

URANIA

MIESIĘCZNIK
POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII



ROK LXIV

MARZEC 1993

NR3 (615)



Rok LXIV Marzec 1993 Nr 3 (615)

WYDANO Z POMOCĄ FINANSOWĄ KOMITETU BADAŃ NAUKOWYCH I 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. 1966).

SPIS TREŚCI

Józef Smak

Jak gwiazda zmienna AM CVn
 zagrażała ustrojowi Związku
 Radzieckiego 66

Stanisław R. Brzostkiewicz

Planeta chmur i wichrów 70

Maciej Bzowski

Końca świata (chyba) nie będzie 76

Kronika:

Gaspra w oczach Galileo 81

Dyski protoplanetarne 83

Laserowa łączność kosmiczna 84

Kronika Historyczna:

Cuno Friedrich Ludwig
 Hoffmeister (1892-1968) 86

Konferencje i Zjazdy:

XI Europejskie Sympozjum
 Obserwacji i Przewidywania
 Zakryć (ESOP-XI) 87

Obserwacje:

Brzegowe zakrycie μ Gem
 24 sierpnia 1992 roku 88

Komunikat Sekcji Obserwacji
 Słońca PTMA, listopad 1992 90

To i owo:

Cenzura w astronomii 91

Kalendarzyk Astronomiczny 94

*Rozpoczętą w poprzednim nume-
 rze analizę zagrożenia, jakie mogą sta-
 nowić planetoidy i komety, kontynu-
 ujemy artykułem dra Macieja BZO-
 WSKIEGO, w którym znajdziemy o-
 mówienie zagadnień zabezpieczenia
 Ziemi przed uderzeniem w nią nie-
 wielkiego ciała niebieskiego. Wpraw-
 dzie prawdopodobieństwo takiej ka-
 tastrofy jest bardzo małe i nie uza-
 sadnia niepokoju o przyszłość, nie-
 mniej jednak rozwój nauki nie poz-
 wala przejść obojętnie wobec proble-
 mów ujawnianych najnowszymi od-
 kryciami. Dobrze, że to one właśnie
 coraz bardziej absorbują naszą ener-
 gię i emocje, a nie jakieś pseudopro-
 blemy, które nie tak dawno jeszcze prze-
 cież nie dawały spokoju nawet astro-
 nomom. Odchodząc od absurdów nie-
 dawnej przeszłości warto jednak cza-
 sem zdać sobie z nich sprawę gdyż mo-
 gą być przestrogą i ostrzeżeniem. Ta-
 ką rolę pełni artykuł prof. Józefa
 SMAKA o ciekawej gwiazdzie zmienej,
 ukazujący przykład ingerencji cen-
 zury w prace naukowe. Aby nie pozo-
 stawiać jednak Czytelnika w ewentu-
 alnym odczuciu znikomej szkodliwości
 takich działań przytaczamy w dzia-
 le To i owo inne przykłady „czujności”
 cenzury, które – jak się wydaje –
 nie pozostawiają już żadnych złudzeń
 co do skutków nawet w tak apolitycz-
 nej dziedzinie jak astronomia.*

*Wśród innych tematów tego nume-
 ru zwracamy w szczególności uwagę
 na obficie prezentowane w nim nie-
 które wyniki uzyskane dzięki sonda-
 m kosmicznym Voyager 2 i Galileo. Pier-
 wsza kończy swą niezwykłą misję w
 Układzie Słonecznym, a druga dopie-
 ro rozpoczyna, ale rezultaty obu cią-
 głe fascynują i budzą podziw. Będzie-
 my jeszcze często do nich wracać.*

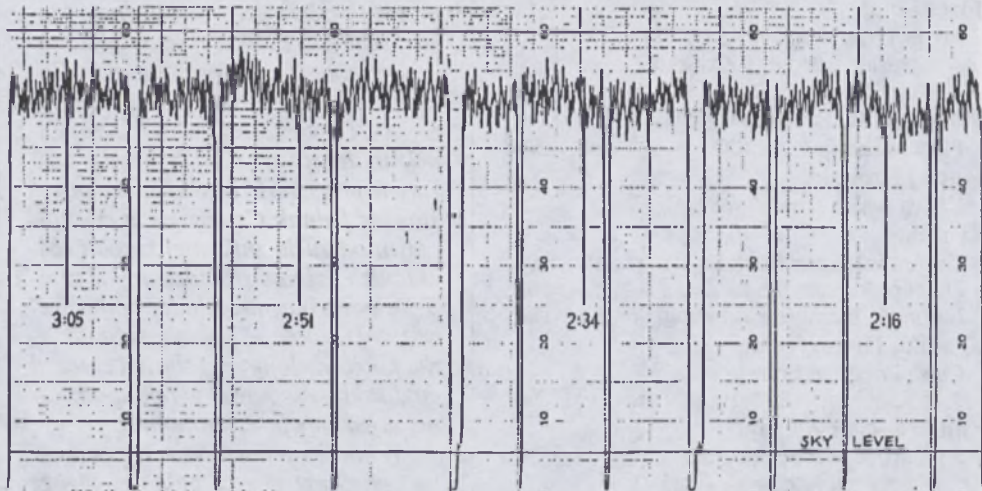
Józef Smak — Warszawa

JAK GWIAZDA ZMIENNA AM CV_n ZAGRAŻAŁA USTROJOWI ZWIĄZKU RADZIECKIEGO

W 1954 roku Merle Walker odkrył, że Nowa Herkulesa z 1934 roku — DQ Her — jest gwiazdą zaćmieniową o bardzo krótkim okresie orbitalnym wynoszącym 4 godziny i 39 minut. Odkrył ponadto, że jej jasność wykazuje oscylacje o amplitudzie kilku setnych wielkości gwiazdowej i zdumiewająco — jak na owe czasy — krótkim okresie 71 sekund! Przez szereg lat przyjęto uważać, że zmienność ta jest wynikiem pulsacji białego karła, będącego jednym ze składników układu (dopiero znacznie później miało się okazać, że 71-sekundowy okres jest okresem obrotu białego karła). Wkrótce potem Zdenek Kopal zauważył, że bardzo ciasny układ po-

mysłu, który przyszedł mi do głowy, gdy w 1961/62 roku pracowałem w Obserwatorium Licka, gdzie obok obserwacji wcho-dzących w zakres mych asystenckich obo-wiązków starałem się także obserwować coś „dla siebie”. Pomysł był prosty: poszukać zmienności — i to zmienności krótkookresowej — wśród białych karłów. Dziś, gdy znamy dziesiątki (a może już setki) pulsujących białych karłów, pomysł taki może wydać się banalnym. Ale wtedy...

Pierwsze próby były negatywne: kolej-ne białe karły ze sporządzonej przeze mnie listy nie wykazywały żadnej mierzalnej zmienności. Ale oto, pewnej nocy — było to 3/4 lutego 1962 roku — piórko samopi-



Rys. 1. Rejestrogram zmian blasku HZ 29 = AM CV_n w nocy 3/4 lutego 1962 roku. Pomiary wykonano w ultrafiolecie, teleskopem Crossleya w Obserwatorium Licka. Czas (mierzony w Pacific Standard Time) biegnie od prawej do lewej. Pozioma kreska na dole, to poziom tła nieba.

dwójny złożony z dwu białych karłów mógłby mieć okres rzędu 1 minuty, zaś zaćmienia w takim układzie trwałyby zaledwie po kilka sekund!

Powyższe fakty stały się źródłem po-

su zaczęło rysować (rys. 1) wyraźną krzywą zmian blasku o amplitudzie ok. 0.03–0.04 mag. i okresie ok. 9 minut! Obserwowanym obiektem była słaba niebieska gwiazda, odkryta przed laty przez Humason-

na i Zwicky'ego i oznaczona ich numerem katalogowym: HZ 29. Wśród znajdujących się na mojej liście gwiazd, wyróżniała się ona już wcześniej wyglądem widma: był to helowy biały karzeł, bez śladu wodoru w atmosferze, o nietypowo słabych liniach widmowych. Wkrótce miało się okazać, że nie jest to jedyna jej osobliwość. Postanowiłem, oczywiście, zebrać jak najwięcej pomiarów odnoszących się do nowoodkrytej zmienności, ale w trakcie kolejnych nocy miałem się przekonać, że tak „ładne” zmiany blasku, jakie zarejestrowałem pierwszej nocy były czymś wyjątkowym (miałem szczęście!); bywały noce, gdy zmienność gwiazdy zdawała się wręcz ginąć w szumie kwantowym...

Sfrustrowany, schowałem „na półkę” cały zebrany przez siebie materiał, by powrócić do niego dopiero po kilku latach, z zamiarem wykonania staranniejszej analizy, która pozwoliłaby oddzielić zmienność gwiazdy od błędów i szumu. Okazało się wtedy, że zmienność blasku występowała zawsze, nawet wtedy, gdy wcześniejsza diagnoza, oparta o powierzchniowe oględziny rejetrogramów, nie była oczywista. Analizując kształt uśrednionych krzywych blasku stwierdziłem też, że kolejne cykle 9-minutowe nie są identyczne i że okres zmienności jest dwukrotnie dłuższy; z mojej analizy wynikało, że wynosi on ok. 17.5 minuty. W tym miejscu pojawił się jednak kolejny kłopot: zmiany blasku obserwowane w różne noce nie dawały się połączyć jednym okresem... Niezrażony tym niepowodzeniem postanowiłem jednak wszystko to opublikować, wysuwając w podsumowaniu hipotezę, że HZ 29 jest układem podwójnym, złożonym z dwu białych karłów, o rekordowo krótkim okresie orbitalnym wynoszącym właśnie ok. 17.5 minuty.

W następnych latach HZ 29, która jako gwiazda zmienna uzyskała oznaczenie: AM CVn, zrobiła „karierę”. Stała się obiektem obserwacji fotometrycznych i spektroskopowych oraz przedmiotem speku-

lacji teoretycznych. Wróć do nich w dalszej części artykułu.

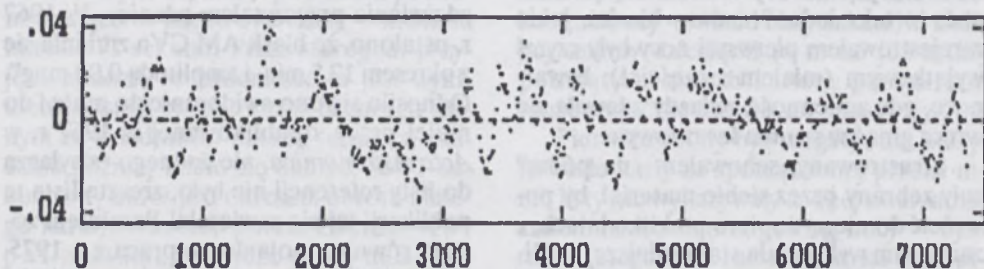
* * *

W 1982 roku w *Astronomiczeskom Żurnale* ukazała się praca relacjonująca nowe obserwacje spektroskopowe AM CVn. Autorka pracy, N. F. Volkhanskaya ze Specjalnego Obserwatorium Astronomicznego AN ZSRR na Kaukazie, wysunęła w niej m. in. interesującą hipotezę, że 17.5-minutowy okres może być okresem obrotu białego karła. Już na początku nie bez zdziwienia przeczytałem zdanie: „W 1967 r. ustalono, że blask AM CVn zmienia się z okresem 17.5 min. i amplitudą 0.02 mag”. Odnosiło się ono ewidentnie do mnie i do mojej pracy, opublikowanej w 1967 r. w *Acta Astronomica*, ale żadnego odsyłacza do listy referencji nie było, zresztą lista ta publikacji tej nie zawierała! Pominięta została również moja druga praca z r. 1975. Mimoходом zacząłem zastanawiać się, czym też mogłem „narazić się” Autorce, ale oto czytając dalej natknąłem się na rysunek reprodukowany z innej pracy, która w spisie literatury miała numer 11 i do której — pod ten właśnie numer — odsyłał stosowny fragment tekstu. Podpis pod rysunkiem jednak odsyłał — błędnie! — do pracy nr 13... Nagle poczułem się Sherlockiem Holmes'em! $13 - 11 = 2!$ Logiczna dedukcja wskazywała, że pierwotny spis literatury zawierał o dwie pozycje więcej — musiały to być moje dwie prace z *Acta Astronomica*, które tuż przed drukiem usunięto, co spowodowało zmianę numeracji i tylko w podpisie pod rysunkiem — przez przeoczenie — pozostał ślad numeracji pierwotnej.

Wkrótce potem miałem okazję podzielenia się tym dziwnym „odkryciem” z jednym z moich rosyjskich kolegów. Miałem nadzieję, że pomoże on w dalszym rozwiązaniu zagadki. I nie zawiodłem się! Sasza popatrzył na mnie z pobłażaniem, jako że dla niego nie była to żadna zagadka. W końcu 1980 roku, tj. natychmiast po powstaniu „Solidarności”, w Związku Ra-

dzieckim wprowadzony został ścisły zakaz rozpowszechniania jakichkolwiek polskich czasopism — od *Tygodnika Solidarność* poczynając, a na *Trybunie Ludu* kończąc — a także zakaz cytowania czegokolwiek, co ukazywało się w Polsce. Wszystko to mogło bowiem godzić — i godziło! — w podstawy ustroju Związku Radzieckiego! W pierwszej chwili — nawet wtedy — objęcie takim zakazem prac drukowanych w *Acta Astronomica* wydało mi się absur-

okresu. W roku 1979 zespół astronomów z Obserwatorium McDonalda w Teksasie podsumował cały istniejący wówczas materiał wnioskiem, że 17.5 minutowy okres AM CVn wydłuża się w fantastycznie szybkim tempie 0.012 sekundy na rok. W przypadku układu podwójnego świadczyłoby to o bardzo szybkim przepływie masy pomiędzy składnikami. Ale już w kilka lat później ten sam zespół, uzupełniwszy materiał nowymi obserwacjami, zmienił swą



Rys. 2. Krzywa blasku AM CVn zarejestrowana w 1990 roku 3.6 metrowym teleskopem na Mauna Kea w ramach kampanii WET. Na osi pionowej: względne zmiany strumienia promieniowania. Na osi poziomej: czas w sekundach; podstawowy okres zmienności wynosi ok. 1051 sekund.

dem. Ale rychło zrozumiałem, że była to logiczna konieczność związana z ograniczonymi możliwościami radzieckiego aparatu cenzury. Przecież po to, by „zwołnić” opublikowany w *Acta Astronomica* artykuł o AM CVn potrzebna byłaby decyzja kompetentnego cenzora odnośnie tego czy artykuł ten jest, czy też nie jest zagrożeniem dla podstaw ustroju. A przecież takich czasopism naukowych i popularnonaukowych ukazywało się w Polsce setki. Aby temu podołać, cenzura musiałaby zaangażować dziesiątki lub setki astronomów, fizyków, biologów, i to ludzi pewnych pod względem ideologicznym... Znacznie prościej było wprowadzić jeden, totalny zakaz...

* * *

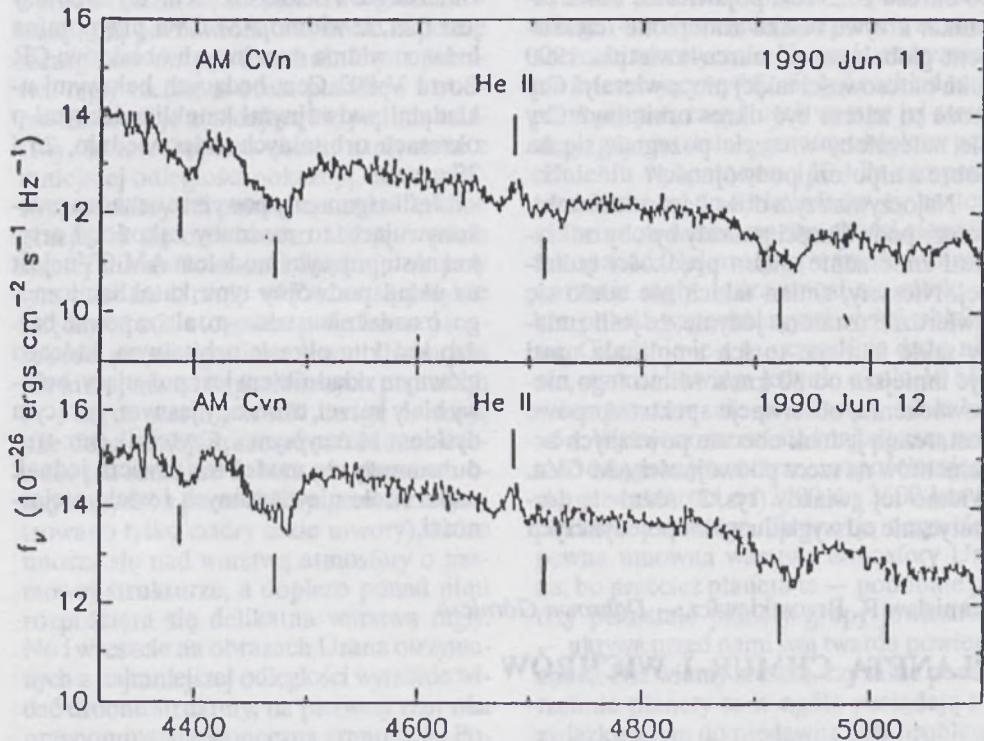
A co dalej z AM CVn? W ciągu ponad 30 lat zebrano ogromną ilość pomiarów fotometrycznych, których celem było m. in. uzyskanie jakichś pośrednich argumentów na rzecz hipotezy podwójności, a także odkrycie i zbadanie ewentualnych zmian

konkluzję na przeciwną: okres miałby się skracać w tempie 0.0001 sekundy na rok. Źródłem kłopotów nie są tylko znaczne nieregularności, jakie wykazuje krzywa zmian blasku AM CVn (rys. 2), ale przede wszystkim fakt, że nawet w ciągu jednego sezonu zmienność gwiazdy nie jest zjawiskiem ściśle okresowym; wszak ten problem wystąpił już podczas pierwszych obserwacji w 1962 roku.

Skomplikowany charakter zmienności zmusza do zastosowania bardziej skomplikowanych metod analizy. Powszechnie stosowana metoda opiera się na na tzw. analizie fourierowskiej, tj. na wyznaczeniu tzw. widma fourierowskiego. W najprostszym przypadku zmian sinusoidalnych widmo zawiera tylko jedną składową — jeden okres. W przypadkach bardziej skomplikowanych występować może wiele składowych o różnych okresach (lub częstościach). Zastosowanie takiej analizy do zmienności AM CVn pozwoliło na stwier-

dzenie, że składa się na nią cały szereg składowych, z okresami wynoszącymi 525.6, 350.4, 262.8, 210.2 i 175.2 sek. Jak łatwo sprawdzić, okresy te równe są 1/2, 1/3, 1/4, 1/5 i 1/6 okresu podstawowego, wynoszącego 1051.2 sek. (tj. 17.5 min.), z tym wszakże, że składowa o takim właśnie okresie w krzywej blasku nie występuje! Wykryto ponadto składową o okresie ok. 1023 sek. — bliskim, ale wyraźnie różnym od okresu podstawowego, a także inne, słabsze okre-

ności AM CVn co można powiedzieć o jej naturze, a w szczególności o przyczynach zmienności? Występowanie kolejnych harmonik (1/2, 1/3, itd.) pewnego okresu podstawowego jest tak charakterystyczną cechą pulsacji białych karłów, że nieuchronnie nasuwa się konkluzja, iż ów podstawowy okres, początkowo uważany za okres orbitalny, oraz jego wyższe harmoniki są w rzeczywistości okresami pulsacji helowego białego karła. Czy oznacza to defini-



Rys. 3. Dwa widma AM CVn zarejestrowane przez J. Pattersona 3-metrowym teleskopem Obserwatorium Licka. Kreski pod widmami zaznaczają linie helu neutralnego. He II — to linia emisyjna helu zjonizowanego.

sowości: 289 i 26 sek. Zrozumiała stała się więc wreszcie pozorna nieregularność krzywej zmian blasku: jest ona wynikiem mnogości składających się na nią okresów, a nadto i tego, że amplitudy wszystkich tych okresowości zmieniają się z sezonu na sezon.

Mając tak skomplikowany obraz zmien-

tywne rozstanie się z hipotezą podwójności? Oczywiście nie, bo wyjaśnienia wymagają pozostałe okresowości (a także problemy spektroskopowe, o czym poniżej). Na roboczo można było zatem przyjąć, że okres orbitalny wynosi 1023 sek., zaś pozostałe, słabe okresowości (289 i 26 sek.) są odpowiednikami oscylacji obserwowana-

nych w wielu układach podwójnych typu kataklizmicznego.

W 1990 roku AM CVn włączono do programu obserwacji teleskopem globalnym — WET (zob. *Urania*, październik 1990). Bogaty materiał, jaki zebrano pozwolił na potwierdzenie wielu wniosków uzyskanych wcześniej i dostarczył dodatkowych argumentów na rzecz pulsacyjnego pochodzenia okresowości związanych z okresem 1051 sek. W odniesieniu jednak do okresu 1023 sek. pojawiła się nowa zagadka: krzywe blasku zmierzone teleskopem globalnym w marcu–kwietniu 1990 roku okresowości takiej nie zawierały! Czy może to zatem być okres orbitalny? Czy nie należałoby wreszcie pożegnać się na dobre z hipotezą podwójności?

Najoczywistszym dowodem na rzecz hipotezy podwójności gwiazdy byłoby odkrycie i zmierzenie zmian prędkości radialnej. Niestety, zmian takich nie udało się stwierdzić: ustalono jedynie, że jeśli zmiany takie istnieją, to ich amplituda musi być mniejsza od 30 km/s. Mimo tego niepowodzenia, obserwacje spektroskopowe dostarczają jednak obecnie poważnych argumentów na rzecz podwójności AM CVn. Widmo tej gwiazdy (rys. 3) różni się dramatycznie od wyglądu widm pojedynczych

helowych białych karłów: linie absorpcyjne neutralnego helu są płytkie i rozmyte; występuje nadto linia emisyjna helu zjonizowanego o długości fali 4686 Å. W dalekim ultrafiolecie widmo AM CVn zawiera bogatą kolekcję linii wysoko zjonizowanych węgla, azotu i krzemu, niespotykanych w widmach białych karłów. Takie widmo można natomiast dość prosto wyjaśnić, jako pochodzące od dysku akrecyjnego w układzie podwójnym typu kataklizmicznego. Potwierdzeniem tej hipotezy jest fakt, iż widmo AM CVn przypomina ludzako widma dwu innych obiektów: CR Boo i V 803 Cen, będących helowymi układami podwójnymi kataklizmicznymi o okresach orbitalnych, odpowiednio, 25 i 27 minut.

Jeśli argumenty powyższe uznać za przekonujące, to można zakończył artykuł następującym modelem AM CVn: jest to układ podwójny typu kataklizmicznego, o nadal nieustalonym, ale zapewne bardzo krótkim okresie orbitalnym, którego głównym składnikiem jest pulsujący, helowy biały karzeł, otoczony jasnym, gorącym dyskiem akrecyjnym... Czytelnik bez trudu zauważy, że model ten zawiera jednak nadal wiele niewiadomych i wiele niejasności.

Stanisław R. Brzostkiewicz — *Dąbrowa Górnicza*

PLANETA CHMUR I WICHRÓW

Tytuł powyższy mógłby nosić artykuł poświęcony dowolnej planecie grupy jowiszowej. W tym jednak przypadku chodzi o Neptuna, który spośród czterech planet tej grupy ukrywa przed nami najwięcej chyba tajemnic i trudno dziś powiedzieć, czy w najbliższych latach wiele z tych zagadek uda się rozwiązać. Ale o zjawiskach zachodzących w górnych warstwach atmosfery tej planety już sporo wiemy, toteż ktoś zajmujący się opracowywaniem dla

niej globalnych prognoz meteorologicznych już obecnie nie miałby zbyt trudnego zadania, bo mógłby — bez obawy popełnienia większej gąfy — głosić, iż w najbliższym czasie będzie tam chłodno, pochmurno i wietrzno. Taka prognoza byłaby oczywiście myląca dla przeciętnego Ziemiianina, gdyż na Neptunie panują bardzo niskie temperatury glob planety stale jest szczelnie otoczony gęstą warstwą chmur, a wiatr wieje niekiedy z prędkością do-

chodzącą do dwóch tysięcy kilometrów na godzinę. Mamy tu więc do czynienia z jakimś super huraganem o nigdy na Ziemi niespotykanej sile (większe prędkości osiąga jedynie wiatr na Jowiszu i Saturnie).

Czy czegoś podobnego można było oczekiwać od planety krążącej niemal na peryferiach Układu Słonecznego? Raczej nie, nawet po przelocie sondy Voyager-2 przez układ Urana, który od dawna uchodzi za bliźniaczego brata Neptuna, a który z bliska okazał się niebieskawo-zielonkawą kulą pozbawioną właściwie zupełnie szczegółów na powierzchni. Gęsta warstwa mgły szczelnie otula planetę i utrudnia obserwację znajdującą się pod nią warstwy chmur. Dopiero obrazy otrzymane z mniejszej odległości pokazują, że ta warstwa atmosfery ma pasmową strukturę, choć przejawia się ona bardzo słabo, o wiele słabiej niż na Jowiszu i Saturnie. A przy tym pasy na Uranie widoczne są jedynie między 45 a 20 stopniem południowej szerokości planetograficznej, w dodatku jest ich mniej niż na wspomnianych planetach i – na co warto zwrócić uwagę – mają one dużo mniejszą szerokość. Można dostrzec też samotne obłoki (na obrazach otrzymanych za pomocą Voyagera-2 zarejestrowano tylko cztery takie utwory), które unoszą się nad warstwą atmosfery o pasmowej strukturze, a dopiero ponad nimi rozpościera się delikatna warstwa mgły. No i wreszcie na obrazach Urana otrzymanych z najmniejszej odległości wyraźnie widać drobne struktury, na pierwszy rzut oka przypominające słoneczną granulację. Podobieństwo to nie wydaje się jednak całkiem przypadkowe, pewne fakty przemawiają raczej za tym, iż mechanizm powstawania tych struktur jest w obu przypadkach o ile nie dokładnie taki sam, to przynajmniej bardzo zbliżony. A zatem i granule odkryte na Uranie wydają się być również wierzchołkami unoszących się ku górze strumieni gazów, odprowadzających na zewnątrz ciepło z niżej leżących warstw atmosfery planety. Czyżby więc i ona –

podobnie jak Jowisz i Saturn – także wypromieniowywała więcej energii niż jej otrzymuje od Słońca?

Na powyższe pytanie zdaje się już dziś można odpowiedzieć przecząco. Wbrew bowiem oczekiwaniom Uran chyba nie posiada własnych źródeł energii, a nawet jeżeli takie istnieją, to muszą być bardzo mało wydajne. Z pomiarów przeprowadzonych bowiem za pomocą aparatury Voyagera-2 wynika, że temperatura planety wynosi 599.1 kelwinów, co – praktycznie biorąc – odpowiada temperaturze wyznaczonej teoretycznie. Natomiast niezmiernie interesujący wydaje się być rozkład temperatury poszczególnych warstw jej atmosfery, gdyż na dolnej granicy obłoków przy ciśnieniu wynoszącym 130 kPa temperatura dochodzi do 81 kelwinów, by następnie wraz ze wzrostem wysokości stopniowo opadać. Najmniejszą wartość osiąga w warstwie mgły, która unosi się około 40 km ponad wspomnianymi wyżej obłokami. Ciśnienie jest tu oczywiście dużo niższe, wynosi bowiem jedynie około 10 kPa, a temperatura nie przekracza 52 kelwinów. Wyżej znowu rośnie i największą wartość osiąga w jonosferze, rozpościerającej się na wysokości od 2000 do 3500 km do poziomu zerowego. Tworzy ją oczywiście pewna umowna warstwa atmosfery Urana, bo przecież planeta ta – podobnie jak trzy pozostałe planety grupy jowiszowej – ukrywa przed nami swą twardą powierzchnię. Nie wiemy zresztą, czy takie powierzchnie planety te w ogóle posiadają i w związku z tym do niedawna były problemy z określeniem ich rozmiarów. W końcu zdecydowano za „zerowy poziom” uznać warstwę atmosfery, gdzie ciśnienie – tak samo jak przy powierzchni Ziemi – wynosi 100 kPa. Zgodnie z powyższą definicją średnica równikowa Urana mierzy 51 118 km.

Średnica równikowa Neptuna według pomiarów wykonanych za pomocą Voyagera-2 wynosi 49 528 km. Ma więc on nieco mniejsze rozmiary od Urana, ale za to

znacznie większą od niego masę, z czego jednoznacznie wynika, iż ich jądra skaliste — o ile takie istnieją — muszą się różnić. Dotąd przyjmowano wprawdzie, że planety te mają prawie jednakowe rozmiary i w związku z tym powinny też mieć zblizoną budowę. Przeczy temu jednak średnia gęstość Neptuna, która jest prawie 1.5 raza większa od średniej gęstości Urana i aż dwa razy większa od średniej gęstości Saturna. Nie ulega zatem najmniejszej wątpliwości, że albo jądra planet grupy jowiszowej nie mają jednakowego składu chemicznego, albo ich względne rozmiary są różne. W każdym razie Neptun w stosunku do swych rozmiarów powinien mieć — w porównaniu z jądrami pozostałych planet grupy jowiszowej — wyjątkowo duże jądra i tym — być może — należałoby tłumaczyć jego specyficzne właściwości. Wystarczy powiedzieć, że chociaż krąży o około 10 j. a. dalej od Słońca niż Uran, to jednak efektywną temperaturę ma nie tylko do niego zblizoną, ale nieco wyższą. Pomiarzy wykonane za pomocą Voyagera-2 wykazały bowiem, że w przypadku Neptuna wynosi ona aż 59.3 kelwina, czyli — jak obliczono — wypromieniowuje on około 2.7 raza więcej ciepła niż otrzymuje od Słońca. Musi zatem posiadać własne źródła energii i już przez to wyraźnie różni się od „bliźniaczej” planety — od Urana.

W tej sytuacji występowanie na Neptunie chmur, cyklonów i antycyklonów należy traktować jako zupełnie „normalne” zjawiska. Właśnie taki olbrzymi system obłoków, czyli Wielką Ciemną Plamę (Great Dark Spot), odkryto już na pierwszych obrazach przesłanych na Ziemię przez Voyagera-2 (patrz zdjęcie na drugiej stronie okładki). Terminologiczne podobieństwo z Wielką Czerwoną Plamą (Great Red Spot) na Jowiszu nie jest przypadkowe, gdyż oba utwory mają zdaje się podobny charakter, a przy tym są porównywalne pod względem wielkości i znajdują się prawie w takich samych szerokościach planetograficznych. Nie wiemy tylko, czy

Wielka Ciemna Plama na Neptunie jest równie trwała, jak Wielka Czerwona Plama na Jowiszu? Tę ostatnią bowiem astronomowie obserwują od trzech stuleci, po raz pierwszy opisał ją przecież Giovanni Cassini już w 1685 roku. Znajduje się ona na południowej półkuli Jowisza, ściślej zaś mówiąc — leży na 22° południowej szerokości planetograficznej. Ma kształt owalu, którego osie mierzą aktualnie około 25 000 i 12 000 km. Zdaniem uczonych jest to olbrzymi wir wertykalny, dokonujący pełnego obrotu wokół swej osi w ciągu jednego tygodnia, czyli obracający się dużo wolniej od samej planety (pod tym względem utwór Jowisza różni się bardzo od ziemskich huraganów). A przy tym plama nie znajduje stałego położenia, lecz dryfuje w kierunku zachodnim z prędkością 3–4 m/s, toteż pełnego obiegu globu Jowisza dokonuje — jak nietrudno obliczyć — dopiero w ciągu 10–15 lat. Mająca nieco mniejsze rozmiary plama Neptuna (średnica tej plamy mierzy „tylko” około 16 000 km) też obraca się w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara (taki ruch mają antycyklony na południowej półkuli Ziemi), ale pełnego obrotu dokonuje się w ciągu 16 dni. Obraca się więc wolniej od plamy Jowisza i w odróżnieniu od niej dużo wyraźniej zmienia zarówno swe rozmiary, jak i kształt. Odbywa się to w przedziwny nieco sposób, bo gdy kurczy się jej oś północ–południe, to w tym samym czasie wydłuża się oś wschód–zachód. Dzieje się akurat odwrotnie, gdy ta oś się kurczy, gdyż wówczas dla odmiany wydłuża się oś północ–południe. Na razie przyczyna tego zagadkowego zjawiska nie jest znana planetologom.

Występują jeszcze inne różnice między Wielką Ciemną Plamą na Neptunie a Wielką Czerwoną Plamą na Jowiszu. Pierwsza z nich wprawdzie także dryfuje, ale odbywa się to z prędkością 300 m/s, czyli prawie sto razy szybciej niż dryf plamy Jowisza. Ponadto ta ostatnia leży między dwoma prądami atmosferycznymi o różnej



Fot. 1. Fragment powierzchni Neptuna na zdjęciu wykonanym 23 sierpnia 1989 r. przez Voyagera 2 z odległości 4.2 mln km.

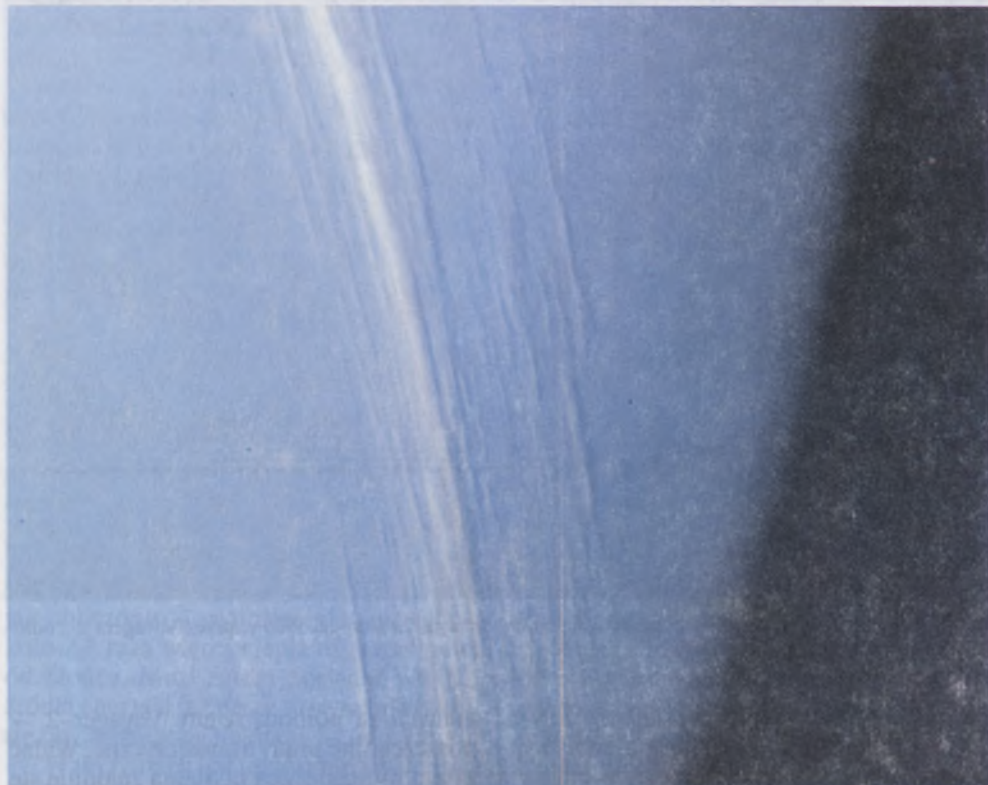
prędkości rotacji, przy czym północny „płynię” w kierunku wschodnim, południowy zaś w kierunku zachodnim, toteż plama toczy się między nimi jak kulka w olbrzymim łożysku kulkowym. Tymczasem plama Neptuna jest niemal zupełnie „zanurzona” w atmosferycznym prądzie i „pływa” w nim wraz z unoszącymi się ponad nią jasnymi obłokami. Co więcej – na tej samej półkuli Neptuna znajduje się druga plama o podobnych rozmiarach i także rotująca na podobieństwo antycyklonu ziemskiego, dla odróżnienia od pierwszej zwana Drugą Ciemną Plamą (Second Dark Spot). Leży ona na południe od Wielkiej Ciemnej Plamy, w średnich szerokościach planetograficznych, gdzie można jeszcze rozróżnić – oczywiście na obrazach otrzy-

many za pomocą sondy Voyager-2 – poszczególne prądy atmosferyczne. Widać zatem wyraźnie, że i ta plama znajduje się między dwoma prądami, przy czym północny „płynię” w kierunku zachodnim, południowy zaś porusza się w kierunku wschodnim. Plama zdaje się stanowić dla nich pewną „przeszkodę” i jest przez nie jakby „wypychana”.

Należy wreszcie wspomnieć o jasnych obłokach obserwowanych w różnych szerokościach planetograficznych Neptuna. I tak nad południowym biegunem planety w chwili przelotu Voyagera-2 znajdowały się liczne białe plamki (patrz np. zdjęcie na czwartej stronie okładki), otoczone wokół pasmami jasnych i ciemnych zawojów. Tęgo rodzaju utwory zaobserwowano rów-

niez nad równikowymi obszarami Neptuna i one także – podobnie jak ziemskie obłoki nad równikiem – biorą udział w ogólnej cyrkulacji tamtejszej atmosfery. Nadzwyczaj ciekawy obłok odkryto na 30° północnej szerokości planetograficznej,

zbyt trwałe, a w każdym razie nie istnieją tak długo, jak Wielka Ciemna Plama czy Druga Ciemna Plama. Wszystkie te małe obłoki, które na Jowiszu i Saturnie mogą przetrwać nawet parę obrotów tych planet, na Neptunie wyjątkowo szybko się



Fot. 2. Zdjęcie pasma obłoków w atmosferze Neptuna wykonane 25 sierpnia 1989 r. przez Voyagera 2 z odległości 157 tys. km; zdolność rozdzielcza zdjęcia wynosi 11 km; szerokość pasm chmur oceniono na 50–200 km, a ich cieni na 30–50 km.

gdź do złudzenia przypomina on ślad, jaki na ziemskim niebie obserwujemy tuż po przelocie samolotu odrzutowego (por. fot. 2). Na obrazach o dużej sile rozdzielczej wyraźnie widać, że rzuca on cień na znajdującą się pod nim warstwę atmosfery Neptuna. Z charakteru tego cienia można wnioskować, iż przypominający ziemskie chmury cirrusowe obłok unosi się nad wspomnianą warstwą gdzieś na wysokości 75–100 km. Zapewne nie jest to obłok

rozwijają. I tak na przykład wspomniane obłoki nad południowym biegunem tej planety istniały zaledwie kilka godzin, co stanowi tylko część tamtejszej doby (jednego obrotu wokół osi Neptun dokonuje w ciągu 16 godzin). Niestety, na razie uczeni nie potrafią powiedzieć, dlaczego te obłoki tak nagle się pojawiają, a wkrótce potem równie nagle się rozplywają? Jeżeli bowiem chodzi o ogólny charakter atmosfery, to pod tym względem Neptun mniej

przypomina Urana, a raczej jest podobny do Jowisza i Saturna. Jego atmosfera również ma pasmową strukturę, pasy są też wyraźne i równoległe do równika, na co niewątpliwie ma wpływ zarówno krótki okres rotacji planety, jak i niewielka różnica temperatury na jej biegunach i równiku. Pod tym względem atmosfery Ziemi i Marsa bardzo się różnią, gdyż temperatury ich obszarów równikowych są dużo wyższe od temperatur okolic biegunowych. Ponadto planety te mają dłuższe okresy rotacji i to też w jakimś stopniu przyczynia się do tego, że w tak cienkich atmosferach turbulencja silnie narusza równoleżnikową cyrkulację powietrza. Ale co warunkuje liczbę pasów w atmosferach planet grupy jowiszowej i od czego zależna jest ich szerokość?

W przypadku Neptuna tego rodzaju niejasności jest o wiele więcej. Jego atmosfera — podobnie jak atmosfery wszystkich czterech planet grupy jowiszowej — wprawdzie też składa się głównie z wodoru i helu, to jednak w jej górnych warstwach odkryto również inne składniki. Wśród nich znajduje się także metan i chociaż w atmosferze Neptuna jest go bardzo mało (około 0.003%), ale to jego linie w widmie planety są najwyraźniejsze i właśnie absorpcja światła słonecznego przez ten składnik nadaje modrą barwę. Z teoretycznych rozważań wynika, że w górnych warstwach tamtejszej atmosfery powinien występować w niewielkich ilościach siarkowodor. Nie udało się jednak stwierdzić jego obecności podczas radiowego zakrycia Voyagera-2 przez tarczę Neptuna, lecz można to stosunkowo łatwo wytłumaczyć, ponieważ gaz ten jest zbyt „przezroczysty” dla użytej w tych pomiarach długości fali. Natomiast badania te dostarczyły pewnych informacji o rozkładzie temperatury w górnych warstwach planety, lecz nadal brak danych na temat procesów, które przebiegają w jej wnętrzu i są źródłem energii. W całej rozciągłości dotyczy to zresztą także Jowisza i Saturna, bo i te planety — o

czym od dawna wiadomo — wypromieniowują więcej energii niż jej otrzymują od Słońca. I choć na ten temat powstało już wiele przeróżnych hipotez, to jednak żadna z nich nie została dotąd na tyle udokumentowana, by ją bez zastrzeżeń przyjąć. I tak na przykład jedna z nich zakłada, że mamy tu do czynienia z procesami atomowymi (przemiany pierwiastków promieniotwórczych), druga zaś mówi o kontrakcji grawitacyjnej (kurczenie się globów planetarnych pod wpływem własnej grawitacji). A może oba te procesy przebiegają we wnętrzach tych trzech planet grupy jowiszowej i one stanowią owe tajemnicze źródła energii?

Do rozwiązania pozostało wiele innych ważnych problemów dotyczących planet grupy jowiszowej i dlatego planetolodzy z niecierpliwością oczekują na nowe o nich informacje. Do największej planety Układu Słonecznego — do Jowisza zbliża się sonda Galileo, która w grudniu 1995 roku ma rozpocząć badania zewnętrznych warstw tamtejszej atmosfery i powierzchnie księżyców galileuszowych. Na październik 1997 rok zaplanowany jest start sondy Cassini, mającej na początku przyszłego stulecia dotrzeć do Saturna, zbadać jego atmosferę i przyjrzeć się z bliska największemu księżycowi tej planety — Tytanowi. No i wreszcie za równie interesującą plantę uchodzi Neptun, a w każdym razie dla planetologów wydaje się on być dużo ciekawszym obiektem od Urana. Znajduje się jednak bardzo daleko i do lotu ku niemu trzeba wykorzystać grawitację Jowisza, a ponieważ ten okrąży Słońce raz na około 12 lat, w takim mniej więcej interwale najłatwiej wysłać ku Neptunowi sondę kosmiczną. Najbliższe zaś okno startowe „otwiera się” w latach 2001 — 2003, toteż jest jeszcze sporo czasu, by poczynić odpowiednie przygotowania. Jeden z projektów zakłada, że sonda będzie się składała z dwóch części, jedna z nich zanurzy się w atmosferze Neptuna i bezpośrednio ją zbada, druga natomiast ma stać się jego

sztuczną satelitą i okrążyć go co najmniej przez cztery lata, by z orbity badać przebiegające na nim zjawiska i jednocześnie dokładnie przyrzeć się Trytonowi. A oto wstępny harmonogram tego ciekawego eksperymentu astronautycznego:

25 VII 2002 — start sondy z Ziemi
8 X 2007 — przelot sondy w pobliżu Jowisza
13 V 2021 — spotkanie sondy z Neptunem.

Najważniejsze parametry Urana i Neptuna

	Uran	Neptun
Średnia odległość od Słońca (mln km)	2869.6	4496.7
Średnia odległość od Słońca (j. a.)	19.182	30.086
Mimośród orbity	0.0473	0.0086
Nachylenie orbity od ekliptyki (°)	0.8	1.8
Gwiazdowy okres obiegu (lata)	84.01	164.79
Średnia prędkość orbitalna (km/s)	6.80	5.43
Średnica równikowa (km)	51 118	49 528
Średnica równikowa (Ziemia = 1)	44.01	3.89
Splaszczanie biegunowe	0.0300	0.0171
Nachylenie równika do płaszczyzny orbity (°)	97.86	29.6
Okres obrotu osiowego (h, m, s)	17 14 24	16 6 36
Masa planety (10^{24} kg)	86.891	103.026
Masa planety (Ziemia = 1)	14.547	17.248
Średnia gęstość (kg/m^3)	1150	1640
Średnia gęstość (Ziemia = 1)	0.208	0.281
Przyspieszenie grawitacyjne na równiku (m/s^2)	8.4595	11.6158
Prędkość ucieczki (km/s)	21.03	23.87
Nasłonecznienie (Ziemia = 1)	0.0027	0.0011
Efektywna temperatura (K)	59.1	59.3
Albedo	0.56	0.84
Liczba znanych księżyców	15	8

Maciej Bzowski — Warszawa

KOŃCA ŚWIATA (CHYBA) NIE BĘDZIE

Niedawne przeloty w pobliżu Ziemi kilku niewielkich planetoid, z których najbardziej znaną była (4179) Toutatis, wywołały falę spekulacji na temat ewentualnego zagrożenia naszej cywilizacji i w ogóle życia na Ziemi przez możliwe zderzenie z jednym z tych całkiem licznych międzyplanetarnych wędrowców, i stanowiły wodę na

młyn zwolenników teorii o katastroficznej przyczynie zagłady dinozaurów. Zagadnienie kosmicznych obiektów przelatujących w pobliżu Ziemi, jak również perspektywy ich wykrywania, omówione zostały w poprzednim numerze *Uranii*. Poniżej chcę przedstawić poglądy zajmujących się tym problemem naukowców na zagadnienie za-

bezpieczenia Ziemi przed upadkiem niewielkiej asteroidy lub komety.

Trzeba przyznać, że choć prawdopodobieństwo takiej katastrofy jest bardzo małe, to jednak jej skutki mogą być prawdziwie oplakane. Według oszacowań autorów opublikowanego niedawno w *Nature* artykułu przeglądowego na ten temat T. J. Ahrensa i A. W. Harrisa, choć prawdopodobieństwo upadku ciała o średnicy rzędu 100 m — takiego jak na przykład mini-kometa, która spadła w 1908 r. w okolicy syberyjskiej rzeki Podkamienna Tunguska — wynosi 3×10^{-3} na rok, a jego skutki ograniczone będą jedynie do obszaru rzędu tysięcy kilometrów kwadratowych, to jednak wystarczy to do spowodowania olbrzymich ofiar — wyobraźmy sobie co by było, gdyby kometka z 1908 roku zamiast nad Syberią eksplodowała na przykład gdzieś nad Europą Zachodnią. Autorzy piszą dalej, że katastrofę o prawdziwie globalnych skutkach, które dotknęłyby co czwartego mieszkańca Ziemi, spowodować by mogło ciało o średnicy co najmniej 1–2 km. Średni czas między zderzeniami z takimi obiektami szacuje się na 500 tys. lat; prawdopodobieństwo śmierci w takiej katastrofie dla każdego z nas obecnie zamieszkujących Ziemię wynosi $0.25/500000 = 5 \times 10^{-7}$ na rok, co można porównać z prawdopodobieństwem śmierci w wypadku lotniczym. Jest więc ono niewielkie, lecz jednak niezaniechwalne. Autorowi niniejszego artykułu wydaje się natomiast, że jest ono poważnie zawyżone, ale o tym porozmawiamy później.

Co może się zdarzyć w razie zderzenia Ziemi z ciałem o średnicy przekraczającej z grubsza biorąc 1 km? Najprawdopodobniej nie dojdzie do rozłupania skorupy ziemskiej. Jednak przy upadku wydzielią się olbrzymie ilości energii cieplnej. Jeśli „napastnik” wpadnie do oceanu — co najbardziej prawdopodobne, bo morza zajmują przeważającą część powierzchni Ziemi — powstanie ogromna fala, która obiegnie całą Ziemię zalewając kontynenty i niosąc

zniszczenie. Oprócz tego powstaną olbrzymie ilości pary wodnej, które w znaczący sposób zmienią skład atmosfery ziemskiej, a zatem i klimat. Jeśli natomiast uderzenie wypadnie na lądzie, to zamiast pary wodnej do atmosfery przeniknie pył, który spowoduje „wieczną zimę” blokując dostęp promieni słonecznych. W obu przypadkach jednak zmiana klimatu mało kto będzie się przypatrywał gdyż niewiele ludzi przeżyje przejście potężnej fali sejsmicznej — gigantycznego trzęsienia ziemi — która zapewne kilkakrotnie okrąży całą naszą planetę obracając wszelkie ludzkie konstrukcje w perzynę. W każdym przypadku, nawet jeśli nie dojdzie do natychmiastowej zagłady ludzkości, zderzenie spowoduje katastrofalne skutki choćby dla rolnictwa i w konsekwencji niezwykle poważne problemy.

Tęgo rodzaju makabryczne perspektywy skłoniły NASA do wyasygnowania pewnych funduszy na badania metod ratowania Ziemi przed zderzeniami podobnego typu. Przede wszystkim należało „rozpoznać przeciwnika”. Otóż, choć wśród obiektów, których orbity przebiegają w pobliżu orbity Ziemi, liczniejsze są planetoidy, to jednak nie można lekceważyć również zagrożenia ze strony komet, gdyż te ostatnie poruszają się zwykle po bardziej niż planetoidy wydłużonych orbitach, a zatem ich prędkość względem Ziemi jest większa, pozostawiając mniej czasu na ewentualną reakcję, to zaś oznacza, że obrona przed zderzeniem z nimi będzie trudniejsza.

Jak jednak w ogóle możemy się bronić? Przede wszystkim należy powiedzieć, że z pewnością nikt nie będzie próbował rozbijać zagrażających Ziemi intruzów na kawałki. Tęgo tylko by brakowało! Efekt byłby dokładnie odwrotny od zamierzonego. Zamiast jednego potężnego ciosu otrzymalibyśmy prawdopodobnie kilka lub kilkanaście niewiele słabszych, a zagrożenie od szczątków rozbitej planetoidy powtarzałoby się okresowo. Poruszałyby się one bowiem po dotychczasowej orbicie roz-

zruczone wzdłuż niej i zagrażały kolejnymi zderzeniami. Dlatego, jeśli ludzkość podejmie kiedyś próby aktywnej obrony, to będą one polegały na kontrolowanej zmianie orbity zagrażającego nam ciała. Jak miałyby to wyglądać? Otóż jest dosyć zabawne, że bardzo podobnie do obrony zastosowanej przez Aliantów przed irackimi *Scudami*. W czasie wojny w Zatoce Perzkiej najlepszym sposobem obrony przed irackimi raketami było niszczenie ich zawczasu, jeszcze przed startem, przy użyciu samolotów specjalnie wysyłanych przeciwko rozpoznanym wyrzutniom. Jedynie te pociski, których nie udało się wykryć zawczasu, próbowano zestrzeliwać, z nie najlepszym na ogół skutkiem, raketami *Patriot*.

Proponowany przez naukowców sposób, który dla celów tego artykułu nazwijmy „uderzeniem prewencyjnym”, polega na wysłaniu „myśliwca” do zawczasu wykrytego obiektu w taki sposób, by zbliżenie nastąpiło w okolicy peryhelium, i nieznanym zmienieniu stycznej do orbity składowej jego prędkości. Spowoduje to zmianę półosi wielkiej orbity zagrażającego Ziemi ciała i w efekcie przetrzucie go na orbitę, która wyminie Ziemię. Chodzi o taką zmianę orbity, by odsunęła się ona od naszej planety o kilka promieni ziemskich; naturalnie dokładne wyliczenie potrzebnego impulsu, a przede wszystkim marginesu błędu, wcale nie jest proste, choć przy dzisiejszych umiejętnościach przewidywania torów małych ciał w Układzie Słonecznym w pełni wykonalne.

Proponowany sposób ma jedną wadę – konieczność wykrycia zagrożenia co najmniej z kilkuletnim wyprzedzeniem, im wcześniej tym lepiej – oraz kilka zalet. Najważniejsza z nich to chyba ta, że jest on w zasadzie możliwy do zrealizowania przy obecnym stanie techniki. Poza tym na przygotowanie misji „bojowej” będzie zwykle kilkanaście lub kilkadziesiąt lat czasu, a w razie niepowodzenia zapewne można ją będzie powtórzyć; co więcej,

Ziemi nie będą zagrażać żadne odłamki, a nawet jeżeli, to pozostanie dość dużo czasu na ich wykrycie i ewentualne usunięcie z drogi. Dla zyskania większej pewności powodzenia właściwa misja „bojowa” może być poprzedzona „misją rozpoznawczą”, dzięki której możnaby określić właściwości fizyczne potencjalnego intruza, jego dokładną masę, rozmiary itp. i opracować optymalny scenariusz misji mającej na celu zepchnięcie go z zagrażającej nam orbity.

Drugi sposób, nazwijmy go „misją ostatniej szansy”, polegać będzie na próbie zepchnięcia zagrażającego Ziemi ciała niemal w ostatniej chwili poprzez nadanie mu impulsu skierowanego prostopadle do jego orbity. Impuls taki spowoduje, że ciało „przeskoczy” Ziemię, lecz jego problem nie zostanie rozwiązany raz na zawsze, gdyż półos wielka jego orbity praktycznie się nie zmieni; z punktu widzenia obserwatora na Ziemi ciało takie będzie oscylować wokół jej trajektorii i za którymś okrążeniem może nam zagrazić ponownie. Trzeba więc będzie i tak wykonać kiedyś „uderzenie prewencyjne”. Nie to jest jednak główną wadą tej metody. O ile bowiem w przypadku „uderzenia prewencyjnego” prędkość asteroidy czy komety wystarczy zmienić o zaledwie kilka centymetrów na sekundę – tak właśnie!, o tyle w przypadku misji ostatniej szansy w grę wchodzi już już metry lub dziesiątki metrów na sekundę, a zatem wielokrotnie większe energie.

Nie koniec na tym. Ponieważ rakietą zbliżać się będzie do zagrażającego nam ciała „łeb w łeb”, prędkość względna będzie ogromna i najprawdopodobniej zabraknie czasu na skomplikowane manewry i ewentualne powtórzenie próby nowo wysłaną raketą (trzeba by więc z założenia wysłać od razu co najmniej dwie, co bardzo podniosłoby koszty); poza tym pozostaje jeszcze problem jego szczątków, których powstania z pewnością nie da się uniknąć, i które mogą jednak uderzyć w Ziemię. Sam proces zmiany orbity będzie

daleko trudniejszy nie tylko ze względu na duże energie, ale także ze względu na konieczność niezwykle precyzyjnych działań w bardzo krótkim czasie. Dla przykładu, intruz wykryty w odległości 1 AU i poruszający się z prędkością 30 km/s zostawiłby ludzkości ok. 4 miesiące czasu na reakcję, przy czym trzeba pamiętać, że istotną jego część trzeba by poświęcić na dokładne określenie orbity. W dodatku, im bliżej Ziemi wykonane zostanie uderzenie, tym większych energii trzeba będzie użyć, istnieje zaś pewna graniczna siła eksplozji, inna dla każdego ciała, powyżej której nie ma mowy o zmianie orbity gdyż musi ono ulec rozbiciu – ze wszystkimi konsekwencjami omówionymi wcześniej. Tak czy inaczej, rakietą wynosząca ładunek do „uderzenia ostatniej szansy” musiałaby być bardzo silna i dysponować dużymi możliwościami manewru, zaś jej ładunek byłby bardzo masywny – ludzkość po prostu nie ma jeszcze takich rakiet, a samo zbudowanie ich byłoby bardzo kosztowne, nie mówiąc już o długotrwałym utrzymywaniu ich w gotowości do startu w przeciągu dni lub tygodni. Właściwie jedyną przesłanką przemawiającą za zastosowaniem „misji ostatniej szansy” jest tylko to, że może stanowić naszą ostatnią deskę ratunku...

Jak w praktyce może wyglądać spychanie planetoidy lub komety z orbity? Zależy to bardzo od jej rozmiarów, a zatem masy. W przypadku najmniejszych ciał, o średnicy rzędu kilkuset metrów, w przypadku „uderzenia przewencyjnego” wystarczy je staranować pod odpowiednim kątem – nie jest potrzebny żaden materiał wybuchowy. Jednak sytuacja komplikuje się w przypadku ciał większych. W grę wchodzi tu tak wielkie energie, że o zastosowaniu konwencjonalnych środków nie ma mowy – trzeba użyć energii jądrowej. Cały dowcip polega na wykorzystaniu części materiału asteroidy jako czynnika roboczego, który zostałby wyrzucony z jej powierzchni, dzięki zasadzie zachowania pędu wytwarzając siłę odrzutu.

Nietrywialne jest znalezienie miejsca zdetonowania ładunku. Wydawać by się mogło, że skoro chodzi o wyrzucenie w przestrzeń kosmiczną fragmentów planetki, ładunek należałoby umieścić pod lub na jej powierzchni. Jak jednak to zrobić? Wiercenie byłoby bardzo trudne, wcale nie z powodu wyjątkowej twardości skał, lecz z powodu bardzo słabego przyciągania grawitacyjnego: na powierzchni asteroidy o średnicy 2 km i średniej gęstości 2 g/cm^3 wynosiłoby ono zaledwie 0.028 cm/s^2 , czyli przeszło 35 000 razy mniej niż na Ziemi! To mniej więcej tak, jakby próbować wiercić w skale sporym gwoździem dociskając go siłą jego własnego ciężaru. A zatem wiercenia odpadają. Eksplozja ładunku na powierzchni planetoidy jest już znacznie łatwiejsza do realizacji, choć wymagane ładunki są bardzo duże, szczególnie w przypadku największych 10–kilometrowych ciał. Pozostaje jednak problem „zaśmiecenia” orbity odłamkami. Na szczęście okazało się, że ani wiercenia, ani eksplozje powierzchniowe nie będą wcale potrzebne, bo jest lepszy sposób. Polega on na takim podgrzaniu fragmentu powierzchni asteroidy lub komety, by wskutek naprężeń skorupy planetoidy uległ on zdeformowaniu i wyrzuceniu w przestrzeń wytwarzając potrzebną siłę odrzutu. W tym celu należy nad powierzchnią zdetonować ładunek termojądrowy o starannie dobranej sile. Odległość od asteroidy należy ustalić tak, by jak największa część rozchodzącej się radialnie energii wybuchu podgrzała jak największą część powierzchni odchylanego ciała. Okazuje się, że taka odległość wynosi $\sqrt{2}-1$ promienia asteroidy, a nie, jak możnaby się spodziewać, 0.

Chcę podkreślić, że czynnikiem rażenia wcale nie jest tu fala uderzeniowa – w przestrzeni kosmicznej panuje przecież próżnia, więc nie ma „czynnika roboczego”, który po rozpadzeniu siłą wybuchu mógłby odchylić planetkę, a masa samych szczątków ładunku i rakiety jest o wiele rzędów wielkości za mała. Czynnikiem ro-

boczym byłoby promieniowanie gamma, ciepłe oraz neutrony. Ponieważ neutrony są szczególnie efektywne w podgrzewaniu warstw powierzchniowych asteroidy, należy użyć ładunku takiego rodzaju, by jak największa część energii wybuchu poszła właśnie w neutrony. Będziemy więc mieli do czynienia z czymś na kształt bomby neutronowej.

Oczywiście, w wyniku wybuchu w przestrzeń kosmiczną zostaną wyrzucone „śmieci”, lecz raczej tylko o takich rozmiarach, z którymi dobrze poradzi sobie naturalny pancierz Ziemi w postaci jej atmosfery. Zresztą w przypadku „uderzenia prewencyjnego” niewiele z nich dotrze do nas. Autorzy wspomnianego artykułu szacują, że dla zmiany prędkości o 1 cm/s asteroidów o średnicach 0,1, 1 i 10 km wystarczające byłyby eksplozje specjalnych ładunków o bardzo silnej radiacji o sile rzędu odpowiednio 0,01, 100 i 10 000 kT (kiloton), a zatem mieszczące się w granicach obecnie istniejących technologii. Gdyby użyć zwykłych ładunków termojądrowych, musiałyby być około dziesięciokrotnie silniejsze.

To w zasadzie tyle na temat odchylenia zagrażających Ziemi ciał niebieskich. Nie chciałbym jednak, by roztoczone przeze mnie katastroficzne wizje wywołały u Czytelników obawy. Naprawdę, zagrożenie jest minimalne. Nawet jeśli ostatnia katastrofa globalna wydarzyła się około 65 mln lat temu (epoka wymierania dinozaurów), wcale nie znaczy to, że oto najwyższy już czas na następną! Wiem, że w to, co zamierzam napisać dalej, wiele osób nie uwierzy, bo przedstawiony przeze mnie wniosek jest sprzeczny z intuicją. Nic na to nie poradzę, matematyki podważyć się nie da.

Obliczmy prawdopodobieństwo, że za naszego życia do żadnej globalnej katastrofy nie dojdzie. Wszystkim Czytelnikom życzę wszystkiego najlepszego oraz 100 lat życia. Skoro prawdopodobieństwo, że w ciągu najbliższego roku nastąpi katastroficzny upadek asteroidy lub komety, wynosi p , to prawdopodobieństwo przeżycia

tego roku równe jest $1 - p$ (załóżmy dla uproszczenia, że upadku dużego ciała nikt nie przeżyje). Prawdopodobieństwo przeżycia drugiego roku równe jest także $1 - p$, ale pod warunkiem, że przeżyło się także rok poprzedni (obeznani z rachunkiem prawdopodobieństwa Czytelnicy rozpoznają tu prawdopodobieństwo warunkowe), a zatem prawdopodobieństwo przeżycia 2 lat równe jest $(1 - p)(1 - p)$. Prawdopodobieństwo przeżycia trzeciego roku wciąż wynosi $1 - p$, ale trzeba go dożyć, a więc dla trzech lat łącznie mamy $(1 - p)^3$. Rozumowanie to można ciągnąć dowolnie długo: prawdopodobieństwo przeżycia roku $n + 1$ równe jest $(1 - p) \times$ prawdopodobieństwo przeżycia pierwszych n lat. Zatem prawdopodobieństwo, że przeżyjesz, Czytelniku, 100 lat od chwili obecnej, równe jest $(1 - p)^{100} \approx \exp(-100p)$ (dla małych p); prawdopodobieństwo, że Twoje dzieci przeżyją 100 lat wynosi dokładnie tyle samo. Ponieważ małe ciała w Układzie Słonecznym, jak asteroidy i komety, nie modyfikują wzajemnie swych orbit, można przyjąć, że fakt zderzenia z jednym z nich w żaden sposób nie wpływa na prawdopodobieństwo zderzenia z innym (modyfikacja orbity Ziemi wskutek takiego zderzenia byłaby zanedbywalna). Innymi słowy mamy do czynienia ze zdarzeniami losowymi niezależnymi od siebie. A zatem na prawdopodobieństwo, że w ciągu najbliższego roku spadnie na nas kometa czy planetoida nie ma najmniejszego wpływu to, czy ostatnie takie zdarzenie miało miejsce w zeszłym roku czy milion lat temu. Zdaję sobie sprawę, że trudno w to uwierzyć, ale tak właśnie jest. Teoria prawdopodobieństwa serii zdarzeń losowych niezależnych od siebie została opracowana już dawno. Rządzi ona między innymi rozpadem promieniotwórczym jąder atomowych, o którym wiemy już dostatecznie dużo by wiedzieć, że jest ona słuszna. Według tej teorii prawdopodobieństwo, że w ciągu czasu t zajdzie dokładnie n zdarzeń, których prawdopodobieństwo wystąpienia

na jednostkę czasu wynosi p , opisane jest wzorem Poissona:

$$P(n, t) = \frac{(pt)^n}{n!} \exp(-pt);$$

wstawiając $n = 0$ (czyli nie zajdzie żadne zdarzenie) otrzymujemy poprzednio wprowadzony wzór $\exp(-pt)$.

Pozostaje jeszcze problem obliczenia prawdopodobieństwa upadku odpowiednio dużego ciała na rok. Liczba podana przez autorów wydaje mi się znacznie zawyżona. A oto uzasadnienie. Dinozaury wyginęły 65 mln lat temu i myślę, iż można bezpiecznie przyjąć, że od tego czasu nie nastąpiło zderzenie z żadnym dużym obiektem (dużym – to znaczy o rozmiarach przekraczających kilometr). Gdyby nastąpiło w czasach prehistorycznych, zachowałyby się ślady natury geologicznej, natomiast gdyby coś takiego stało się w czasach historycznych, z pewnością byłyby jakieś zapisy – o ile ludzkość w ogóle jeszcze by istniała! Tak więc przyjmijmy, że nie było żadnego zderzenia przez 65 mi-

lionów lat. Autorzy artykułu postulują średni czas między upadkami ciał o średnicy co najmniej 1 km 500 tys. lat, a zatem $p = 2 \times 10^{-6}$ /rok. Wstawmy tę wartość do naszego wzoru dla $n = 0$ i $t = 6.5 \times 10^7$ lat. Iloczyn pt dla tych wartości wynosi 130, czyli oznaczałoby to, że przez 130 „cykli” nie nastąpiła żadna katastrofa; podstawiając to do naszego wzoru otrzymujemy, że prawdopodobieństwo takiego „cudu” wynosi 3.5×10^{-57} (tak, dziesięć do minus pięćdziesiątej siódmej potęgi). Cytowany wzór przy czasach t dużych w porównaniu z $1/p$ jest bardzo „czuły” na p ; dla przykładu dla $p = 10^{-7}$ $P(0, t = 6.6 \times 10^7) = 1.5 \times 10^{-3}$, dla $p = 10^{-8}$ wynosi 0.5, a dla $p = 10^{-9}$ już 0.93.

Nawet jednak przyjmując podane przez autorów prawdopodobieństwo $p = 2 \times 10^{-6}$ nie powinieneś, Czytelniku, zanadto obawiać się o los swój i Twoich dzieci: prawdopodobieństwo przeżycia 100 lat wynosi przecież co najmniej 0.9998.

KRONIKA

Gaspra w oczach Galileo

Pomimo trapiących ją wciąż kłopotów z zablokowaną anteną misja Galileo przyniosła już pierwszy niepodważalny sukces: po raz pierwszy w dziejach ludzkości mieliśmy możność obejrzeć z bliska powierzchnię planetoidy.

(951) Gaspra jest niewielką planetką z tak zwanej grupy Flory obiegającą Słońce w pobliżu wewnętrznej granicy pasa asteroidów po orbicie o półosi wielkiej 2.21 j. a. Grupa Flory obejmuje wiele dość gęsto rozłożonych małych planetoid typu S, o których sądzi się, że stanowią pozostałości jednej lub kilku większych ciał rozbitych w wyniku zderzenia w dalekiej przeszłości. Planetoidy tego typu podejrzewa się, że są źródłami meteorytów – bądź to najczęściej spotykanych chondrytów, jak chce jedna szkoła, bądź to meteorytów żelazno-kamiennych, jak chce druga.

Obserwacje Galileo potwierdziły to, co podejrzewano na podstawie obserwacji teleskopowych: Gaspra jest nieregularnym, wydłużo-

nym ciałem o średnim promieniu ok. 7 km, najprawdopodobniej podobnym do księżyców Marsa Phobos (fot. 1) i Deimos, będących zapewne przechwyconymi planetoidami. Przemawiają za tym m. in. podobne rozmiary rzeźbionych trzech ciał. Na podstawie analizy przekazanych przez sondę zdjęć ustalono, że Gaspra jest nieco stożkowata i mierzy 18.7 na 12 na 11 km (patrz zdjęcie na pierwszej stronie okładki). Jej kształt jest nieregularny; najwyraźniej ta nieregularność kształtu jest powszechnym zjawiskiem wśród małych ciał Układu Słonecznego, gdyż jak do tej pory wykazują ją wszystkie takie ciała bliżej zbadane (jądro komety Halleya, Fobos, Deimos, niektóre małe księżyce Jowisza i Saturna, no i teraz Gaspra).

Jej powierzchnia pokryta jest prawdopodobnie regolitem, choć nie jest jasne jak grubym. Widnieją na niej liczne kratery, choć przy stosunkowo niewielkiej zdolności rozdzielczej uzyskanych obrazów (ok. 160 m) widać tylko największe z nich. Przy szacowanym średnim czasie między katastroficznymi zderzeniami planetoid

tego typu (500 mln lat) i ocenie tempa przyrostu liczby kraterów meteorytowych można zażytkować hipotezę, że kolizja, która zrodziła Gaspę, nastąpiła ok. 200 mln lat temu. Oprócz kraterów na powierzchni planetoidy mamy jeszcze zapadliska i wzniesienia, być może też



Fot. 1. Obraz księżycy marsjańskiego Phobosa uzyskany ze zdjęć wykonanych za pomocą sond Viking.

miniaturowe łańcuchy górskie. Wszystko to jest bardzo ciekawe dla planetologów badających budowę i ewolucję planetoid, lecz na obecnym etapie analizy danych jest jeszcze za wcześnie na definitywne wnioski, tym bardziej, że wskutek zakleszczenia głównej anteny statku jeszcze nie wszystkie dane zostały przesłane na Ziemię.

Jeśli chodzi o techniczną stronę całego przedsięwzięcia, to i tak możemy mówić o szczęściu, że obecnie posiadane dane udało się ściągnąć tak wcześnie. Jedyna czynna obecnie na Galileo antena nadawcza może przesyłać 100 do 140 bitów na sekundę, niezwykle mało w porównaniu z możliwościami nieczynnej anteny wysokiego zysku, zdolnej przekazać aż 134 000 bitów/s; owe 140 bitów/s stanowią i tak dziesięć-

ciokrotny postęp uzyskany dzięki modyfikacji odbiorników naziemnych i stosowaniu do odbioru dwóch anten równocześnie. Początkowo planowano przekazanie uzyskanych podczas przelotu koło Gaspri obrazów zimą ubiegłego roku, gdy Galileo miał przelatywać w pobliżu Ziemi, wtedy bowiem szybkość transmisji mogła być największa. Okazało się jednak, iż dane nawigacyjne, i w związku z tym sterowanie statkiem, są tak dokładne, że można przewidzieć, na których fragmentach kadru położony jest obraz planetoidy. Zdecydowano się więc przekazać zawczasu jedynie „najbardziej podejrzane” fragmenty kadrów — i okazało się, że rzeczywiście widnieje na nich Gaspra w całej okazałości. Reszta danych została ściągnięta przy przelocie sondy koło Ziemi, lecz jest jeszcze za wcześnie na zakończenie ich analizy.

To, czego jeszcze nie wiadomo, to przede wszystkim jej masa, a zatem i gęstość. Ze względów bezpieczeństwa trajektorię Galileo zaplanowano tak, by przebiegała możliwie daleko od planetoidy, lecz ceną za to jest brak danych o jej potencjale grawitacyjnym. Nie wiadomo też, czy Gaspra nie ma satelity lub satelitów ani czy nie jest otoczona chmurą pyłu lub odłamków; to da się ustalić po dokładnej analizie całych kadrów przesłanych obrazów. Z oszacowań teoretycznych wynika, że małe satelity lub odłamki mogłyby poruszać się po w miarę stabilnych orbitach w obszarze o wymiarach 450 na 450 na 210 promieni planetoidy; przy częstych zderzeniach w pasie planetoid posiadanie przez nie satelitów (sub-satelitów?) nie jest nieprawdopodobne, a dodatkową za tym przesłanką są radarowe obrazy planetki (4769) Kastalia uzyskane 22 sierpnia 1989 podczas jej przelotu w pobliżu Ziemi, które zdają się sugerować, że w istocie mamy do czynienia z dwoma ciałami poruszającymi się wokół środka masy po orbicie o rozmiarze niewiele większym niż suma ich promieni. Nie do końca jest też zbadany okres obiegu na razie dostępne są oszacowania na podstawie naziemnych obserwacji teleskopowych i orientacja w przestrzeni osi obrotu — również i te parametry zostaną obliczone na podstawie całości danych zebranych podczas przelotu. Będzie się również badać skład i budowę powierzchni.

Zajęci analizą danych z Gaspri naukowcy mają mimo wszystko czas by z niecierpliwością oczekiwać następnego spotkania Galileo. Ma ono nastąpić w sierpniu bieżącego roku, a celem

próbnika będzie tym razem planetoida (234) Ida.

Wg *Science*, 1992, 257, 1647

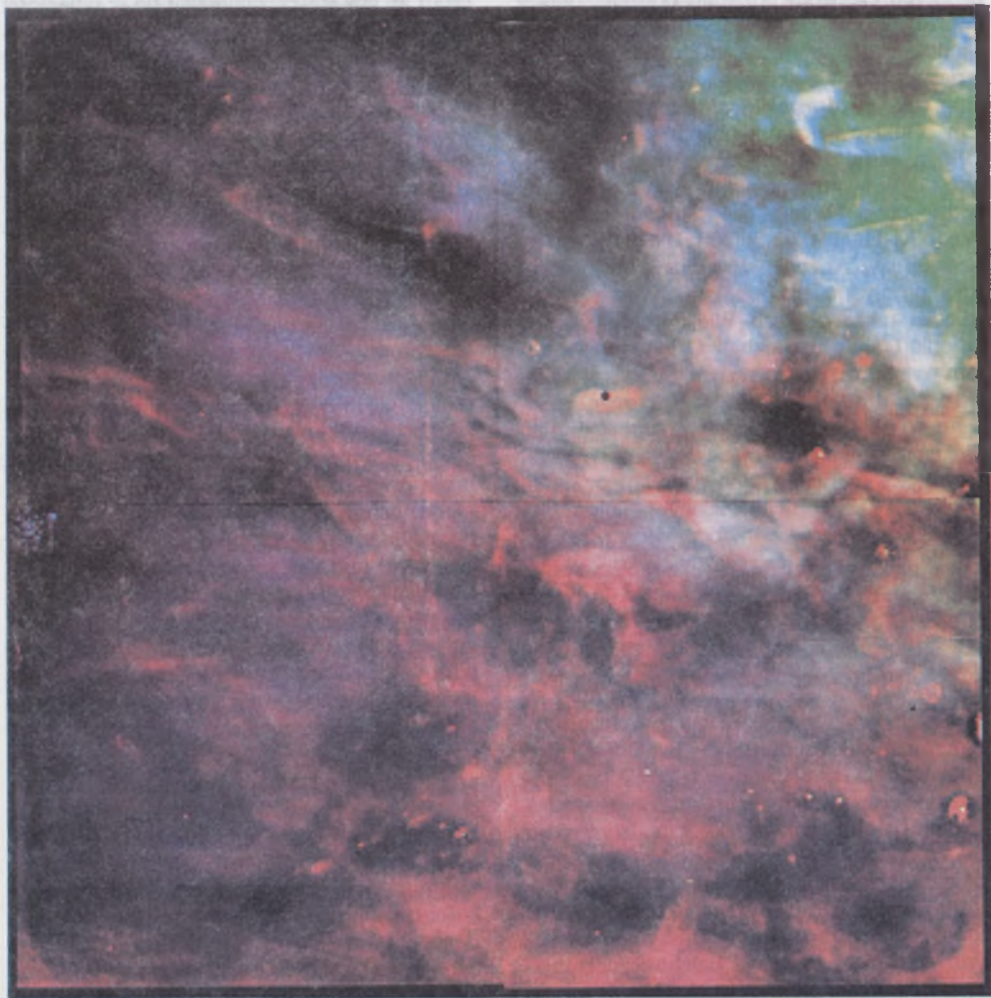
Maciej Bzowski

Dyski protoplanetarne

W grudniu ubiegłego roku teleskop kosmiczny HST odkrył bardzo rozległe dyski pyłowe wokół 15 nowo rodzących się gwiazd w Mgławicy Oriona! Do grudnia znano tylko cztery: przy Beta Pictoris (*Urania 4/92*), Alpha Lyrae (*Wega*), Alpha Piscis Austrini (*Fomalhaut*) i Epsi-

lon Eridani. A właśnie w takich dyskach, zgodnie ze współczesnymi teoriami, następuje łączenie się cząstek w większe bryłki, tzw. planetozymale, po czym z nich mogą utworzyć się w dalszych procesach ewolucyjnych, planety. Tak też prawdopodobnie powstał 4.5 miliarda lat temu nasz Układ Planetarny. Skoro więc obserwacje wskazują na to, że wiele gwiazd ma dyski, to prawdopodobnie wokół wielu mogą krążyć planety.

Odkrywca – C. Robert O'Dell z Rice University w Houston w Teksasie – nazwał te protoplanetarne dyski proplydami (proplyds –



Fragment Wielkiej Mgławicy w Orionie złożony ze zdjęć uzyskanych za pomocą teleskopu kosmicznego Hubble'a.

od protoplanetary discs; podobno nazwę tę wymyśliła żona O'Della. Może i u nas się przyjmie?). Każdy przepływ jest na obrazkach z HST cienkim dyskiem z dziurą w środku, takim „ron-dem od kapelusza”, a w samym środku znajduje się chłodna gwiazdka. Promieniowanie i wiatr z sąsiedniej, gorącej gwiazdy podgrzewają dysk i jego materia wywiewana jest jak warokoz komety (w tempie 1/2 masy Ziemi na rok). Zdjęcia były robione (za pomocą kamery szerokokątnej) w kilku długościach fal, przez filtry odpowiadające najmocniej świecącym pierwiastkom tzn. w liniach wodoru i tlenu; zdjęcia przez filtr czerwony pozwoliły oddzielić obrazy gwiazd. Ocenia się, że niektóre przepływy powinny się dać zauważyć także z Ziemi. Materiał na temat dysków ma się ukazać wiosną tego roku w *Astrophysical Journal* pod tytułem „Odkrycia nowych obiektów w Mgławicy Oriona — fal uderzeniowych, obiektów zwartych i dysków protoplanetarnych”, a podpisany będzie przez O'Della, jego studentów Zheng Wen, Xi-Hai Hu oraz Jeffa Hester z Uniwersytetu w Arizonie. *Urania* nie ma jeszcze zdjęć przepływów, ale publikujemy wcześniejsze zdjęcie, także obszaru Wielkiej Mgławicy w Orionie (cały gwiazdozbiór Oriona jest obszarem wyjątkowo „zaitoczonym” na naszym niebie i nie dziwnego, że jest wdzięcznym obiektem do obserwacji). Widać na nim cieniutkie włókna materii obserwowane na brzegach Mgławicy; kolor czerwony odpowiada liniom siarki, niebieski — liniom tlenu, zielony — liniom wodoru. Gaz jest oświetlany oczywiście przez sąsiednie, bardzo gorące gwiazdy.

Wg NASA Release 1992, 226.

Magdalena Sroczyńska-Kożuchowska

Laserowa łączność kosmiczna

W niniejszym numerze *Uranii* piszemy o zakończonym sukcesem spotkaniu sondy Galileo z planetoidą Gaspra. Jednak ostatnio przeprowadzone eksperymenty związane z tą sondą bynajmniej się na tym nie kończą. Ironią losu jest, że podczas misji trapionej poważnymi problemami z łącznością radiową (wciąż zakleszczona antena kierunkowa wysokiego zysku!) udało się przeprowadzić eksperyment z nowym sposobem łączności dalekosiędnej, mianowicie łączności na optycznych długościach fal elektromagnetycznych.

O samym fakcie wykorzystywania światła

widzialnego jako nośnika sygnałów Czytelniczy z pewnością wiedzą — każdy słyszał choćby o światłowodowych sieciach telefonicznych. Jednak w grudniu ubiegłego roku podczas przelotu Galileo w pobliżu Ziemi udało się po raz pierwszy zarejestrować sygnały laserowe na pojeździe kosmicznym poza orbitą Ziemi. Ustanowiono w ten sposób rekord odległości, z której udało się odebrać promień lasera.

Według informacji dra Jamesa L es h a, kierownika eksperymentu GOPEX (Galileo Optical EXperiment), doświadczenia prowadzono w dniach 8–16 grudnia 1992 roku. Rozpoczęto je, gdy statek znajdował się w odległości 600 tys. km od Ziemi a zakończono, gdy wzrosła ona do 6 mln km. Nakierowane na Ziemię kamery Galileo zarejestrowały modulowany promień lasera kolimowany przez 61-centymetrowy teleskop optyczny w Table Mountain Observatory w Kalifornii oraz 1.5-metrowy teleskop należący do Lotnictwa Wojskowego Stanów Zjednoczonych i umieszczony w ośrodku badawczym koło Albuquerque.

Po co jednak w ogóle prowadzić takie eksperymenty, czy tradycyjne metody łączności radiowej nie wystarczają? Przecież wystarczy zwykła chmura, aby z łączności optycznej wyszły „nici”. A za dnia? Przecież za dnia na niebie też nic nie widać. Otóż sprawa nie jest wcale taka prosta. Po pierwsze, są na Ziemi miejsca, gdzie bezchmurna pogoda jest „murowana” przez prawie cały rok. Po drugie, zarówno w magnetosferze Ziemi jak i w przestrzeni międzyplanetarnej też istnieje „pogoda”, bo przecież wieje tam wiatr. Oczywiście, jest to wiatr słoneczny, czyli uciekający ze zmiennym natężeniem ze Słońca strumień plazmy, który, choć opływa magnetosferę, to jednak bardzo silnie rzutuje na zachodzące w niej zjawiska. Występują w nim zaburzenia gęstości i prędkości, które mogą silnie zakłócać propagację bardzo przecięt słabych sygnałów radiowych wysyłanych przez odległe od nas statki kosmiczne. Jednocześnie ośrodek międzyplanetarny jest niemal idealnie przezroczysty dla fal świetlnych. Dzięki temu sygnał nie jest po drodze zakłócany, a zatem można osiągnąć znacznie większe szybkości transmisji. Po trzecie wreszcie, promień lasera jest monochromatyczny, a niebo oglądane nawet za dnia przez bardzo wąskopasmowy filtr wcale nie jest jasne — w każdym razie nie na tyle, by nie dało się odebrać sygnału.

Przy dzisiejszym stanie techniki umieszczenie na sondzie kosmicznej lasera o takiej mocy, by jego promień można było rejestrować stosunkowo niewielkimi teleskopami, nie powinno przedstawiać większej trudności; praktycznie gotowa jest również technologia kodowania sygnału i kierowania go z odpowiednią dużej większą niż w przypadku klasycznej łączności radiowej dokładnością na Ziemię.

Fale radiowe służą w przypadku statków kosmicznych trojakim celom. Po pierwsze, do nawigacji, po drugie, do przesyłania danych, i po trzecie, do prowadzenia aktywnych eksperymentów naukowych. Jak twierdzi dr Lesh, do wszystkich wymienionych trzech celów można również wykorzystywać promienie lasera.

Jeśli chodzi o nawigację, czyli o wyznaczenie aktualnej pozycji statku na niebie, to do tej pory wykorzystywało się do tego całą sieć radioteleskopów. Sieć potrzebna była dlatego, że pojedynczy radioteleskop ma w najlepszym wypadku rozdzielczość rzędu dziesiątek minut łuku, więc do naprawdę precyzyjnego wyznaczenia pozycji trzeba stosować technikę interferometrii. Problem zdolności rozdzielczej znika natomiast przy przejściu do dziedziny optycznej: nawet skromny teleskop ma teoretyczną zdolność rozdzielczą rzędu sekundy łuku. Wprawdzie przeszkadza seeing, ale i z tym już sobie poradzono. Warto zaś przypomnieć, że znajomość położenia kąowego z dokładnością do sekundy łuku przy odległości 10 j. a. oznacza dokładność liniową ok. 75 km. Tak więc przy zastosowaniu do nadawania sygnałów nawigacyjnych z pokładu statku lasera do określenia jego pozycji wystarczyłby pojedynczy skromny teleskop. Taki nadający statek wyglądałby na niebie jak regularnie migająca gwiazda, a jego pozycję wyznaczano by klasycznymi w astronomii pozycyjnej metodami. Oprócz pozycji kąowej laser może pozwolić też na wyznaczenie odległości, co nie jest możliwe technikami radiowymi radarowymi z wyjątkiem rejonu w pobliżu Ziemi. Wyznaczenie odległości polegałoby na pomiarze czasu między wysłaniem wiązki laserowej a odebraniem jej echa odbitego na przykład od umieszczzonego na sondzie zwierciadła, które mogłoby też być wykorzystane do nadania przez statek swoich własnych sygnałów.

Z kolei utrzymywanie łączności wymaga stosowania dużych anten. Anteny na Ziemi stosowane do komunikacji z odległymi próbnika-

mi mają średnice kilkudziesięciu metrów, a mimo to niekiedy, jak będzie to w przypadku przebywającego w pobliżu Jowisza próbnika Galileo, trzeba używać kilku anten na raz i przed odszyfrowaniem sygnału przeprowadzać skomplikowaną analizę odebranych fal dla odfiltrowania szumów. Natomiast anteny umieszczone na sondach międzyplanetarnych mają średnice kilku metrów i muszą podczas startu być złożone; rozwijane są dopiero po oddzieleniu się od rakiety nośnej, co czasami sprawia kłopoty (znow się kłania Galileo!). Niezbędna zaś dla utrzymywania łączności z Ziemią na częstotliwościach optycznych średnica zwierciadła wynosi około 10–50 cm, co pozwala na zastosowanie stosunkowo tanich i lekkich luster. Zysk zaś na przyspieszeniu czasu nadawania sygnału przy dość niewielkim zapotrzebowaniu energetycznym byłby niebagatelny.

Aktywne badania naukowe, polegające na analizie odebranego na Ziemi promienia laserowego wysłanego przez statek i odbitego od interesujących obiektów, mogłyby obejmować na przykład pierścienie i atmosfery planetarne (tu w grę wchodziłoby zarówno oświetlanie jak i prześwietlanie — w tym ostatnim przypadku najodleglejszych warstw atmosfer planetarnych) oraz pył międzyplanetarny.

Oprócz wielu zalet są jednak i wady. Najpoważniejsza z nich to ta, że wykorzystanie promieni laserowych do łączności z pojazdami kosmicznymi wymaga bardzo dokładnej znajomości ich pozycji na niebie, gdyż wiązka laserowa jest wąska — chodzi tu o próbę przesłania do nich informacji, bo zauważenie „mrużającego” statku na niebie przy choćby przybliżonej znajomości jego pozycji nie byłoby trudne. Podczas aktywnej pracy ze statkiem znajomość jego pozycji jest zwykle dostatecznie dobra, problemy mogłyby wystąpić przy próbie „budzenia” go z głębokiej „hibernacji”, w jaką zwykle wprowadza się sondy kosmiczne podczas dolotu do badanych obiektów dla oszczędzania pokładowych źródeł energii.

Z kolei aby statek mógł przesłać na Ziemię informacje drogą laserową, musi na nią bardzo dokładnie nakierować swój system optyczny — znacznie dokładniej niż radiową antenę kierunkową — co niestety podnosi jego ciężar.

Na razie, po pierwszym dopiero pomyslnym eksperymencie, i to tylko „w jedną stronę”, nikt nie myśli poważnie o natychmiastowym konstruowaniu systemu łączności laserowo-

wej. Jednak rosnące koszty utrzymania i eksploatacji Deep Space Network — sieci dalekościowej łączności kosmicznej NASA — niedługo każą z pewnością poważniej rozważyć tę alternatywę. Nikt też nie mówi o całkowitej eliminacji systemów radiowych, rozważa się raczej konstruowanie systemów komplementar-

nych, stanowiących dla siebie do pewnego stopnia alternatywę i zabezpieczenie. Na pewno jednak grudniowe eksperymenty z Galileo czynią łączność laserową obiecującą techniką chyba już niedalekiej przyszłości.

Maciej Bzowski

KRONIKA HISTORYCZNA

Cuno Friedrich Ludwig Hoffmeister (1892–1968)

Urodził się 2 lutego 1892 r. w Sonnebergu (Turyngia, Niemcy). Jego droga do zawodu astronoma wiodła przez samokształcenie i obserwacje miłośnicze. Ukończył szkołę handlową (1908–1910). W 1914 r. skontaktował się z astronomem Ernstem Zinnem w Bambergu, który zaangażował go do programu obserwacji nowoodkrytych gwiazd zmiennych. Podczas obserwacji RT CrB, Hoffmeister odkrył zmienność sąsiedniej gwiazdy, oznaczonej obecnie RW CrB.

W kwietniu 1915 r. zamieszkał w Bambergu i rozpoczął pracę w tamtejszym obserwatorium jako asystent-pomocnik. Do końca 1918 r. weryfikował dane do „Historii i literatury gwiazd zmiennych” pisanej przez G. Müllera oraz opracowywał obserwacje. Za uzyskane środki nabył niewielkie instrumenty i w 1919 r. rozpoczął regularną działalność obserwacyjną w rodzinnym Sonnebergu. Po uzyskaniu matry w 1920 r., przez kolejne cztery lata pracował w Obserwatorium Astronomicznym Uniwersytetu w Jenie jako asystent. Rozpoczął wtedy pracę nad statystyką gwiazd zmiennych, którą kontynuował następnie w Sonnebergu.

W 1925 r. otrzymał, dzięki pomocy miasta oraz towarzystwa astronomicznego i zakładów optycznych Carl Zeiss Jena, prywatne obserwatorium astronomiczne na górze Erbsbühl (640 m n.p.m.). Prowadził tam systematyczne fotograficzne obserwa-

cje całej dostępnej półkuli nieba. Wziął udział w zorganizowanym przy współpracy Paula Guthnika, dyrektora Obserwatorium Uniwersyteckiego w Berlinie-Babelsbergu, programie ciągłego fotografowania nieba przy użyciu obiektywów krótko ogniskowych, w celu znajdowania nowych gwiazd zmiennych. Plonem tej kampanii jest ponad 100 000 fotografii nieba przechowywanych do dziś w obserwatorium w Sonnebergu (drugi co do wielkości zbiór na świecie).

Oprócz gwiazd zmiennych zajmował się Hoffmeister także światłem zodiakalnym i przeciwblaskiem (fotometria) oraz materią międzyplanetarną, a w szczególności meteorami. Był namiętnym obserwatorem „spadających gwiazd”. Pewnej pogodnej nocy obserwował je aż 10 godzin i 40 minut. Napisał kilka książek o meteorach i rojach meteorowych, ale przede wszystkim znana jest jego monografia o gwiazdach zmiennych (*Veränderliche Sterne*, wyd. 1970, 1984, tł. ang. *Variable stars* wyd. 1985).

Odbył kilka ekspedycji badawczych, m.in. w 1930 r. do zach. Indii, a w 1953 r. do połudn.-zach. Afryki.

Był członkiem Niemieckiej Akademii Nauk, Akademii Badaczy Przyrody „Leopoldina” i Saskiej Akademii Nauk. Redaktor czasopisma popularnonaukowego *Die Sterne*. Odkrył łącznie 10 375 gwiazd zmiennych. Zmarł 2 stycznia 1968 r.

Dla uczczenia naukowych osiągnięć astronoma jego nazwisko nosi krater na niewidocznej stronie Księżyca.

Paweł Sobotko

KONFERENCJE I ZJAZDY

XI Europejskie Sympozjum Obserwacji i Przewidywania Zakryć (ESOP-XI)

Castel Gandolfo (Włochy), 28–30 VIII 1992

Zgodnie z tradycją, jak co roku w końcu sierpnia 1992 r., odbyło się kolejne, jedynaste już Europejskie Sympozjum Obserwacji i Przewidywania Zjawisk Zaćmieniowych — ESOP. Tym razem odbyło się ono we Włoszech w Mondo Migliore, w ośrodku Międzynarodowego Centrum Duchownego, pięknie położonym nad Lago Albano naprzeciw Castel Gandolfo. Współorganizatorami imprezy było, obok International Occultation Timing Association — ES, także Obserwatorium Specola Vaticana i Unione Astrofili Italiani, Sezione Occultazioni, czyli włoski odpowiednik Sekcji Obserwacji Pozycji i Zakryć PTMA. Delegację polską stanowiła 11-osobowa grupa z przewodniczącym SOPiZ Markiem Zawilskim na czele. Obok Polaków w Sympozjum wzięli udział obserwatorzy i programiści z Belgii, Holandii, Finlandii, Portugalii, USA, Wielkiej Brytanii i oczywiście Niemiec, którzy — podobnie jak gospodarze — stanowili przewagę liczebną.

Impreza rozpoczęła się 28 sierpnia, ale spora część uczestników przybyła do Włoch już przed 23 sierpnia, aby wziąć udział w ekspedycji na obserwację zakrycia brzegowego gwiazdy μ Gem nad ranem 24 sierpnia (patrz artykuł w dziale **Obserwacje**). Sympozjum zainaugurował bardzo interesujący referat dyrektora Obserwatorium Watykańskiego Ojca George'a V. Coyne'a zatytułowany „Kilka współczesnych aspektów kosmologii”.

Tematyka większości referatów oscylowała wokół problemów, które — jak się okazuje — są wspólne dla wielu obserwatorów. Tematem takim jest zapewne rejestracja zjawisk techniką video CCD. Zaprezentowano sprzęt wraz z pokazem zapisu kilku spektakularnych zjawisk. Pokazane też zostało urządzenie (tzw. inter-

fejs) sprzęgające kamerę z zegarem DCF-77, co spotkało się z dużym zainteresowaniem tych wszystkich, którzy zdążyli przez 2 lata docenić moduł DCF.

Mówiono o obserwacjach fotoelektrycznych, wykonanych przez włoskich kolegów. Portugalski obserwator J. Garcia przedstawił bardzo interesujący rejestrator, zapisujący momenty zjawisk oraz pełne sekundy na perforowanej taśmie papierowej. Zwraçała uwagę prostota i solidność zaprezentowanej konstrukcji.

Wiele czasu poświęcono wciąż aktualnemu problemowi kompatybilności używanego sprzętu oraz dystrybucji efemeryd, przesyłaniu redukcji do ILOC itp. H. B u l d e r z Holandii poruszył ciekawy temat dotyczący możliwości zakupów zbiorowych modułów CCD Philipsa.

Referatem, na który chyba wszyscy czekali, była prezentacja przez Claudio C o s s t e wynikiów obserwacji zakrycia brzegowego sprzed kilku dni. Pokazane zostały udane zapisy video wykonane równocześnie przez Włochów, Niemców i Holendrów. Przy okazji tej obserwacji zostały ustanowione aż cztery rekordy na skalę europejską: liczby obserwatorów, stanowisk, zanotowanych momentów oraz krajów, z których pochodzili obserwatorzy.

Znany powszechnie W. B e i s k e r po raz trzeci lub czwarty podjął temat zakrycia gwiazdy 28 Sgr przez Tytana. Jak widać jedno zjawisko dostarczyło informacji na materiał paru kilkudziesięciominutowych referatów! Czyżby kolejny rekord?

Polskim akcentem części referatowej było wystąpienie M. Z a w i l s k i e g o na temat metodyki obliczeń zaćmień w odległej przeszłości oraz sprawozdanie z ekspedycji do Meksyku na zaćmienie Słońca 11 lipca 1991 roku zaprezentowane przez J. M i l c z a n o w s k i e g o.

Sympozjum zakończył nieoficjalnie M. S u h o n e n z Finlandii prezentując slajdy z poprzednich ESOP-ów.

Oprócz wysłuchania referatów uczestnicy mieli możliwość zwiedzenia papieskiej rezydencji oraz obserwatorium w Castel Gandolfo, zobaczyć jakim sprzętem ono dysponuje (a było na co popatrzeć: największy z teleskopów to Schmidt 90/60, znajdujący się w prywatnym ogrodzie papieża). Odbyła się też wycieczka do Watykanu, połączona ze zwiedzaniem tego państwa „od kuchni”. Dzięki uprzejmości Ojca G. V. Coyne'a, który był naszym przewodnikiem, opiekunem i tłumaczem, mogliśmy spacerować po słynnych Ogrodach Watykańskich.

30 sierpnia Sympozjum ESOP–XI zostało oficjalnie zamknięte przez Claudio Costę, Hansa–J. Bodego i Davida Dunhama, a uczestnicy pożegnali się z zamiarem ponownego spotkania się za rok w Holandii na ESOP–XII. Dodajmy na koniec, że ESOP–XIII odbędzie się w 1994 roku w Polsce.

Marcin Górko, Witold Sencio, Marek Zawilski

Przedruk z *Materiałów Sekcji Obserwacji Poczty i Zakryć PTMA* nr 30/1992

OBSERWACJE

Brzegowe zakrycie μ Gem 24 sierpnia 1992 roku

Kilka dni przed rozpoczęciem ESOP–XI do ośrodka Mondo Migliore we Włoszech zjechało wielu amatorów obserwacji najlepszego w 1992 r. w Europie zakrycia brzegowego. Nad ranem 24 sierpnia miało dojść do brzegowego zakrycia gwiazdy–olbrzyma μ Geminorum (2.8 mag), a granica północna zjawiska przebiegała między Rzymem a Neapolem m. in. w pobliżu Monte Cassino. Nic też dziwnego, że z nadarżającej się okazji skorzystało aż około 25 osób. Zbiórka w Mondo Midliore była wyznaczona na 23 sierpnia o godzinie 15:00, ale – jak się potem okazało – dotarcie tam nie było łatwe ze względu na minimalną liczbę publicznych środków transportu (autobusów), które przejeżdżały obok hotelu położonego nad Lago Albano około 20 km od Rzymu. W dodatku była to niedziela i pora obiadowa, co w Italii oznacza, że bez własnego środka lokomocji nie należy się nigdzie ruszać.

Następnie zaś okazało się, że samochodów prywatnych jest za mało aby wszyscy mogli udać się na miejsce obserwacji. Po godzinie udało się wynająć dodatkowo mikrobus za niemalą zresztą sumę (300 tys. lirów). Przed wieczorem cała kawalka

da ruszyła w drogę docierając po około 150 km jazdy do Minturno położonego niedaleko wybrzeża. W czasie jazdy oglądaliśmy z autostrady wzgórze Monte Cassino, lecz o zwiedzeniu oczywiście nie mogło być mowy.

Już po zapadnięciu zmroku odbyła się narada w pobliskiej pizzerii, co miało ten negatywny (potencjalnie) skutek, że spore ilości wina są podawane do każdego posiłku jako rzecz normalna... Na szczęście zjawisko miało nastąpić dopiero za kilka godzin.

Pogoda była tego wieczoru niezła, choć miejscami niebo pokrywały lekkie chmury. Poprzednia noc natomiast była pochmurna, a nad ranem niebo rozświetlały co chwilę błyskawice przechodzących burz. Okazało się jednak, że warunki właśnie się poprawiają i po zapadnięciu zmroku wypogodziło się zupełnie. Zresztą do 6 września padało potem tylko jeden raz nad ranem, zaś poza tym niebo było zwykle bezchmurne.

Obserwatorzy zabrali ze sobą przeróżny sprzęt optyczny i służby czasu. Było zarówno kilka Celestronów CB jak i lunetki przenośne. Służba czasu natomiast opierała się w większości na odbiornikach DCF–77, a poza tym na stoperach, a nawet jednym chronometrze własnej konstrukcji.

Osiem osób miało kamery CCD, toteż one to zostały rozmieszczone „wewnątrz” pasa zakrycia. Przy tym zwykle stacja video była dublowana przez co najmniej jednego obserwatora wizualnego. Wkrótce się okazało, jak było to szczęśliwe posunięcie. W sumie zostały wybrane miejsca wzdłuż lokalnej drogi biegnącej mniej więcej prostopadle do granicy zakrycia. Niestety, gdy już było po kolacji i należało wyruszyć na stanowiska, wstępny rekonesans ujawnił, że droga ta przebiega przez tereny elektrowni, gdzie wstęp jest wzbroniony. Wywołało to konsternację, zaś organizatorzy przyznali, że nikt nie sprawdzał wcześniej terenu obserwacji... Po pewnych deliberacjach i jeźdzeniu po okolicy wybrano inne odcinki szos, ale równie korzystne. W sumie cała baza rozciągnięta była na przestrzeni około 3 km przy 11 stanowiskach obserwacyjnych. Więcej nie można było ze względu na różne przeszkody terenowe. Stanowiska zostały ponumerowane w ten sposób, że 0 oznaczało granicę efemerydalną, 1, ..., 8 stanowiska na południe (tj. w głąb) zaś, -1, i -2 stanowiska na północ (tj. na zewnątrz).

Piszący te słowa wraz z Klemensem Libanem został przydzielony do stanowiska nr -1, kilkaset metrów poza granicą efemerydalną. Nie wywołało to u nas, rzecz jasna, zbytniego entuzjazmu. Na stanowisku byliśmy jeszcze przed północą, zaś środek zjawiska miał nastąpić około 3^h09^m cwe. Było więc sporo czasu na przygotowanie sprzętu i pooglądanie nieba, na którym gwiazdy błyszczały bardzo jasno. Dawało się już wyraźnie zauważyć przesunięcie sklepienia ku północy w stosunku do tego, co widzimy na codzień w kraju: wysoko świecił Saturn i Fomalhaut, a Wega przechodziła prawie przez zenit (przy szerokości geograficznej 41°).

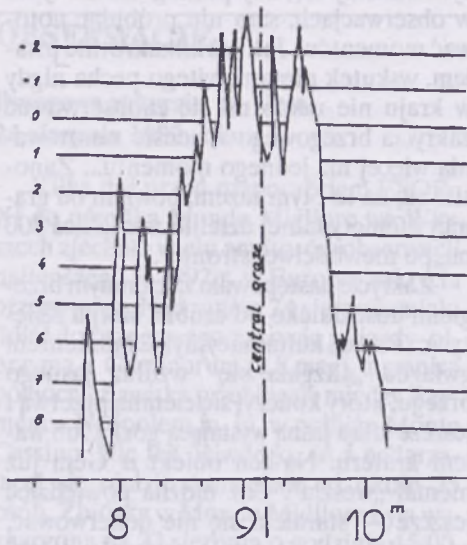
Sprzęt spisywał się nieźle: DCF miał kłopoty z „zastartowaniem” ale po kilku minutach ruszył. Awaryjnie spisywał się natomiast egzemplarz niepołomicki — raz dawał sygnały sekundowe, a raz nie. W

związku z tym koledzy z Niepołomic pracowali w rezultacie na moim DCF, podczas gdy Jacek Liban miał czytać stan mojego stopera RUHLA bezpośrednio na magnetofon.

Księżyc wszedł lekko zamglony, ale z każdą chwilą stawał się wyraźniejszy. Gwiazda mogła być dostrzeżona przez lunetkę 50/500 na wysokości 5° nad horyzontem. Lunetka ta była pożyczona od C. Co s t y, a stanowiła zaadaptowany teleobiektyw MTO. Niestety, obraz w lunetce kol. Libana był marnej jakości, toteż zdecydowaliśmy się, aby pomógł mi on tylko w obserwacjach, sam nie próbując notować momentów. Jak już kilkakrotnie pisałem, wskutek niesamowitego pecha nigdy w kraju nie udało mi się zaobserwować zakrycia brzegowego w sensie zanotowania więcej niż jednego momentu... Zanościło się na to i tym razem, bowiem od granicy efemerydalnej dzieliło nas jakieś 300 m „po niewłaściwej stronie”.

Zakrycie następowało za ciemnym brzegiem, dość daleko od czubka sierpa Księżyca. Przed kulminacyjnym momentem gwiazda „ślizgała się” wzdłuż jasnego brzegu, który kończył się ciemną przerwą i jeszcze jakąś jasną wystającą górką lub wałem krateru. Na ten obiekt μ Gem już niemal „wesła”. Cóż można powiedzieć jeszcze — starałem się nie denerwować, co częściowo się udało, głównie dzięki wieloletniej praktyce obserwacyjnej. Dalej wszystko potoczyło się bardzo szybko, chociaż notowanie zjawisk odbyło się w zadziwiająco (na szczęście) rutynowy sposób. W pewnym momencie bardzo jasny punkcik zgasł raptownie, ale natychmiast pojawił się na nowo! Stoper zdążyłem nacisnąć tylko raz, ale czas zakrycia można było łatwo oszacować na 0.2 s. W tym momencie byłem pewien, że to już wszystko i czułem zadowolenie, że w tym miejscu w ogóle doszło do jakiegoś zjawiska. Oczywiście należało jeszcze odczekać... Dobrze, że nie byłem świadomy upływu czasu (polecam to gorąco — nie liczyć sekund, nie

śluchać komunikatów kolegi — patrzeć co się dzieje!). Po dłuższej chwili bowiem zaczęło się dziać to, o czym czyta się w sprawozdaniach i ogląda na taśmach video — bo oto gwiazda co chwilę gasła i zapalała się, raz błysnęła na krótko, ale nie całym blaskiem!!! Wreszcie przestała — ale czy na dobre? Ciemnego brzegu nie było widać — po odczekaniu paru minut było jasne, że to już koniec. Ile było zjawisk — nie wiedziałem od razu (szacowałem na 6–8). Po odsłuchaniu taśmy okazało się, że było ich 13.



Rys. 1. Prowizoryczny wykres przebiegu brzegowego zakrycia μ Gem w dniu 24 sierpnia 1992 roku (odległości między stanowiskami obserwacyjnymi nie zostały zachowane).

Trudno w tej chwili opisywać resztę wyników. Można je skonfrontować z prowizorycznym wykresem, który wykonano następnego wieczoru na ogólnej naradzie (rys. 1). Rzadki to był przypadek tak licznej obserwacji i to, że na wszystkich stanowiskach udało się uzyskać wyniki. Okazało się, że na naszym stanowisku było najwięcej momentów... Na stanowisku nr 6 obserwowała wizualnie Halina Bocz-

ko wska. I całe szczęście, bowiem Henk B u l d e r z Holandii nie zarejestrował kamerą CCD nic. Awaria... Podobnie jak i w jeszcze innym przypadku kamera odmówiła posłuszeństwa. Nagrania z czterech innych stacji z kamerami CCD przywieźliśmy jednak do Polski.

Gdy emocje opadły, szarym świtem udaliśmy się w podróż powrotną, która okazała się bardzo ciężka dla kierujących pojazdami, ale skończyła się pomyślnie.

Wyniki obserwacji będą jeszcze opracowywane ostatecznie. Już teraz jednak wiadomo, że przesunięcie Księżyca na północ było spore (brakowało jeszcze jednego stanowiska zewnętrznego), a profil w połowie zupełnie nie zgadzał się z efemerydalnym. Teraz trzeba czekać na dalsze zjawiska widoczne w kraju. Kolejne zakrycie gwiazdy czwartej wielkości nastąpi m. in. 29 kwietnia w Polsce zachodniej i północnej.

Marek Zawilski

Przedruk z *Materialów Sekcji Obserwacji Pozycji i Zakryć PTMA* nr 30/1992

Komunikat Sekcji Obserwacji Słońca PTMA, listopad 1992

Wyniki obserwacji Słońca w listopadzie 1992 r. przesłało 11 obserwatorów: Marcin Bellej, Grzegorz Czepiczek, Bartosz Dąbrowski, Longin Garkul, Janusz W. Kosinski, Jerzy Łągiewka, Wiktor Majewski, Andrzej Pilski, Stanisław Świerczyński, Mieczysław Szulc i Jerzy Zagrodnik. Łącznie wykonano 107 obserwacji w 27 dniach.

Średnie dzienne względne liczby Wolfa w listopadzie 1992 r. wyniosły:

1..... 94	9..... 77	17..... 100	25..... 98
2..... 83	10..... 66	18..... 95	26..... 79
3..... 72	11..... 89	19..... 90	27..... 120
4..... 87	12..... 80	20..... 96	28..... 104
5..... 87	13..... 55	21..... 46	29..... 90
6..... —	14..... 59	22..... —	30..... 67
7..... 86	15..... 54	23..... 107	
8..... 74	16..... —	24..... 102	

Średnia miesięczna względna liczba Wofla w listopadzie 1992 r. wynosi 83.5 (89.0). Średnia względna liczba Wofla z jednego obrotu Słońca wynosi 88.1 (81.4).

W nawiasach podano średnie liczone bez współczynnika obserwatorów.

Janusz W. Kosinski

TO I OWO

Cenzura w astronomii

Publikowany w tym numerze barwny opis ingerencji radzieckiej cenzury w astronomiczne prace naukowe (w artykule prof. J. Smaka pt. „Jak gwiazda zmienna AM CVn zagrażała ustrojowi Związku Radzieckiego”) przypomniał mi własne perypetie z cenzurą, które ku rozbawieniu współczesnych i przestrodze potomnych warto ujawnić.

Wśród materiałów, które w 1983 roku zbierałem do książki o komecie Halleya, znalazł się artykuł radzieckiego astrono-

1985 roku otrzymałem od swoich kolegów N. A. Bielajewa i K. I. Czuriumowa ich książkę *Kometa Galleja i jego nabludjenje* (Moskwa 1985) spostrzegłem dziwną różnicę w wyglądzie komety na reprodukcji tego rysunku zamieszczonej w niej na str. 22 (rys. 2). Próbując znaleźć przyczynę rozbieżności stwierdziłem, po pierwsze, że intrygujący rysunek jest kopią fragmentu ilustracji pochodzącej z trzytomowego dzieła Stanisława Lubienieckiego *Theatrum Cometicum...* wydanego w Amsterdamie w latach 1666–1668 oraz, po drugie, że kometa woryginalie ma jesz-



Комета Галлея над Иерусалимом (66 г.), по преданию, волеостынная о разрушении города римлянами в 70 году

Работа оказалась столь трудоемкой, что потребовалось привлечь помощников. Ими стали Г. Лепот, уже известная своими астрономическими

напротив, усмеваются, видя астрономов, погруженных в неизвестность и беспокойство, и надеются, что комета не вернется к Солнцу и что

Rys. 1. Rysunek komety Halleya nad Jerozolimą w 66 roku z artykułu B. J. Levina w czasopiśmie *Zjemia i Vsjelelnaja*.

ma B. J. Levina opublikowany w dwumiesięczniku *Zjemia i Vsjelelnaja* (nr 5/1982). Został on zilustrowany m. in. rysunkiem pojawienia się komety Halleya w 66 roku nad Jerozolimą (rys. 1). Gdy w

cze inny wygląd niż w artykule Levina oraz w książce Bielajewa i Czuriumova (rys. 3). Nieśmiało podejrzenia co mogło spowodować takie okrojenie obrazu komety w publikacjach radzieckich potwierdził w roz-

mowie ze mną jeden ze współautorów książki w październiku 1986 roku, gdy spotkaliśmy się w Heidelbergu (Niemcy) na międzynarodowym sympozjum poświęconym komecie Halleya. Okazało się, że cenzura radziecka nie dopuszczała do publikacji obrazu sześcioramiennej (!) gwiazdy, a inni przecież cenzorzy artykułu i książki różnie ten zapis wyczekiwali. Będąc gościem judaizmu i herbem Izraela gwiazda

nie nawiązywał — często w sposób pośredni — do treści motto. Ponieważ nie udało mi się znaleźć tłumaczeń na język polski wszystkich przytoczonych przez Bieleckiego fragmentów, więc — po uzgodnieniu tego z wydawcą — zwróciłem się z prośbą o przetłumaczenie kilku mott do Witolda Dąbrowskiego, cenionego poety i wspaniałego tłumacza literatury rosyjskiej (m. in. M. Bulhakowa). W ten spo-



Rys. 2. Rysunek komety Halleya nad Jerozolimą w 66 roku z książki N. A. Bielajeva i K. I. Czuriumova *Kometa Galleja i jego nabludżenije*.

sześcioramienna — nawet obrazując głowę komety na siedemnastowiecznej rycinie — „zagrozała ustrojowi Związku Radzieckiego”!

Przykładu równie absurdalnego działania cenzury w PRL dostarcza książka wybitnego rosyjskiego matematyka i astronoma W. W. Bieleckiego *Szkice o ruchach ciał niebieskich*, która w moim tłumaczeniu ukazała się w 1976 roku nakładem Państwowego Wydawnictwa Naukowego. Każdy z dwunastu składających się na nią szkiców został przez autora opatrzoney mottem z rosyjskiej lub światowej literatury, które najczęściej znakomicie wprowadzało czytelnika w arkana poruszanych zagadnień i czyniło lekturę trudnych na ogół tekstów przyjemniejszą i chyba łatwiej zrozumiałą. Autor niejednokrot-

sób polskie tłumaczenie książki W. W. Bieleckiego wzbogaciło się o piękne przekłady cytatów z W. Briusowa, M. Gumilowa, R. Roźdiestwienskigo i A. Vozniesienskigo, o czym mogłem się naocznie przekonać robiąc korektę książki. Jakież było moje zdumienie, gdy wzięwszy do ręki wydrukowaną już książkę stwierdziłem w niej brak wszystkich mott! O ich istnieniu w przygotowanej do druku pierwotnej wersji książki świadczyły tylko puste miejsca na tytułowych stronach każdego szkicu. Rozpaczliwe interwencje w Wydawnictwie nie tylko nie zmieniły faktu, że tak okaleczona książka znalazła się w księgarniach, ale nawet nie umożliwiły mi zdobycia informacji co było tego przyczyną.

Sprawa wyjaśniła się kilka miesięcy później, gdy miałem okazję przeczytać publi-

kację podziemnej Niezależnej Oficyny Wydawniczej NOWA zatytułowaną *Z księgi zapisów GUKPPiW*. Wśród nazwisk, na które był całkowity „zapis cenzorski”, figurowało nazwisko Witolda Dąbrowskiego. W książce Bieleckiego powinno się było ono pojawić pięciokrotnie. Do dziś nie wiem, czyja nadgorliwa ręka usunęła z książki wszystkie motta, a nie tylko pięć tych które tłumaczył W. Dąbrowski. Faktem jest,

że oprócz wymienionych wyżej poetów rosyjskich ocenowano przy okazji jeszcze m. in. M. Bulhakova (*Mistrz i Małgorzata*), A. A. Milne'a (*Kubuś Puchatek*), G. Apollinaire'a, M. Cervantesa, a nawet A. W. Łunaczarskiego – współpracownika Lenina, ludowego komisarza oświaty w rządzie ZSRR do roku 1929. Ale nadgorliwość cenzorska (a może redakcyjna?) szła w parze z niechlujstwem. Oto w przypisie

LXVI. *Cometa Hierosolymitana A.C. 68. 67. 1764*



Rys. 3. Rysunek komety Halleya nad Jerozolimą w 66 roku z siedemnastowiecznego dzieła Stanisława Lubieńskiego *Theatrum Cometicum*...

na str. 152 ostał się jednak mały fragmencik *Kubusia Puchatka*, który przy braku motta – też z *Kubusia Puchatka* – stał się kompletnie niezrozumiały i po prostu nie na miejscu (ale zabrzmiał jak memen-

to!). Ze wspaniałej książki Bieleckiego w języku polskim wyszła już tylko niestety jej karykatura.

Krzysztof Ziolkowski

KALENDARZYK ASTRONOMICZNY

Czerwiec 1993 r.

Słońce: Wstępuje w znak Raka 21 czerwca o 11^h0^m, osiągając najwyższy punkt na ekliptyce pod płaszczyzną równika niebieskiego, w związku z tym mamy początek lata astronomicznego i okres najdłuższych dni i najkrótszych nocy na półkuli północnej. W Warszawie 1 czerwca Słońce wschodzi o 4^h20^m, zachodzi o 20^h48^m, 21 czerwca wsch. o 4^h14^m, zach. o 21^h1^m, a 30 czerwca wsch. o 4^h18^m, zach. o 21^h1^m.

Merkurego możemy próbować odnaleźć nisko nad zachodnim horyzontem jako gwiazdę około zerowej wielkości, a pod koniec miesiąca blask jego słabnie do +1 wielkości. **Mars** widoczny jest w gwiazdozbiornie Lwa jako czerwona gwiazda +1.5 wielkości, natomiast **Jowisz** z błyszczy w gwiazdozbiornie Panny jako jasna gwiazda –2 wielkości; przez lunety możemy obserwować ciekawe zjawiska w układzie jego

Dane dla obserwatorów Słońca (na 14^h czasu wsch.–europ.)

Data 1993	P	B ₀	L ₀	Data 1993	P	B ₀	L ₀
VI 1	-15.24	-0.59	65.86	VI 17	- 8.72	+1.33	214.09
3	-14.48	-0.35	89.44	19	- 7.84	+1.56	187.62
5	-13.70	-0.11	12.92	21	- 6.96	+1.80	161.14
7	-12.91	+0.13	346.45	23	- 6.06	+2.03	134.67
9	-12.10	+0.37	319.98	25	- 5.16	+2.26	108.20
11	-11.27	+0.61	293.51	27	- 4.26	+2.48	81.72
13	-10.43	+0.85	267.04	29	- 3.36	+2.71	55.25
15	- 9.58	+1.09	240.56	VII 1	- 2.46	+2.94	28.78

P – kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;

B₀, L₀ – heliograficzna szerokość i długość środka tarczy.

6^d13^h26^m – heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.

Księżyc: Kolejność faz Księżyca jest w czerwcu następująca: pełnia 4^d15^h, ostatnia kwadra 12^d08^h, nów 20^d4^h i pierwsza kwadra 27^d1^h. W apogeum Księżyc znajduje się 12 czerwca, a w perygeum 25 czerwca. Po południu 4 czerwca zdarzy się całkowite zaćmienie Księżyca, u nas niestety niewidoczne.

Planety i planetoidy: Ozdobą porannego nieba jest **Wenus** świecąca nad wschodnim horyzontem jak gwiazda –4.3 wielkości. Na wieczornym niebie widoczny jest w czerwcu **Jowisz**, **Mars** i **Merkury**.

czterech najjaśniejszych księżyców. **Saturn** widoczny jest w drugiej połowie nocy na granicy gwiazdozbiornie Wodnika i Koziorożca (+0.7 wielk. gwiazd.), natomiast **Uran** (6 wielk.) i **Neptun** (8 wielk.) także możemy obserwować w drugiej połowie nocy, ale dość nisko nad horyzontem w gwiazdozbiornie Strzelca. **Pluton** dostępny jest przez większą część nocy na granicy gwiazdozbiornie Wagi i Węża, ale tylko przez duże teleskopy (ok. 14 wielk. gwiazd.).

Meteory: W dniach od 10 do 21 czerwca

promieniują meteory z roju czerwcowych Lirydów. Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Lutni i ma współrzędne: rekt. $18^{\text{h}}22^{\text{m}}$, dekl. $+35^{\circ}$. Rój nie jest zbyt obfity, ale w tym roku warunki obserwacji są niezłe.

* * *

1^d O 18^{h} Jowisz nieruchomy w rektascensji. O $22^{\text{h}}11^{\text{m}}$ obserwujemy początek zakrycia 3 księżycy Jowisza przez tarczę planety.

3^d O $21^{\text{h}}47^{\text{m}}$ księżyc 2 Jowisza rozpocznie przejście na tle tarczy planety. Kilkanaście minut po północy warto obserwować Jowisza, zobaczymy bowiem: o $24^{\text{h}}12^{\text{m}}$ początek przejścia cienia księżycy 2, o $24^{\text{h}}17^{\text{m}}$ koniec przejścia księżycy 2, a o $24^{\text{h}}19^{\text{m}}$ początek przejścia księżycy 1.

4^d Całkowite zaćmienie Księżyca u nas niewidoczne; zaćmienie widoczne będzie w Australii, na Antarktydzie i na Hawajach, a także w Kanadzie, Stanach Zjednoczonych i w Meksyku, oraz na Oceanie Indyjskim i Pacyfiku. Wieczorem o $21^{\text{h}}29^{\text{m}}$ obserwujemy początek zakrycia 1 księżycy Jowisza przez tarczę planety; koniec zaćmienia tego księżycy nastąpi o $24^{\text{h}}54^{\text{m}}$ (pojawia się on nagle w niewielkiej odległości od prawego brzegu tarczy planety, patrząc przez lunetę odwracającą).

5^d Księżyc 2 ukryty jest w cieniu Jowisza do $21^{\text{h}}23^{\text{m}}$, kiedy to pojawi się on nagle (koniec zaćmienia) z prawej strony w odległości nieco mniejszej od średnicy tarczy planety. Do $22^{\text{h}}7^{\text{m}}$ na tarczy Jowisza widoczna jest plamka cienia księżycy 1.

7^d Księżyc znajdzie się w złączeniu z dwoma planetami: o 10^{h} z Neptunem w odl. 3° , a o 12^{h} z Uranem w odl. 4° .

10^d O 15^{h} Wenus znajdzie się w największym zachodnim odchyleniu od Słońca w odl. 46° . O 19^{h} złączenie Księżyca z Saturnem w odl. 7° . Wieczorem do brzegu tarczy Jowisza zbliży się księżyc 2, by rozpocząć przejście na jej tle ale dopiero o $24^{\text{h}}19^{\text{m}}$.

11^d Saturn nieruchomy w rektascensji. Do brzegu tarczy Jowisza zbliży się tym razem księżyc 1 i skryje się za tarczą planety o $23^{\text{h}}21^{\text{m}}$.

12^d Wieczorem możemy obserwować serię ciekawych zjawisk w układzie czterech najjaśniejszych księżyców Jowisza. W pobliżu tarczy planety dostrzegamy tylko dwa księżycy, bowiem księżyc 1 przechodzi na tle tarczy, a księżyc 2 ukryty jest w cieniu planety, natomiast na tarczy widzimy plamkę cienia księżycy 3. O $21^{\text{h}}51^{\text{m}}$ na tarczy Jowisza pojawi się cień księżycy 1, a o $22^{\text{h}}50^{\text{m}}$ księżyc 1 kończy przejście na tle tarczy. O $23^{\text{h}}29^{\text{m}}$ cień księżycy 3 opuści tarczę planety. O $23^{\text{h}}57^{\text{m}}$ nastąpi koniec zaćmienia księżycy 2. Cień księżycy 1 zakończy wędrówkę po tarczy Jowisza o $24^{\text{h}}2^{\text{m}}$.

13^d O $21^{\text{h}}18^{\text{m}}$ obserwujemy koniec zaćmienia 1 księżycy Jowisza (z prawej strony tarczy, patrząc przez lunetę odwracającą).

16^d12^h Złączenie Wenus z Księżycem w odl. 6° .

17^d19^h Merkury w największym wschodnim odchyleniu od Słońca w odl. 25° .

19^d Wieczorem 3 księżyc Jowisza przechodzi na tle tarczy planety i jest niewidoczny, natomiast księżyc 2 zbliży się do brzegu tarczy i o $21^{\text{h}}35^{\text{m}}$ obserwujemy początek jego zakrycia. Do brzegu tarczy planety zbliży się także księżyc 1. O $22^{\text{h}}30^{\text{m}}$ księżyc 3 kończy przejście i ukazuje się w pobliżu brzegu tarczy Jowisza, ale dwie minuty później księżyc 1 dociera do brzegu tarczy i znika na jej tle; cień księżycy 1 pojawi się na tarczy planety dopiero o $23^{\text{h}}46^{\text{m}}$.

20^d W pobliżu Jowisza brak jego 1 księżycy, który przechodzi za tarczą i przez strefę cienia planety; koniec jego zaćmienia nastąpi o $23^{\text{h}}13^{\text{m}}$.

21^d O 10^{h} Merkury znajdzie się w złączeniu z Polluksem (w odl. 7°), jedną z dwóch jasnych gwiazd w gwiazdozbiorze Bliźniąt. O $11^{\text{h}}0^{\text{m}}$ Słońce wstępuje w znak Raka, jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 90° ; mamy początek lata astronomicznego i najdłuższe dni na półkuli północnej.

22^d O 3^{h} złączenie Księżyca z Merkurym w odl. 4° . O 12^{h} złączenie Marsa z Regulem (w odl. 1°), gwiazdą pierwszej wielkości w gwiazdozbiorze Lwa.

24^d19^h Złączenie Księżyca z Marsem w odl. 7° .

26^d Trzy księżycy Jowisza zbliżają się do brzegu tarczy planety. Księżyc 3 rozpocznie przejście na tle tarczy o 23^h33^m, natomiast już po północy księżyc 2 skryje się za tarczą planety, a księżyc 1 będzie przechodził na jej tle.

27^d Księżyc w złączeniu z Jowiszem w odl. 7°. O 21^h38^m księżyc 1 ukryje się za tarczą Jowisza i tego wieczora nie będzie już widoczny.

28^d Cienie dwóch księżyców Jowisza wędrują po tarczy planety: cień księżycy 1

widoczny jest do 22^h19^m, a cień księżycy 2 do 23^h49^m.

30^d Jeśli zaraz po zachodzie Słońca uda nam się przez lunetę odnaleźć na niebie Jowisza, to o 21^h35^m możemy zaobserwować koniec zaćmienia jego 3 księżycy; pojawi się on nagle z cienia planety w odległości większej niż średnica tarczy od jej prawego brzegu (w lunecie odwracającej).

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

Opracował G. Sitarski

CONTENTS

J. Smak	
AM CVn – a variable star that threatened the political system of the Soviet Union	66
S. R. Brzostkiewicz	
A planet of clouds and winds	70
M. Bzowski	
There is no end-of-world on for us (supposedly)	76
Chronicle:	
Gaspra in the eyes of Galileo	81
Protoplanetary discs	83
Laser space communications	84
Historical Chronicle	
C. F. L. Hoffmeister (1892–1968)	86
Conferences and Meetings	87
Observations	88
Miscellanea	91
Astronomical Calendar	94

СОДЕРЖАНИЕ

Ю. Смак	
Как переменная звезда AM CVn создала угрозу системе Советского Союза?	66
С. Р. Бжосткевич	
Планета облаков и вихров	70
М. Бзовский	
Конец мира (пожалуй) не будет	76
Хроника:	
Гаспра в глазах Галилео	81
Протопланетарные диски	83
Лазерная космическая связь	84
Историческая хроника	
Ц. Ф. Л. Хоффмайстер (1892–1968)	86
Съезды и конференции	87
Наблюдения	88
То и се	91
Астрономический календарь	94

OBJAŚNIENIA ZDJĘĆ NA OKŁADCE:

Pierwsza strona okładki: Obraz planetoidy (951) Gaspra otrzymany z obserwacji wykonanych za pomocą sondy Galileo 29 października 1991 r. w czterech zakresach widmowych z odległości około 5300 km; rozmiary bryły oszacowano na 18,7×12×11 km, a wiek jej powierzchni pokrytej kraterami na 200 mln lat.

Druga strona okładki: Wielka Ciemna Plama na powierzchni Neptuna sfotografowana 21 sierpnia 1989 r. przez Voyagera 2 z odległości 2,8 mln km; najmniejsze struktury, które na tym zdjęciu udało się rozróżnić mają rozmiary około 50 km.

Trzecia strona okładki: Niezwykły widok „rogu” Neptuna i jego największego księżycy Trytona na zdjęciu wykonanym 28 sierpnia 1989 r. przez Voyagera 2 czyli w trzy dni po przelocie tej sondy kosmicznej w pobliżu czwartej planety; odległość Voyagera od Neptuna wynosiła wtedy 4,86 mln km, a od Trytona 5,22 mln km.

Czwarta strona okładki: Zdjęcie okolic południowego bieguna Neptuna wykonane 27 sierpnia 1989 r. przez Voyagera 2 z odległości 900 tys. km; wyraźnie widoczne z lewej strony u dołu jasne obłoki znajdują się w odległości 1,5° od bieguna planety.

URANIA – Miesięcznik Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii. Redaguje kolegium: Krzysztof Ziolkowski – redaktor naczelny, Magdalena Sroczyńska-Kożuchowska – sekretarz redakcji. Adres redakcji: ul Bartycka 18, 00-716 Warszawa. Adres administracji: Zarząd Główny PTMA, ul. św. Tomasza 30/8, 31-027 Kraków, tel. 22 38 92; nr konta PKO I OM Kraków 35510-16391-132. Koszt wytworzenia tego zeszytu 22 000 zł. *Uranie* rozprowadza się w ramach składki członkowskiej; w 1993 roku 240 000 zł (zniżka 200 000 zł).

Druk: Zakład Poligraficzny Wydawnictwa PLATAN, Kryspinów 189, 32-060 Liszki

