znajdującymi się na niskich orbitach. Geosynchroniczny satelita TDRSS posiada dwie anteny paraboliczne o średnicy 4,9 m. W opisywanym eksperymencie VLBI wykorzystano obie: jedna obserwowała obiekt, druga odbierała sygnał z Ziemi, umożliwiający synchronizację obserwacji ziemskich i kosmicznych, dokonywaną podczas późniejszej obróbki. Jako „ziemską" część instrumentarium eksperymentu wykorzystano 64-metrowe anteny stacji Deep Space Network w Tidbinbilla (Australia) i Instytutu Astronautyki i Badań Kosmicznych w Usuda (Japonia). Pracami kierowano z centrum znajdującego się w White Sands (USA). Szczególną trudność sprawił wybór obiektów, które miały być obserwowane. Musiały one spełnić kilka warunków: powinny były być na tyle silnymi radioźródłami, by małe rozmiary anteny satelity TDRSS nie stanowiły istotnej przeszkody, musiały znajdować się wewnątrz dość ostrego stożka opisywanego wokół linii łączącej satelitę z Ziemią (co wynikało z ograniczonych możliwości reorientacji anteny TDRSS), ich obrazy radiowe powinny były w końcu zawierać zwarte i radiowo jasne detale. Warunki te spełniały kwazary 1510—089, 1741-038 oraz NRAO 0539. Podczas obserawcji we wszystkich trzech przypadkach zarejestrowana została interefrencja, co uznano za potwierdzenie prawidłowości założeń technicznych, na których oparto eksperyment. Ma to duże znaczenie dla powodzenia misji wyspecjalizowanych satelitów radioastronomicznych, których start przewidywany jest w nadchodzących latach. Będą to radziecki RADIOASTRON oraz konstruowany przez Europejską Egencję Kosmiczną QUASAT. W przygotowaniach do tych misji udział biorą najpoważniejsze obserwatoria radioastronomiczne z całego świata.

Wg *Science*, 1986, **234**, 187

ZBIGNIEW PAPROTNY

NOWOŚCI WYDAWNICZE

Oldřich Hlad, Jitka Weiselová: **Souhvězdi naši oblohy**, Vydavatelstvo ČTK-Pressfoto, Praha 1986, stron 28 + 51 map, cena 52 Kčs

Znowu wypada zasygnalizować ukazanie się ciekawego wydawnictwa czechosłowackiego. Tym razem chodzi o kieszonkowy atlas nieba, którego wydanie inspirował „serial" publikowany swego czasu na łamach bratniego miesięcznika *Říše hvězd*. Mimo niewielkiej objętości i małego formatu (mamy właściwie do czynienia z odpowiednio dobranym zbiorem barwnych widokówek) można go uważać za podręczną encyklopedię o obiektach, które w naszych szerokościach geograficznych dostępne są

do obserwacji gołym okiem lub za pomocą lornetki. Każda widokówka stanowi pewnego rodzaju całość, na jej poprzedniej stronie znajduje się barwna mapka danego gwiazdozbioru, na odwrotnej zaś tabele zawierające najważniejsze informacje o prezentowanych obiektach. Na mapkach zaznaczone są gwiazdy do 4,5 wielkości gwiazdowej (w niektórych przypadkach nawet do 5,5 wielkości gwiazdowej), gwiazdy zmienne osiągające w maksimum blasku co najmniej 8,0 wielkości gwiazdowej, gwiazdy podwójne o składnikach jaśniejszych niż 5,1 i 8,1 wielkości gwiazdowej i oddalonych przynajmniej o 2″, mgławice i galaktyki do 10,25 wielkości gwiazdowej, gromady otwarte do 8,25 wielkości gwiazdowej, gromady kuliste do 9,25 wielkości gwiazdowej, najbardziej znane pozostałości po supernowych i najważniejsze radioźródła. Na kilku ostatnich widokówkach dano poglądowe wykresy graficzne, ułatwiające korzystanie z tego „mini-atlasu" i pozwalające na lepsze zrozumienie niektórych pojęć astronomicznych. Wszelkie objaśnienia podane są zarówno w języku czeskim, jak i rosyjskim, angielskim, niemieckim, węgierskim i polskim. To jeszcze bardziej rozszerza krąg potencjalnych użytkowników tej interesującej publikacji.

STANISŁAW R. BRZOSTKIEWICZ

PORADNIK OBSERWATORA

Zakrycia gwiazd przez Księżyc widoczne w Polsce w I półroczu 1988 r.

Rok 1988 przyniesie znacznie więcej interesujących zakryć niż lata ubiegłe, a to za sprawą przede wszystkim zakryć Plejad. Na ten temat była już mowa w jednym z poprzednich numerów *Uranii*. Pierwsze zakrycie Plejad nastąpi już 27 stycznia wieczorem, zaś następne: nad ranem 6 sierpnia i 27 października oraz wieczorem 20 grudnia 1988 r. Niektóre zakrycia Plejad będą miały miejsce także w dzień lub nisko nad horyzontem, co praktycznie uniemożliwi ich dostrzeżenie.

Podczas zakryć 27 stycznia dojdzie do niezwykle ciekawego brzegowego przesłonięcia gwiazdy η Byka (Alcyone). Będzie to zajwisko tym bardziej interesujące, że nastąpi przy ciemnym brzegu Księżyca. Gwiazda zostanie zakryta na północ od przybliżonej linii: Nowa Sól — Leszno — Kalisz — Pabianice —Kozienice — Włodawa. Będzie to najlepsze do obserwacji zakrycie brzegowe w całym roku, chociaż zdarzy się jeszcze kilka podobnych, szczególnie z gromady Plejad.

Przed zapoznaniem się z dokładniejszymi danymi o zakryciach w I półroczu, warto omówić zjawiska dla całego roku. Prócz zakryć Plejad, dojdzie w dniu 7 października nad ranem do zakrycia, które można śmiało nazwać zjawiskiem astronomicznym roku 1988 w Polsce. Mowa o zakryciu Wenus, nisko nad wschodnim horyzontem, ale na tle ciemnego jeszcze nieba. Tego rodzaju zakrycia Wenus, widoczne na niebie nie rozjaśnionym, są bardzo rzadkie (w Polsce, przykładowo dotyczy to lat: 1958, 1980, 1988 i 2008). Z innych jaśniejszych gwiazd będą zakrywane: π Skorpiona (10 marca i 30 maja), τ Skorpiona (27 czerwca i 17 października), ϱ Lwa (23 maja i 30 listopada), oraz κ Bliźniąt (16 czerwca i 24 grudnia).

Tabela 1

Zakrycia gwiazd przez Księżyc,
widoczne w Polsce w I półroczu 1988 r.
Dane ogólne.

Data UT		Nazwa gwiazdy	Nr ZC	Jasn.	Zj.	P	T	A_k	H_k	H_s	Faza Księżyca
I	12^d03^h	50 Vir	1888	$6^m.2$	R.D.	320°	60 N	-10°	30°		51-%
	15 05		2250	7.3	R.D.	270	80 S	-20	10	-10	21-
	24 19		X 01622	7.2	D.D.	45	70 N	+70	30		38+
	26 22	47 Ari	0435	5.8	D.D.	100	65 S	+90	25		60+
	27 18	16 Tau (Celaeno)	0536	5.4 S	D.D.	50	60 N	+15	60		69+
	27 18	17 Tau (Electra)	0537	3.8 S	D.D.	90	80 S	+10	60		69+
	27 19	19 Tau (Taygeta)	0539	4.4 S	D.D.	10	20 N	+35	60		69+
	27 19	20 Tau (Maja)	0541	4.0 S	D.D.	50	60 N	+30	60		69+
	27 19	21 Tau (Asterope)	0542	5.8	D.D.	5	20 N	+50	55		69+
	27 20	η Tau (Alcyone)	0552	3.0 W	D.D.	160	10 S	+60	50		69+
	27 20	η Tau (Alcyone)	0552	3.0 W	R.B.	170	-5 S	+60	50		69+
	30 03	136 Tau	0890	4.5 S	D.D.	145	40 S	+125	10		88+
II	8 22	550 B. Vir	1949	5.8	R.D.	355	30 N	-60	5		70-
	20 17	60 Psc	0098	6.2	D.D.	40	65 N	+70	25		13+
	22 18		0375	6.8 S	D.D.	60	80 N	+65	40		32+
III	10 00	π Sco	2287	3.0 S	D.B.	40	-20 N	-40	5		65-
	10 01	π Sco	2287	3.0 S	R.D.	5	10 N	-35	5		65-
	12 04	W Sgr	2609	4.3 S	R.D.	280	80 N	-15	5	-10	42-,
	21 19		X 04139	7.4 W	D.D.	100	60 S	+105	15		18+
	23 18		0746	6.8 W	D.D.	165	5 S	+70	50		36+
	23 20	38 B. (Aur)/Tau	0756	6.5	D.D.	90	85 S	+120	15		37+
	23 22		0773	6.4 W	D.D.	65	70 N	+95	35		37+
	24 19		X 08040	7.0	D.D.	115	60 S	+70	50		46+
	27 21	γ Cnc (Asellus Bor.)	1308	4.7 S	D.D.	110	90 S	+60	45		75+
IV	18 20	17 Tau (Electra)	0537	3.8 S	D.D.	60	80 N	+125	5		7+
	18 21	23 Tau (Merope)	0545	4.2	D.D.	100	60 S	+135	0		7+
	19 19		0701	6.5	D.D.	20	35 N	+105	25	-10	13+
	19 19		0701	6.5	R.B.	340	-5 N	+110	20		13+
V	19 19		1089	6.8	D.D.	80	75 N	+105	25	-10	16+
	21 19		1329	6.8 W	D.D.	150	45 S	+75	35		32+
	23 23	p Leo	1547	3.8 W	D.D.	165	40 S	+105	0		53+
	30 20	π Sco	2287	3.0 S	D.D.	60	85 N	-15	10		99+
VI	16 18	κ Gem	1170	3.7 W	D.D.	165	20 S	+105	20	0	6+
	18 19	12 B. Leo	1395	6.3	D.D.	190	10 S	+110	15	-5	18+
	20 20	56. Leo	1589	6.0	D.D.	145	60 S	+85	10	-10	36+
	27 21	π Sco	2383	2.9	D.D.	130	45 S	+10	10		95+
	27 22	π Sco	2383	2.9	R.B.	245	-70 S	+25	5		95+

Oznaczenia:

Nr ZC — wg katalogu gwiad zodiakalnych Robertsona oraz Suplementu USNO (ozn. X)
W, S — gwiazda podwójna wizualnie, spektroskopowo
D.D. — zakrycie przy ciemnym brzegu
R.D. — odkrycie przy ciemnym brzegu
D.B. — zakrycie przy jasnym brzegu
R.B. — odkrycie przy jasnym brzegu
P — kąt pozycyjny od bieguna
T — kąt pozycyjny od terminatora
Ak, Hk — azymut i wysokość Księżyca
Hs — wysokość Słońca

Faza Księżyca — procent oświetlonej tarczy: + faza rosnąca, — faza malejąca

Tabela 2

Momenty zjawisk dla: Poznania, Wrocławia, Łodzi, Grudziądza, Krakowa, Olsztyna, Warszawy, Krosna i Lublina
oraz współczynniki przeliczeniowe

Data	UT	Po	Wr	Łd	Gr	Kr	Ol	Wa	Ks	Lu	A	B
I^d	12^{h}03^h	56^m.5	57^m.5	59^m.4	57^m.4	61^m.1	58^m.7	60^m.5	63^m.4	62^m.8	-0.9	-0.8
	15 05	-	-	-	-	10.4	-	-	13.1	15.5	-1.4	+0.8
	24 19	20.9	20.9	22.6	22.2	23.0	23.4	23.6	24.4	24.7	-0.7	0.0
	26 22	09.1	11.7	11.2	07.8	14.8	07.9	10.9	16.0	13.1	-0.3	-1.9
	27 18	30.7	28.9	33.1	34.6	31.6	37.2	35.9	34.1	36.9	-1.4	+1.3
	27 18	22.0	22.2	26.2	24.9	27.5	27.6	28.8	31.3	31.8	-1.7	-0.2
	27 19	16.0	09.2	14.5	-	08.4	-	18.2	09.7	15.8	-1.0	+4.7
	27 19	08.6	07.2	11.3	12.3	10.3	14.9	14.0	12.6	15.3	-1.4	+1.0
	27 19	-	-	-	-	46.5B	-	-	44.8B	-	-	-
	27 20	18.2	-	29.3B	13.7	-	14.7	25.1B	-	-	-	-
	27 20	39.9	-	36.5B	47.8	-	51.2	45.0B	-	-	-	-
	30 03	42.8	44.6	41.2	38.7	44.0	36.8	39.0	-	39.3	+0.9	-1.8
II	8 22	-	-	52.7	-	54.7	-	51.4	54.8	52.5	+0.3	-1.5
	20 17	26.7	26.4	27.9	28.1	27.9	29.0	28.8	28.9	29.4	-0.5	+0.2
	22 18	12.6	12.9	15.2	14.3	16.2	15.9	16.7	18.4	18.5	-1.0	-0.2
III	10 00	52.9B	46.9B	-	-	52.5B	-	-	-	-	-	-
	10 01	05.2B	09.2B	-	-	06.7B	-	-	01.3B	-	-	-
	12 04	14.0	13.5	17.1	17.0	16.8	19.4	19.5	19.5	21.3	-1.4	+0.5
	21 19	60.6	62.9	61.4	58.6	64.5	58.0	60.5	64.7	61.9	+0.1	-1.7
	23 18	-	-	-	18.8B	-	17.1B	28.4B	-	-	-	-
	23 20	39.3	41.1	39.6	37.5	41.7	36.7	38.6	41.6	39.4	-0.7	-0.9
	23 22	21.6	22.9	24.0	22.0	25.8	23.0	24.7	27.4	26.5	+0.2	-1.3
	24 19	28.1	31.1	31.4	27.4	35.6	28.2	31.7	-	34.8	-0.7	-2.1
	27 21	43.7	46.1	47.2	43.6	50.6	44.7	47.9	53.0	51.0	-0.9	-1.8
IV	18 20	36.4	37.3	36.2	35.3	37.2	34.8	35.6	36.9	35.7	+0.3	-0.6
	18 21	06.0	-	-	03.4	-	02.0	-	-	-	+0.6	-1.2
	19 19	03.3	02.5	05.9	07.8	04.9	14.9B	09.1	06.7	09.7	-1.3	+1.2
	19 19	-	-	-	22.5	-	-	24.9	-	-	-	-
V	19 19	37.8	39.7	39.4	36.9	41.8	37.0	39.2	42.7	40.8	-0.3	-1.4
	21 19	-	24.6	22.9	-	27.1	-	21.8	17.9	24.1	0.0	-2.5
	23 23	62.6	65.1	-	60.0	-	-	-	-	-	+0.3	-0.2
	30 20	49.0	47.8	53.4	54.1	52.0	58.0	57.4	55.8	59.6	-2.1	+1.3
VI	16 18	53.4	56.4	52.8	49.4	56.6	47.6	50.6	55.7	51.6	+0.8	-2.3
	18 19	65.2	69.4	63.9	60.0	68.5	57.4	61.1	67.4	62.2	+1.1	-2.9
	20 20	59.7	62.4	61.1	57.6	64.7	57.0	60.2	65.4	62.2	0.0	-2.1
	27 21	41.3	42.2	45.2	43.1	47.0	45.2	47.2	54.2	50.2	-1.4	-0.7
	27 21	44.2	45.2	47.8	45.8	49.4	47.5	49.4	51.9	51.8	-1.2	-0.7

B - zakrycie bliskie brzegowemu

W tabelach zawarto szczegółowe dane o zakryciach w I półroczu 1988 r. Dotyczą one zakryć, widocznych bez trudności nawet przez niewielkie teleskopy. Konkretnie, dane te stanowią wyciąg z efemeryd, nadesłanych przez US Naval Observatory w Waszyngtonie dla czynnych obserwatorów z Sekcji Obserwacji Pozycji i Zakryć PTMA. Wybrano te zjawiska, które są scharakteryzowane przez dwa najwyższe liczbowo kody obserwowalności w systemie USNO. Dla przypomnienia, przeliczenie momentów zjawisk na inne miejscowości jest możliwe przy zastosowaniu wzoru:

$$T = T_0 + A \cdot (\lambda - \lambda_0) + B \cdot (\varphi - \varphi_0)$$

gdzie:

T — szukany moment zjawiska dla miejscowości, o współrzędnych geograficznych λ, φ

T_0 — moment dla miasta „bazowego" (jednego z przyjętych w tabeli) o współrzędnych λ_0, φ_0.

A, B — współczynniki przeliczeniowe wg tabeli, w jednostkach minuty/stopień.

Uwaga: Długość geograficzną wschodnią należy traktować jako ujemną.

Przedstawione dane o zakryciach mogą być pomocne do obserwacji pokazowych lub treningowych, gdyż nie zawierają pełnej informacji o zjawiskach. Takie pełne efemerydy otrzymuje każdy czynny obserwator dla swojego punktu obserwacyjnego na cały rok. Przykładowo, błąd przewidywanego momentu zjawiska wynosi najczęściej kilka sekund. Są też podane inne dane, np. kod podwójności gwiazdy, jej współrzędne, przebiegi bliskich granic dla zakryć brzegowych i in. Warunkiem otrzymywania pełnej efemerydy jest oczywiście podjęcie i kontynuowanie regularnych obserwacji.

MAREK ZAWILSKI

KRONIKA HISTORYCZNA

Jan Walery Jędrzejewicz (1835—1887)

Wśród polskich astronomów-miłośników na pierwsze miejsce wysuwa się Jan Walery Jędrzejewicz. Jego warsztat pracy i działalność naukowa stawiają go w jednym rzędzie z astronomami zawodowymi.

Urodził się w Warszawie 14 kwietnia 1835 r. Po uzyskaniu tam średniego wykształcenia początkowo podjął studia na wydziale architektury Szkoły Sztuk Pięknych w Warszawie, wkrótce jednak przeniósł się do Moskwy na studia medyczne. Odbył je w latach 1856—1861 utrzymując się z korepetycji i lekcji muzyki. Uzyskawszy dyplom lekarski odbył roczną podróż naukową za granicę, a następnie w 1862 r. osiadł na stałe w Płońsku (w dzisiejszym województwie ciechanowskim), gdzie rozpoczął praktykę lekarską, którą zajmował się do końca życia.

Medycyna nie pochłaniała go bez reszty. Wolne chwile poświęcał astronomii, którą się poważnie zainteresował. Przez 10 lat wytrwale studiował samodzielnie tę naukę, kompletował bibliotekę oraz gromadził fundusze. Następne dwa lata poświęcił na wybudowanie i wyposażenie własnego obserwatorium, swym poziomem dorównującego uniwersyteckim.

W początkowym okresie obserwatorium Jędrzejewicza obejmowało salę południkową i kopułę. Sała południkowa o rozmiarach 4 na 5 m zawierała 4 murowane słupy odizolowane od budynku. Na dwóch z nich spoczywało małe koło południkowe wykonane w Warszawie przez Gerlacha. Na trzecim słupie znajdował się kolimator zastępujący mirę południkową, zaś na czwartym zainstalowany był dobry zegar wahadłowy.

Posiadająca 4 m średnicy kopuła zawierała zbudowany w 1874 r. przez Steinheila ekwatoriał z obiektywem o średnicy 16,2 cm zaopatrzony w mikrometr pierścieniowy. Instrument ten nie miał jednak mechanizmu zegarowego i obracany był kluczem. Po 1882 r. Jędrzejewicz nabył od spadkobierców częstochowskiego miłośnika astronomii Antoniego Lewickiego (1816-1882) (patrz *Urania* nr 5/1982) refraktor Cooka z obiektywem o średnicy 14 cm, dla którego wybudował drugą kopułę. Przyrządy pomocnicze obejmowały spektroskopy słoneczne, helioskop polaryzacyjny, mikrometr niktowy oraz mały spektroskop do obserwacji widm planet i gwiazd. W kopule zainstalowany był zegar wahadłowy sterowany przez główny zegar w sali południkowej. Wśród mniejszych instrumentów były jeszcze dwie lunetki, jedna z obiektywem o średnicy 4 cali, druga — 3 cali.

Wstępne obserwacje Jędrzejewicza obejmowały wyznaczenie współrzędnych geograficznych obserwatorium, badanie instrumentów oraz pewną liczbę obserwacji planet oraz protuberancji i plam słonecznych. W swej zasadniczej działalności obserwacyjnej Jędrzejewicz skoncentrował się w pierwszym rzędzie na gwiazdach podwójnych. Dla 345 takich gwiazd wykonał 7602 pomiary odległości kątowych i 10433 wyznaczenia kątów pozycyjnych. Obserwacje jego stały na dobrym europejskim poziomie i — podobnie jak i inne — były publikowane w czasopiśmie naukowym *Astronomische Nachrichten* (Wiadomości Astronomiczne). Weszły potem w skład wielkiego katalogu gwiazd podwójnych zestawionego przez S. W. Burnhama (1838—1921).

Dorywczo Jędrzejewicz wyznaczał pozycje komet, obserwował planety i Słońce. W sierpniu 1887 r. wyjechał wraz z odpowiednimi instrumentami do Wilna celem obserwowania całkowitego zaćmienia Słońca. Niestety pogoda nie dopisała.

Wzorem innych obserwatoriów Jędrzejewicz prowadził też obserwacje meteorologiczne, a wyniki ich ogłaszał w wydawnictwach periodycznych.

Jędrzejewicz nie ograniczał się do obserwacji. Zajmował się też popularyzacją astronomii wygłaszając nie tylko w Płońsku, ale i w Warszawie odczyty cieszące się dużą popularnością. A w 1886 r. wydał w Warszawie *Kosmografię*, świetny nowoczesny polski podręcznik astronomii odzwierciedlający stan ówczesnej wiedzy w tym zakresie (patrz *Urania* nr 6/1986).

Owocną tę działalność przerwało zakażenie się tyfusem, które doprowadziło do zgonu 19 grudnia 1887 r.

Po dłuższej przerwie, bo w 1896 r. warszawska grupa entuzjastów nauki zgromadziła odpowiednie fundusze i wykupiła od wdowy po Jędrzejewiczu jego obserwatorium. Instrumenty przewieziono do Warszawy i zainstalowano na dziedzińcu Szkoły Technicznej Wawelberga i Rotwanda (ul. Mokotowska 6). Nowe to obserwatorium otrzymało imię Jana Jędrzejewicza. W 1898 r. rozpoczęto w nim obserwacje prowadzone przez amatorów, nie miały one jednak tej wartości, co obserwacje Jędrzejewicza. Zresztą po kilkunastu latach działalność ta zamarła.

Działalność astronomiczna Jędrzejewicza została — w wyniku inicjatywy PTMA — upamiętniona w 1957 r. odsłonięciem na domu, w którym mieszkał w Płońsku (ul. Ciechanowska 22), tablicy pamiątkowej.

PRZEMYSŁAW RYBKA

Stulecie wydania „Kanonu zaćmień" Th. von Oppolzera

W roku bieżącym mija 100 lat od ukazania się drukiem słynnego *Kanonu Zaćmień* (niem. *Canon der Finsternisse*) autorstwa austriackiego astronoma Th. R. v. Oppolzera. Dzieło to było wówczas pierwszym, które w sposób kompletny zestawiało przeszłe i przyszłe zaćmienia Słońca i Księżyca, podając jednocześnie dane do wyznaczenia przebiegu tych zjawisk.

Prace nad stworzeniem katalogu zaćmień były prowadzone już znacznie wcześniej, a polegały głównie na zestawieniu momentów syzygiów (nowiu i pełni Księżyca w celu weryfikacji obserwacji historycznych, pomocnych w analizach chronologicznych. W tej dziedzinie zasłużyli się szczególnie uczeni francuscy A. Pingré (1787) i C. Largeteau (1843). W połowie XIX w. P. Hansen opracował nową teorię ruchu Księżyca, a ponadto wydał drukiem własne tablice syzygiów (1857) oraz teorię zaćmień Słońca i zjawisk pokrewnych (1859). Pod koniec XIX w. prace nad skatalogowaniem zaćmień nabrały przyspieszenia. Nowe tablice zaćmień zestawili: S. Newcomb (1882), P. Lehmann (1882), a także Th. v. Oppolzer (1881). W r. 1883 ten ostatni opublikował też tablice do obliczania przebiegu zaćmień Księżyca. Jednakże wszystkie te prace nie informowały wprost o przebiegu samych zaćmień, a opublikowane tam dane wymagały od posługującego się nimi wykonywania skomplikowanych przeliczeń. Było to szczególnie uciążliwe dla osób, nie będących astronomami, np. dla historyków. Znacznym ułatwieniem stał się więc wydany w 1887 r. *Kanon Zaćmień*. I chociaż nie stanowi ón zupełnie nowego i niezależnego opracowania, to właśnie przez swoją kompletność i przejrzystość treści przyniósł autrowi zasłużoną sławę.

Jak wiadomo, *Kanon* zawiera dane na temat 8000 zaćmień Słońca w okresie od —1207 do 2161 r. oraz 5200 zaćmień Księżyca w okresie od —1206 do 2163 r. Są one zawarte w tablicach oraz, w przypadku zaćmień Słońca, także na planszach (mapach). We wstępie do dzieła są podane formuły, umożliwiające obliczenie przebiegu zaćmień Słońca dla dowolnego punktu kuli ziemskiej w obszarze objętym zaćmieniem. Jednak obszaru tego nie da się z danych *Kanonu* od razu określić, gdyż podane są jedynie przebiegi pasów zaćmień centralnych. Dane liczbowe są oparte o wcześniejsze publikacje autora, a więc odpowiadają teorii ruchu Księżyca opracowanej przez P. Hansena. W stosunku do zaćmień historycznych wprowadzono jednak własne korekty, wykorzystując analizy starożytnych obserwacji przeprowadzone przez F. K. Ginzela. Ginzel opublikował jednak zestawienie obserwacji starożytnych dopiero w r. 1899, dlatego też dane *Kanonu* nie są zbyt dokładne dla zaćmień wczesnych, przed czym Oppolzer zastrzega się zresztą w przedmowie. R. Schram podał nawet na podstawie roboczych danych Ginzela tablice poprawek do *Kanonu* (1899). Przykładowo, błąd zaćmienia dla początku naszej ery wynosi około 20 minut, zaś dla roku —1200 już 75 minut.

Interesująca jest sprawa samego opracowania *Kanonu*, gdyż ogrom obliczeń (wykonywanych ręcznie) wymagał specjalnej organizacji pracy. Obliczenia były prowadzone na podstawie tablic syzygiów w tzw. cyklach — okresach około 28-letnich — w których następowały pewne systematyczne zmiany współczynników obliczeniowych. W związku z tym sporo obliczeń sprowadzało się do dodawania pewnych wyrazów szeregów. Aby uniknąć błędów rachunkowych każdy cykl był opraco-

wywany przez dwóch rachmistrzów niezależnie. Ogółem obliczono dane zaćmień dla 121 cykli. Obliczano także wzajemnie skojarzone parametry, co dodatkowo eliminowało błędy rachunkowe. Po zakończeniu obliczeń wykonano jeszcze ostateczną kontrolę wyników, wykrywając kilka błędów.

Warto poznać nazwiska rachmistrzów, którzy w większości publikacji na temat *Kanonu* pozostają „bezimienni", a których praca praktycznie przyczyniła się do powstania dzieła. Byli to: E. Mahler, B. Schwarz, J. Strobl, F. Anton, F. K. Ginzel, E. F. v. Haerdtl, N. Herz, M. W. Meyer, H. F. Rüling. Trzej pierwsi wykonali przeważającą część obliczeń dotyczących zaćmień Słońca, zaś zaćmienia Księżyca obliczali niezależnie od siebie J. Strobl i F. K. Ginzel.

Kanon Zaćmień został przedstawiony po raz pierwszy na posiedzeniu Oddziału Matematyczno-Przyrodniczego Cesarskiej Akademii Nauk we Wiedniu w dniu 25 października 1885 r. Ukazał się drukiem w r. 1887 jako publikacja tejże Akademii (której Oppolzer był członkiem rzeczywistym) — 52 tom prac Oddziału Matematyczno-Przyrodniczego.

W późniejszych latach dane Oppolzera były kilkakrotnie poprawiane, powstało też kilka prac o podobnym charakterze. Przykładami mogą być: *Specjalny Kanon Zaćmień* J. Schrötera dla zaćmień widocznych w Europie w latach 800—1800 (1923), *Specjalny Kanon Zaćmień* P. Neugebauera dla lat 900—4200 p.n.e. i obszaru Azji Mniejszej i Egiptu (1931), czy też dokładny indeks syzygiów C. Schocha (1928). Były to już prace oparte o teorię Browna ruchu Księżyca. Jednak *Kanon Zaćmień* Th. v. Oppolzera pozostał pewnym standardem i wzorcem. Spełnia swoją rolę jeszcze obecnie, a o przydatności dla miłośników astronomii nie trzeba chyba nikogo przekonywać.

MAREK ZAWILSKI

KALENDARZYK ASTRONOMICZNY

Opracował G. Sitarski **Marzec 1988 r.**

Słońce

W punkcie równonocy wiosennej znajdzie się w tym roku 20 marca o 10^h39^m. Punkt ten nosi nazwę „punktu Barana" (zaczyna się od niego znak Barana, pierwszy ze znaków Zodiaku) i spełnia dość ważną rolę w astronomii: od niego mierzy się na niebie współrzędne kątowe, rektascensję i długość ekliptyczną. Chwilę, w której Słońce znajdzie się w punkcie Barana, uważamy za początek wiosny astronomicznej.

W ciągu marca dnia przybywa prawie równo o dwie godziny: w Warszawie 1 marca Słońce wschodzi o 6^h22^m, zachodzi o 17^h16^m, a 31 marca wschodzi o 5^h13^m, zachodzi o 18^h9^m.

W marcu zdarzy się całkowite zaćmienie Słońca, w nocy $17/18^d$, a więc u nas niewidoczne. Zaćmienie widoczne będzie w Południowej Azji, na Pacyfiku i w Północnej Australii.

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

Data 1988	P	B_0	L_0	Data 1988	P	B_0	L_0
III 1	—21°74	—7°22	181°67	III 17	—24°86	—7°09	330°83
3	—22.22	—7.23	155.32	19	—25.14	—7.04	304.47
5	—22.68	—7.24	128.97	21	—25.38	—6.97	278.10
7	—23.10	—7.23	102.62	23	—25.59	—6.90	251.73
9	—23.51	—7.22	76.26	25	—25.78	—6.82	225.36
11	—23.89	—7.20	49.91	27	—25.94	—6.74	198.98
13	—24.24	—7.17	23.55	29	—26.07	—6.64	172.60
15	—24.56	—7.14	357.19	31	—26.17	—6.54	146.22

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy; B_0, L_0 — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy.
$15^d7^h53^m$ — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.

Księżyc

Bezksiężycowe noce będziemy mieli w drugiej połowie marca, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: pełnia 3^d17^h, ostatnia kwadra 11^d12^h, nów 18^d3^h i pierwsza kwadra 25^d6^h. W perygeum Księżyc znajdzie się 16 marca, a w apogeum dwukrotnie: 1 i 29 marca. W marcu tarcza Księżyca zakryje trzy ciała niebieskie: Kłos Panny, Antaresa i Merkurego, ale zjawiska te będą u nas niewidoczne. Widoczne natomiast będzie częściowe zaćmienie Księżyca, które zdarzy się wieczorem 3 marca, ale właściwie będzie to zaćmienie półcieniowe, bo w cieniu Ziemi znajdzie się tylko brzeg tarczy Księżyca zaledwie na 14 minut i będzie to praktycznie prawie niezauważalne.

Planety i planetoidy

W marcu Merkury znajdzie się w największym zachodnim odchyleniu od Słońca i teoretycznie powinien być widoczny rankiem nad wschodnim horyzontem jako gwiazda około zerowej wielkości, ale znajduje się w niekorzystynm położeniu względem Słońca i Ziemi i praktycznie jest trudny do obserwacji. Nad ranem też wschodzi Saturn i widoczny jest jako gwiazda +0,5 wielkości w gwiazdozbiorze Strzelca. Natomiast wieczorem nad zachodnim horyzontem pięknie błyszczy Wenus jako jasna gwiazda —4,3 wielkości, wieczorem też zachodzi Jowisz, też jasny, ale znacznie słabszy od Wenus, bo „tylko" —2,1 wielk. gwiazd. Mars wschodzi po północy i widoczny jest nad ranem jako czerwona gwiazda +1 wielkości nisko nad południowym horyzontem. Uran i Neptun są jeszcze niewidoczne (zbyt blisko Słońca), a Pluton widoczny jest już w drugiej połowie nocy w gwiazdozbiorze Panny, ale tylko przez duże teleskopy (14 wielk. gwiazd.).

Przez lunety możemy też obserwować planetoidę Westę około 7 wielk. gwiazd. Dla odnalezienia jej wśród gwiazd podajemy współrzędne równikowe dla kilku dat: marzec 1^d: rekt. 7^h47^m0, dekl. +26°1′; 11^d: rekt. 7^h45^m6, dekl. +26°12′; 21^d: rekt. 7^h47^m4, dekl. +26°11′; 31^d: rekt. 7^h52^m2, dekl. +26°0′.

* *
*

1d Wieczorem na tle tarczy Jowisza przechodzi księżyć 1 i jego cień: widoczny jest koniec przejścia, księżyca o 18h50m, a cienia o 20h48m.

2d Na tarczy Jowisza widać cień jego 2 księżyca, a sam księżyc przechodzi na tle tarczy planety i do 19h5m jest niewidoczny.

3d Półcieniowe zaćmienie Księżyca. Zjawisko jest mało efektowne, a obserwujemy jego koniec: moment największej fazy o 17h13m, a koniec zaćmienia o 19h42m.

6d Księżyc 3 ukryty jest w cieniu Jowisza; o 19h7m nastąpi koniec zaćmienia (księżyc pojawi się nagle z prawej strony tarczy, w lunecie odwracającej, w odl. równej średnicy tarczy od jej brzegu). O 21h Wenus w złączeniu z Jowiszem w odl. 2°; obie planety obserwujemy wieczorem nad zachodnim horyzontem.

7d O 2h bliskie złączenie Księżyca ze Spiką (Kłosem Panny), gwiazdą pierwszej wielkości w gwiazdozbiorze Panny; zakrycie gwiazdy przez tarczę Księżyca widoczne będzie w Południowej Ameryce, na Południowym Atlantyku, w Afryce Południowej i na Antarktydzie. O 23h Mars w złączeniu z Neptunem w odl. 1°4.

8d O 7h Merkury w największym zachodnim odchyleniu od Słońca (27°), ale warunki jego obserwacji nie są dobre. Wieczorem na tle tarczy Jowisza przechodzi księżyc 1 wraz ze swym cieniem; obserwujemy początek przejścia: księżyca o 18h39m, a cienia o 19h34m.

9d Księżyc 1 ukryty jest w cieniu Jowisza (koniec zaćmienia o 18h54m), a księżyc 2 zbliża się do brzegu tarczy planety (początek przejścia o 19h28m).

19d O 11h planetoida Westa nieruchoma w rektascensji. O 16h bliskie złączenie Księżyca z Antaresem, gwiazdą pierwszej wielkości w gwiazdozbiorze Skorpiona; zakrycie gwiazdy przez tarczę Księżyca widoczne będzie w Australii, na Nowej Zelandii i na Antarktydzie.

12d Księżyc znajdzie się w złączeniu kolejno z trzema planetami: o 5h z Uranem w odl. 5°, o 7h z Saturnem w odl. 6° i o 20h z Neptunem w odl. 6°.

13d O 1h Mars w złączeniu z Księżycem w odl. 5°. Wieczorem 3 księżyc Jowisza ukryty jest za tarczą planety do 19h58m.

16d O 6h bliskie złączenie Merkurego z Księżycem; zakrycie planety przez tarczę Księżyca widoczne będzie na Antarktydzie, na Oceanie Indyjskim, w Indonezji i w Australii. Wieczorem od 17h52m księżyc 1 ukryty jest za tarczą Jowisza.

18d Całkowite zaćmienie Słońca, u nas niewidoczne. Zaćmienie widoczne będzie w Azji, w Australii, na Pacyfiku i na Oceanie Indyjskim.

20d10h39m Słońce wstępuje w znak Barana, mamy początek wiosny astronomicznej i zrównanie dnia z nocą. O 15h Księżyc w złączeniu z Jowiszem w odl. 5°.

21d O 13h Wenus w złączeniu z Księżycem w odl. 2°.

24d Wieczorem na tle tarczy Jowisza widoczny jest cień jego 1 księżyca, a sam księżyc przechodzi na tle tarczy i jest niewidoczny.

26d21h Planetoida Westa w złączeniu z Księżycem w odl. 0°5.

31d Wieczorem dwa księżyce Jowisza, 3 i 1, oraz ich cienie przechodzą na tle tarczy planety, ale zjawiska te są trudne dla obserwacji w okresie zachodu Jowisza w Polsce.

Momenty wszystkich zajwisk podane ~~są~~ w czasie środkowo-europejskim.

CONTENTS

S. R. Brzostkiewicz — What Is New in the World of Moons of Giant Planets?

H. Korpikiewicz — Radiants (II).

Chronicle: The Third Registered „glitch" of Pulsar in the Crab Nebula — A Development of Radiointerferometry.

New Books.

Vade-mecum for Observers: Occultations of Stars by the Moon Visible in Poland in the 1st Half-year of 1988.

Historical Chronicle: Jan Walery Jędrzejewicz (1835—1887) — The Centenary of the Edition of „Canon der Finsternisse" by Th. von Oppolzer.

Astronomical Calendar.

СОДЕРЖАНИЕ

С. Р. Бжосткевич — Что нового в мире лун больших планет?

Г. Корникевич — Радианты (II).

Хроника: Третий зарегистрированный „сбой" пульсара в туманности Краба — Развитие радиоинтерферометрии.

Новые книги.

Справочник наблюдателя: Покрытия звёзд Луной, видимые в Польше в первой половине 1988 г.

Историческая хроника: Ян Валерий Енджеевич (1835—1887) — Столетие издания „Канона затмений" Оппольцера.

Астрономический календарь.

Uprzejmie przypominamy, że można jeszcze zaprenumerować miesięcznik „Urania" na rok 1988.

Koszt prenumeraty „Uranii" na 1988 rok wynosi:
— dla członków PTMA (bez składek) — 660,— zł rocznie
— dla osób niestowarzyszonych w PTMA — 800,— zł rocznie.

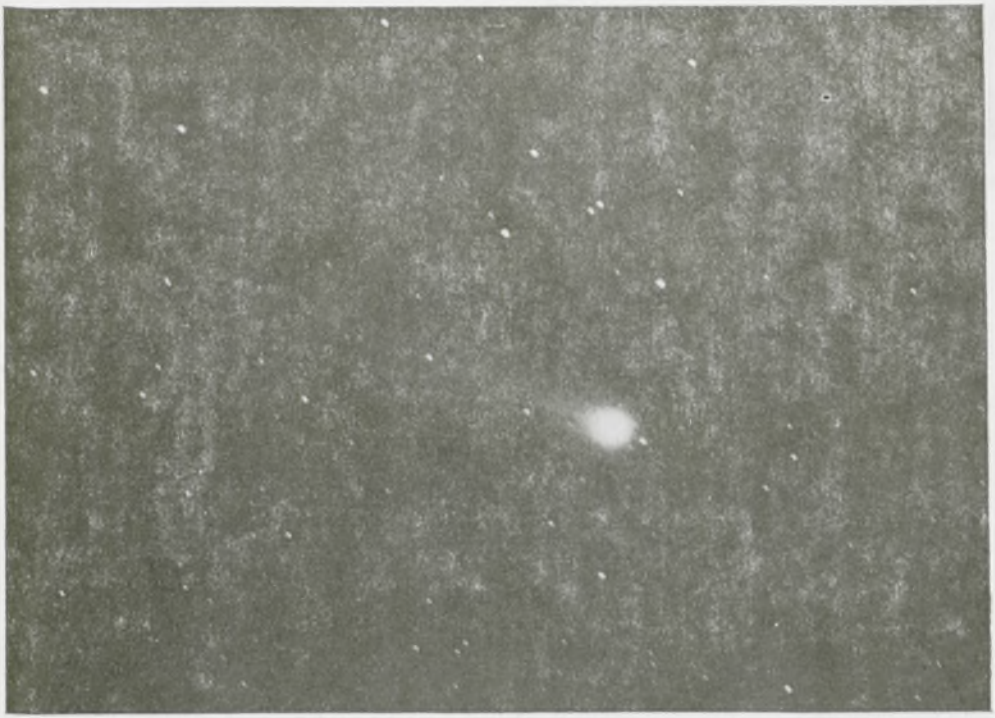
Podajemy również że:
— wpisowe wynosi — 100,— zł dla dorosłych,
— wpisowe dla młodzieży poniżej 18 roku życia — 50,— zł
— składka roczna na rok 1988 wynosi 240,— zł
— składka roczna na rok 1988 dla młodzieży uczącej się oraz osób na rencie lub emeryturze — 120,— zł (po uprzednim powiadomieniu biura o podstawie do zniżki).

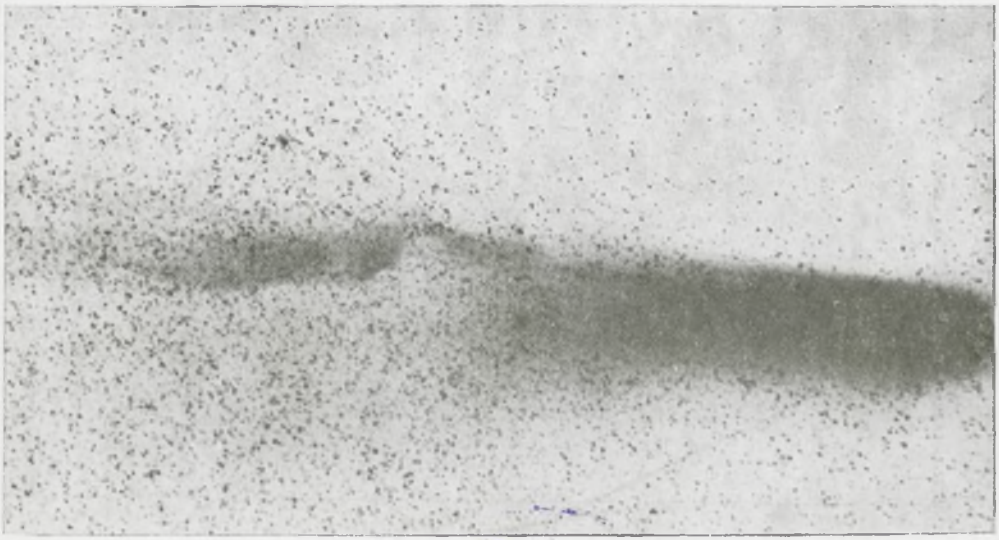
URANIA — Miesięcznik Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii. **Redaguje kolegium w składzie:** Krzysztof Ziołkowski — redaktor naczelny, Magdalena Sroczyńska-Kożuchowska — sekretarz redakcji, T. Zbigniew Dworak — redaktor techniczny. **Adres redakcji:** ul. Bartycka 18, 00-716 Warszawa. **Adres 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 — 588 zł, dla niezrzeszonych prenumeratorów — 720 zł, cena pojedynczego egzemplarza — 45 zł, zgłoszenia w administracji, adres j.w.

Wydawca: Zakład Narodowy im. Ossolińskich — Wydawnictwo PAN, Wrocław Oddział w Krakowie, 1985. Nakł. 2750+32 egz. Obj. ark. wyd. 2,50, ark. druk. 2,0 Pap. druk. sat. kl. V, 55 g, 61×86.
Indeks 38001

Drukarnia Związkowa w Krakowie — Zam. 6828/87 — D-19 — Nakł. 2750 egz.

BIBLIOTEKA UNIWERSYTECKA W TORUNIU





Cena zł 45.—

Indeks 38001