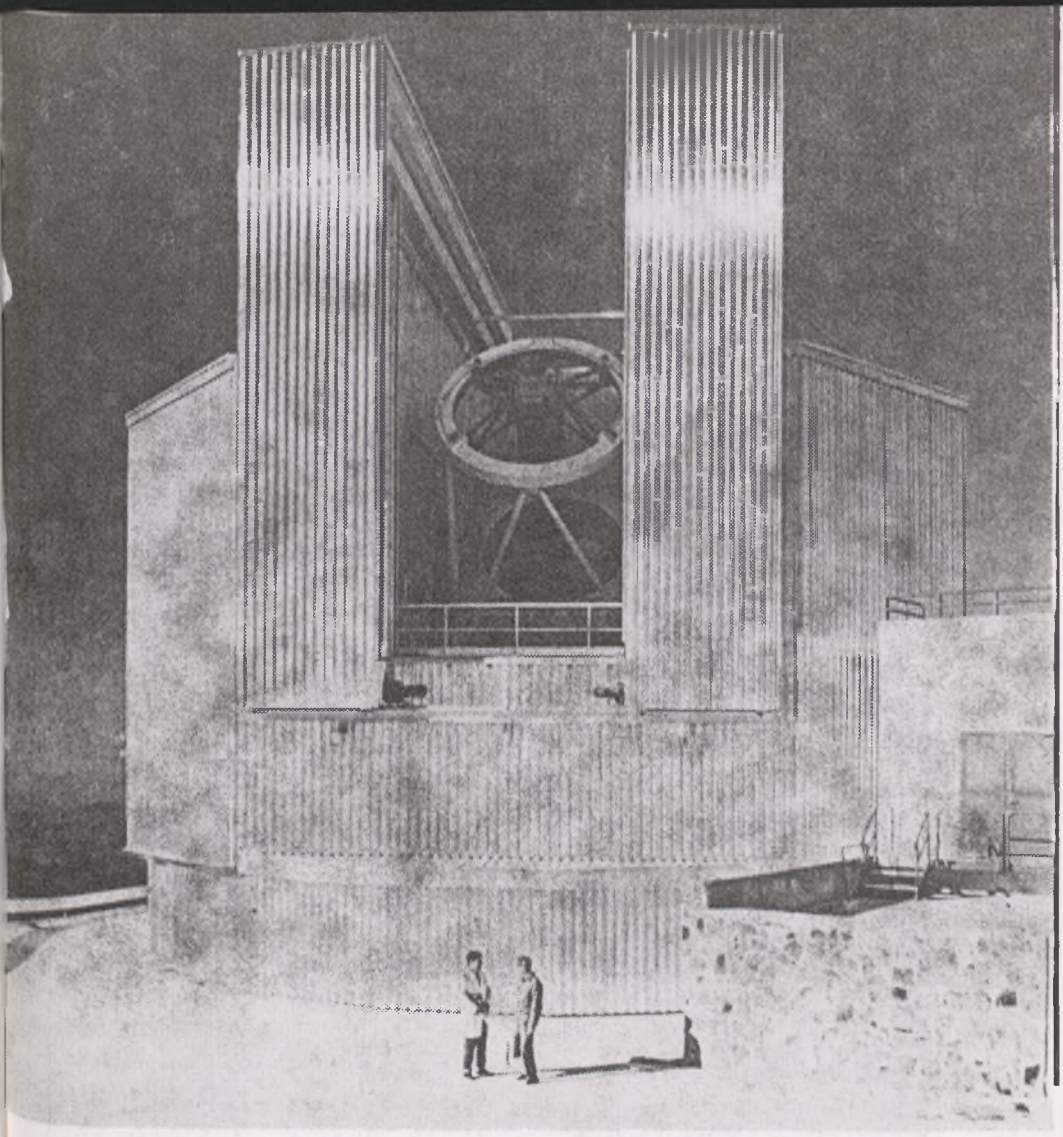
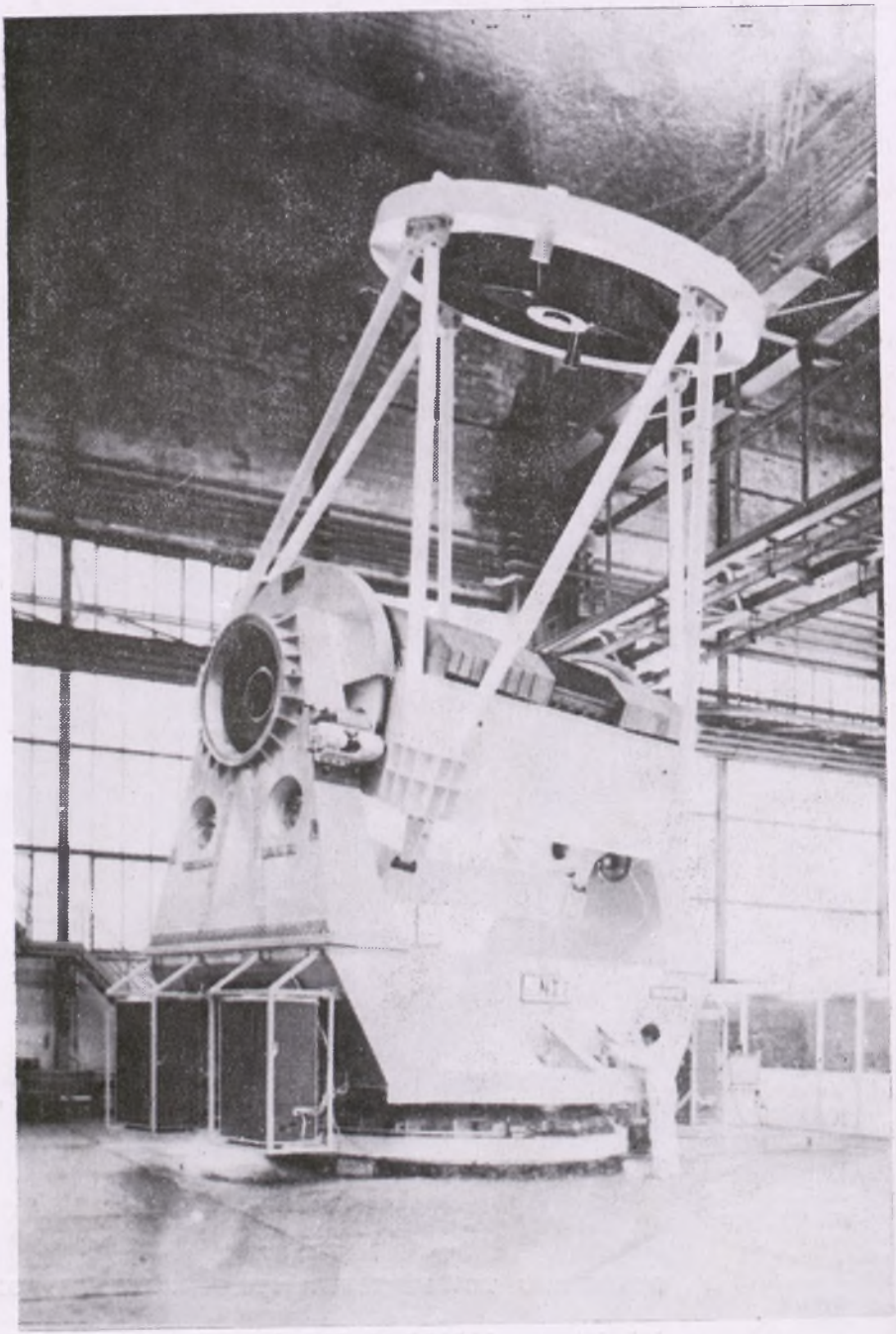


URANIA

MIESIĘCZNIK
POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK LXI LIPIEC - SIERPIEŃ 1990 Nr 7-8 (582-583)



URANIA

MIESIĘCZNIK POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK LXI LIPIEC-SIERPIEŃ 1990 Nr 7-8 (582-583)

PL ISSN-0042-0794

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

SPIS TREŚCI

Krzysztof Maślanka — Powrót do przeszłości: fikcja czy rzeczywistość? (194).

Jacek Dembek — Epizod z dziejów teorii względności (199).

Stanisław R. Brzostkiewicz — Europejskie Obserwatorium Południowe (207).

Roman Fangor — Centralne zaćmienia Słońca widoczne w Polsce w latach 2201—3000 (I) (215).

Kronika: Rozrabiające Słońce (220) — Giotto ożył! (220).

Poradnik Obserwatora: Amatorski refraktor (221) — O programach dydaktycznych na komputerach (227).

Obserwacje: Komunikat nr 2/90 Sekcji Obserwacji Słońca PTMA (230) — Komunikat nr 3/90 Sekcji Obserwacji Słońca PTMA (231).

To i owo: O nazwach księżyców Urana (231).

Nowości Wydawnicze: World Archeoastronomy (234).

Kalendarzyk Astronomiczny (236).

Śledzenie meandrów myśli ludzkiej bywa fascynujące. Oto dwa przykłady z dziedzin związanych ze współczesną kosmologią. Pewne nowe, poważne prace z fizyki teoretycznej sugerują, jakoby możliwe były podróże wstecz w czasie — powroty do własnej przeszłości. Próbując uprzystępnić te rozważania Krzysztof MAŚLANKA stawia we wstępnym artykule pytanie czy jest to tylko fikcja czy może jednak rzeczywistość. Z kolei Jacek DEMBEK, analizując w następnym artykule poglądy B. Riemanna na związek między geometrią przestrzeni a jej materialną zawartością, dochodzi do wniosku, że ten dziewiętnastowieczny matematyk był do pewnego stopnia prekursorem teorii względności.

Europejskie Obserwatorium Południowe (ESO) jest jedną z największych i najprężniejszych instytucji astronomicznych na świecie, w której wielu naukowców znajduje możliwości i doskonałe warunki do pracy. O jego historii, wyposażeniu i perspektywach można się dowiedzieć z artykułu Stanisława R. BRZOSTKIEWICZA.

Większość pozostałych materiałów niniejszego numeru prezentuje wyniki prac miłośników astronomii. M. in. Roman FANGOR kontynuuje rozpoczęty w numerze 9/1988 opis obliczeń dotyczących przyszłych zaćmień Słońca widocznych w Polsce, a Krzysztof KUCHARSKI dzieli się swymi doświadczeniami w budowie amatorskiego refraktora.

Pierwsza strona okładki: Pawilon teleskopu NTT Europejskiego Obserwatorium Południowego w La Silla (Chile), którego uroczyste otwarcie nastąpiło 6 lutego 1990 roku.

Druga strona okładki: Teleskop NTT o średnicy zwierciadła 3.58 m w hali montażowej.

Trzecia strona okładki: Amatorski refraktor wykonany przez Krzysztofa Kucharskiego (patrz **Poradnik Obserwatora**).

Czwarta strona okładki: Europejskie Obserwatorium Południowe w La Silla (Chile) — widok z lotu ptaka.

KRZYSZTOF MAŚLANKA — Kraków

POWRÓT DO PRZESZŁOŚCI: FIKCJA CZY RZECZYWISTOŚĆ?

Niekiedy wrócić czas próbuję nawet,
by w mrocznej głębi znowu ujrzeć siebie.
pośród zatartych, drogich sercu zdarzeń...
Lecz czy ożyją jeszcze? Sam już nie wiem.

Najbardziej podstawowy element rzeczywistości: fenomen czasu. Bliski, a jednocześnie nieznany. Element, bez którego trudno wyobrazić sobie cokolwiek, a jednak przekornie kryjący przed nami swą istotę. Przedmiot dociekań filozofów, fizyków, teologów, poetów, a także tych wszystkich, którzy spieszą się i czekają, marzą i wspominają. Pragną lepszej przyszłości i żałują niespełnionej przeszłości. *Tempus edax rerum*, pożeracz wszystkiego — taką lapidarną definicję czasu podał Owidiusz w swych *Metamorfozach* (15, 234).

Czy możliwe są podróże w czasie? W przeciwieństwie do przestrzeni — gdzie możemy sobie bez trudu wyobrazić rozmaite podróże, których realizacja jest tylko kwestią pomysłowości oraz kosztów, nie zaś jakichś zasadniczych trudności — czym miałyby być podróże w czasie? Samo istnienie jest już nieuniknioną i powszechną podróżą w czasie. Zatem prawdziwa i efektywna podróż do przodu w czasie winna być wyprzedzeniem tej podróży „naturalnej", czy też raczej nieuchronnej, na którą wszystko, już przez sam fakt swego istnienia, jest skazane.

Ostatecznie wszelkie marzenia i plany są jakąś namiastką podróży „z prądem" czasu. Odwrotnie, każde wspomnienie ma w sobie coś z podróży pod prąd rzeki czasu; jest powrotem do przeszłości. Oczywiście, w postawionym na wstępie pytaniu chodzi nam o coś więcej, coś w duchu *Wehikułu czasu* Wellsa, lub znanego filmu Spielberga. Ale Wells i Spielberg nie musieli tłumaczyć swym odbiorcom fizycznego mechanizmu zjawiska, które przedstawili w swych dziełach. Dostatecznym uzasadnieniem dla tych wizji były pragnienia ich bohaterów odzyskania minionej młodości, powrotu nie wykorzystanych okazji. Wszystko to ma w sobie albo coś z żalu Fausta za utraconą bezpowrotnie młodością, albo jest przejawem wyrzutów sumienia z powodu czasu zmarnowanego, jest „poszukiwaniem straconego czasu".

Fenomen czasu przenika wszystko i trudno byłoby wręcz wymienić wszystkie pojęcia i zwroty, które w jakiś sposób

związane są z czasem. Przemijanie, oczekiwanie, spóźnienie, nieodwracalność. Pełne głębokiej i nostalgicznej treści określenie: „już za późno" — jest także jakoś związane z faktem upływu czasu w jednym, określonym kierunku.

Jak dotąd, fizyka nie znalazła zadowalającej odpowiedzi na pytanie, dlaczego czas płynie w jednym, określonym kierunku. Czy w ogóle płynie? A jeśli to tylko psychologiczne złudzenie właściwe naszej, szczególnej percepcji rzeczywistości? Wszyscy przecież wiemy, że pewne okresy czasu mijają „szybko", inne zaś — „dłużą się" niemiłosiernie! Długość godziny czasu skazańca w celi śmierci z pewnością nie równa się długości godziny, jaka upływa dla pary zakochanych...

Jeśli mimo wszystko przyjąć, że cały problem nie jest fikcyjny i należy rozwiązywać go na gruncie fizyki, to niewykluczone, iż odczuwany przez nas upływ czasu ma naturę termodynamiczną i jest skutkiem tego, że przyszło nam żyć w silnie nierównowagowym stadium ewolucji Wszechświata? * A może wiąże się wprost z niewątpliwym faktem rozszerzania się Wszechświata? W takim razie, gdy ten zacznie się kiedyś kurczyć, co wtedy z upływem czasu? W kurczącym się wszechświecie, coraz mniejszej objętości, promieniowanie osiągnie w końcu powierzchnie gwiazd, które kiedyś opuściło. W szczególności, czy entropia zacznie na powrót maleć? Czy istoty żywe powstaną ze swych własnych prochów i wciąż coraz młodsze staną się w końcu „nieurodzone"?

Na te pytania nikt nie podał zadowalającej odpowiedzi, a paradoksy można by mnożyć **. Niemniej od kilkudziesięciu lat znana jest precyzyjna i w zupełności wykonalna recepta na to, by znaleźć się w dowolnie odległej chwili przyszłości (jakiegoś miejsca). Prawdziwy skok w przyszłość, nie związany z żadną hibernacją, przespaniem czy przeczekaniem w stanie zamrożenia niewygodnego czasu, w nadziei, że czasy przyszłe będą lepsze, a przyszłe pokolenia okażą się bardziej gościnne i humanitarne. Autentyczna podróż, w której cały czas jest czymś w rodzaju taśmy magnetofonowej, którą można z dużą prędkością przewinąć w dowolne miejsce do przodu, pomijając przy tym wszystkie nieciekawe i nużące fragmenty nagrania.

Przepis, jak tego dokonać, związany jest nierozerwalnie z nazwiskiem wielkiego Alberta Einsteina i jego szczególną

* W trakcie ewolucji rozszerzającego się Wszechświata, który początkowo jest zupełnie jednorodny oraz w stanie równowagowym, grawitacja ma tendencję do kształtowania struktur znacznie szybciej, niż pozostałe siły i procesy mogłyby je niszczyć. W ten sposób obecny obraz daleki jest od równowagi.

** Niektóre opisał w swej książce *Physics of Time-Asymmetric Universe* P. C. W. Davies.

teorią względności. Można powiedzieć, że jest to tylko kwestia kosztów i sporej odwagi. Trzeba dysponować rakietą z silnikiem potężnej mocy, a następnie wyruszyć nią w podróż w dowolnym kierunku tak, by możliwie bardzo zbliżyć się do prędkości światła. Potem należy wyhamować rakietę i zmienić kierunek lotu na dokładnie przeciwny, a w końcu ponownie wyhamować pojazd i wylądować na Ziemi. Porównanie wskazań zegarów pokładowych oraz wszelkich innych „zegarów", np. biologicznych, nie pozostawi wątpliwości: czas w rakiecie płynął wolniej niż czas ziemski. Witający na Ziemi względnie młodego astronautę staruszek może być np. jego wnukiem! Zjawisko to, zwane „paradoksem bliźniąt", nie jest już dziś niczym tajemniczym; przewidywania teorii zmierzono bardzo dokładnie dla dwu zegarów atomowych, z których jeden spoczywał na ziemi, a drugi, identyczny, podróżował samolotem dookoła świata. Ten ostatni istotnie spóźniał się w stosunku do tego pierwszego, dokładnie tak, jak to przewidział Einstein.

Opisane doświadczenie wykonano w celach chyba tylko reklamowych; w istocie nikt nie wątpił w jego wynik. Teorię Einsteina i jej przewidywania, co do upływu czasu, potwierdzają każdego dnia liczne eksperymenty, w których biorą udział cząstki elementarne, przyspieszane w akceleratorach do prędkości bliskich prędkości światła.

Tak czy inaczej widać, że, do pewnego stopnia, czas i historia dają się przyrównać do nagranej taśmy, którą można przesłuchiwać z „normalną" szybkością, ale można też, bez angażowania się w treść nagrania, szybko przewinąć do przodu, „wpychając", niejako, swą własną teraźniejszość na pozycję przeszłości. Czy ową „taśmę czasu" można jednak przewinąć także i do tyłu? Cóż właściwie miałoby to oznaczać?

W jednej z *Podróży Ijona Tichego* Stanisława Lema tytułowy bohater, za sprawą jakichś potężnych „wirów grawitacyjnych" w przestrzeni, dostaje się niechcący do „zamkniętej pętli czasowej". Wskutek tego napotyka w rakiecie samego siebie, ale sprzed kilku dni. Obydwie kopie — tej samej w końcu postaci! — okazują się mieć rozbieżne poglądy na pewne drobiazgi i w efekcie dochodzi do sprzeczki Ijona „piątkowego" z Ijonem „wtorkowym".

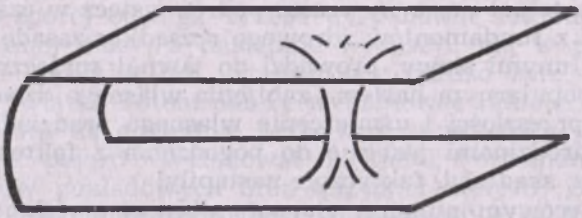
Podróże wstecz w czasie — owo marzenie autorów powieści *science fiction* — zawodowi fizycy, jak dotąd, traktowali na równi z *perpetuum mobile* czy antygrawitacyjnym ekranem, wkładając to wszystko między przysłowiowe bajki. Można bowiem przedstawić jeden, ale przekonujący argument przeciw speku-

lacjom na temat maszyny czasu: podróż wstecz w czasie narusza jeden z fundamentów zdrowego rozsądku: zasadę przyczynowości. Innymi słowy, prowadzi do jawnej sprzeczności znanej pod popularnym hasłem „zabijania własnego dziadka". Powrót do przeszłości i uśmiercenie własnego pradziadka, przed swymi narodzinami jest nie do pogodzenia z faktem, że narodziny te, skądinąd, faktycznie nastąpiły!

W marcowym numerze *Żurnału eksperimentalnoj i teoreticzeskoj fiziki* z 1989 roku, radziecki teoretyk I. D. Nowikow (współpracownik zmarłego niedawno wybitnego astrofizyka, J. B. Zeldowicza) — idąc z duchem czasu — potwierdza, komentuje i rozwija pomysły amerykańskich fizyków: M. S. Morrisa, K. S. Thorne'a i U. Yurtsevera. Wspomniane czasopismo posiada ponad stuletnią tradycję i jest najważniejszym rosyjskim periodykiem fizycznym. Tematem rozważań jest, jak głosi tytuł, *Analiza działania maszyny czasu*, urządzenia do podróży w przeszłość.

Kluczem do tego pomysłu jest magiczne pojęcie topologii. Oszałamiająca jest kariera tej dziedziny matematyki przeszczepionej na grunt fizyki. Zawodowi matematycy wybaczą mi tu dyletancki brak precyzji. Topologia to coś w rodzaju pełnego fantazji zwariowanego krawiectwa, w którym materiałem są rozmaite figury geometryczne. Te ostatnie należy sobie wyobrazić jako wykonane z doskonale elastycznej, giętkiej i rozciągliwej substancji. Interesujące jest m. in. wycinanie dziur w różnych figurach i przyszywanie w to miejsce czegoś innego. Praktycznie można to sobie wyobrazić jako: wycięcie dziury, doszycie jednej części zamka błyskawicznego na całym obwodzie tej dziury, doszycie drugiej części tego samego zamka do jakiejś innej figury (również, oczywiście, dziurawej), na koniec spięcie obu części zamka razem. Powstała w ten sposób egzotyczna figura jest następnie przedmiotem kontemplacji i dalszych badań matematyka — topologa.

Przypuśćmy, że coś podobnego naprawdę zdarzyło się w jakimś miejscu Kosmosu. Ponieważ dla nikogo, z trzeźwo myślących i praktycznych laików, wycinanie dziur w zwykłej przestrzeni nie wydaje się potrzebne, a tym bardziej możliwe do pojęcia, posłużmy się analogią. Wyobraźmy sobie rozległą i wysoką górę oraz dwa miasta położone po jej przeciwnych stronach. Podróżując z jednego miasta do drugiego można mozolnie pokonywać tę górę, albo też ominąć ją. Można jednak uczynić inaczej: nie podróżować po powierzchni ziemi, ale poza tą powierzchnią, „na skróty". W tym celu należy wydrążyć w



Rys. 1. Nietrywialna topologia przestrzeni: tunel poza przestrzenią — sam dowolnie krótki może łączyć dwa bardzo odległe miejsca.

ziemi tunel. Matematycznie rzecz biorąc tunel — to dwa otwory w powierzchni ziemi połączone odpowiednim kanałem. Podziemna podróż przez taki tunel jest oczywiście znacznie krótsza, niż podróż po powierzchni ziemi.

Jest rzeczą bardzo trudną, jeśli nie w ogóle niemożliwą, wyobrażenie sobie czegoś takiego w jakimś miejscu Kosmosu. Ale spróbujmy: dwa kuliste otwory „wycięte" w dwu różnych miejscach przestrzeni i połączone odpowiednim kanałem. Kanał ten musi koniecznie przebiegać poza zwykłą przestrzenią! Można też pokazać, że, podobnie jak w przypadku tunelu, może on łączyć bardzo odległe obszary Wszechświata, mimo iż sam będzie bardzo krótki. Nie koniec na tym. Oto jeden z tych otworów — zgodnie z sugestią Nowikowa — niby rakieta, zaczyna poruszać się bardzo szybko, po pewnym czasie zatrzymuje się i wraca. W naszym porównaniu z dwoma miastami przypuśćmy, że obszar, na którym leży jedno z tych miast ulega niezmiernie silnemu trzęsieniu ziemi. Ewentualny odważny uczestnik tych gwałtownych wydarzeń będzie na koniec (jeśli tylko ocaleje!) młodszy od swego brata-bliźnika, który przez cały czas spokojnie czeka w drugim mieście; będzie to prosty skutek owych gwałtownych ruchów — einsteinowski paradoks bliźniąt. Gdy wreszcie, nie zrażony tym wszystkim, przejdzie na koniec przez tunel na drugą stronę — znajdzie się w swej własnej przeszłości! Taśma nagranej historii, dzięki egzotycznej topologii przestrzeni, została przewinięta wstecz.

Trzeba od razu zaznaczyć, że Nowikow asekuracyjnie zastrzega się, że jego praca nie dotyczy zupełnie zagadnienia praktycznej konstrukcji maszyny czasu. Ponadto dość zagadkowo stwierdza, że powrót w przeszłość niekoniecznie musi oznaczać sprzeczność oraz, że sprawę trzeba jeszcze przedyskutować. Tym bardziej nie angażuje się w takie subtelności jak to, czy podróżując w przeszłość „zabiera się" ze sobą świadomość i całe późniejsze doświadczenie — a to w końcu było najważ-

niejsze w filmie Spielberga. Na koniec odsyła wszystkich zainteresowanych dalszymi szczegółami do swojej (nieopublikowanej jeszcze) pracy, tym razem wspólnej z K. S. Thorne'm.

Oczywiście, pytanie, jak praktycznie przeprowadzić to wszystko, pozostaje otwarte. M. S. Morris, K. S. Thorne i U. Yurtsever sugerują, by zmusić przestrzeń do wytworzenia odpowiedniej ezgotycznej struktury z tunelem poza nią samą. To tajemnicze „zmuszanie" pozostaje chyba jednak poza zasięgiem najbardziej nawet rozwiniętej cywilizacji. Bardziej realistyczne natomiast wydaje się szukanie takich, ewentualnie już istniejących, struktur w Kosmosie.

Najistotniejsze jest tu jedno: to co dotąd zdawało się być absolutnie wykluczone (choć nikt nie dowiódł tego w sposób ścisły), obecnie zdaje się być, przynajmniej w zasadzie, możliwe.

JACEK DEMBEK — Tuchów

EPIZOD Z DZIEJÓW TEORII WZGLĘDNOŚCI B. RIEMANN JAKO PREKURSOR PEWNYCH MYŚLI A. EINSTEINA

1. Wprowadzenie

Gdy myślimy o wielkich odkryciach, które zmieniły bieg dziejów, globalne widzenie rzeczywistości i myślenie człowieka, ich pojawienie najczęściej kojarzy nam się z samotną walką ich twórców, z nagłymi olśnieniami, wręcz z ingerencją Transcendentalnego Rozumu w nasze ludzkie dzieje. Ich autorzy jawią się nam na sposób proroków, którzy w swych wizjach przejrzeli głębiej tajemnice świata, w imię prawdy i wbrew powszechnemu niezrozumieniu głosili swoje poglądy, i — najczęściej — zostali docenieni dopiero po śmierci. Takie jest, na przykład, nasze widzenie Kopernika, gdy tak chętnie podkreślamy, iż jego dzieło znalazło się na jakiś czas na Indeksie ksiąg zakazanych, broniący jego idei Giordano Bruno spłonął na stosie, a Galileusz, chąc uniknąć podobnego losu, musiał zrezygnować z tego, co uznawał za prawdę. Wydaje się, że w gruncie rzeczy, podobne jest również nasze patrzenie na Alberta Einsteina. Choć elementy teorii względności wykładane są w szkołach średnich, a każdy student fizyki po prostu musi ją dokładnie opanować, zdarza się jeszcze słyszeć opinię, że teorię tę rozumie (czy rozumiało) tylko dziesięciu ludzi na świecie. Wielu kojarzy się ona ze szczytem ludzkich możliwości

poznawczych, a przede wszystkim chcieliby oni widzieć w Einsteinie samotnego geniusza, który, wszedłszy nagle w historię ludzkości, niezależnie od wszystkiego, co było wcześniej, dał jej swe wielkie odkrycia.

Takie poglądy nie mają jednak wiele wspólnego z prawdą. Wręcz przeciwnie: sam Albert Einstein pisał, że każde odkrycie naukowe posiada swoją historię, powstaje jakby na drodze drobnych kroków od jednego cząstkowego rezultatu do następnego, przy czym każdy z tych kroków wydaje się, co prawda dopiero z perspektywy ostatecznego wyniku, niemal oczywisty. Z drugiej strony nie należy mieć wielu zawodów i walki ze zniechęceniem.

Również teoria względności ma swoją historię obfitującą w wydarzenia, które początkowo niedocenione, ostatecznie przyczyniły się do jej powstania. W niniejszym artykule chciałbym przyjrzeć się jednemu z takich wydarzeń, które na ogół nie jest łączone bezpośrednio z powstaniem ogólnej teorii względności. Jest tak być może dlatego, że wydarzenie to należy bardziej do „prehistorii" niż „historii" tej teorii, gdyż wyprzedziło ją o sześćdziesiąt lat. Wydarzeniem, o którym mowa, był wykład habilitacyjny Bernharda Riemanna „O hipotezach, które leżą u podstaw geometrii".

2. Spotkanie

Jak doszło do zaznajomienia się przez Einsteina z myślami Riemanna? Po stworzeniu szczególnej teorii względności jej twórca zaczął się zastanawiać nad jej uogólnieniem na przypadek czasoprzestrzeni z obecnym w niej polem grawitacyjnym. Dość szybko, bo zapewne już pod koniec swego pobytu w Pradze (1911—1912) zaczął on zdawać sobie sprawę, że aparat matematyczny, którym dotychczas operował, aparat geometrii euklidesowej, będzie dla realizacji tego zadania niewystarczający. Po powrocie do Zurychu spotkał się ze swoim przyjacielem z czasów uniwersyteckich, Marcelem Grossmannem, który był zdolnym matematykiem i zajmował się już geometriami nieeuklidesowymi. Gdy Einistein przedstawił mu swoje zamierzenia i problemy, Grossmann, po poszukiwaniach w bibliotece stwierdził, że potrzebny jego przyjacielowi aparat matematyczny już istnieje i jest zawarty w pracach Riemanna, Christoffela, Ricciego i Levi-Civity. Einstein dostrzegł wielkość myśli Riemanna. Jego bowiem teoria dawała rozwiązanie problemu, który dręczył wielkiego fizyka, a mianowicie: jak po-

winny wyglądać równania pola grawitacyjnego, czy, równoważnie, równania metryki czasoprzestrzeni?

Można zatem powiedzieć, że B. Riemann, nie wiedząc o tym, dotarczył teorii względności środków matematycznych. O tym jak wielkie było znaczenie tego faktu, mówi sam Einstein, gdy stwierdza, że bez tych wyników ogólna teoria względności zapewne nie powstałaby, a z drugiej strony, że z punktu widzenia matematyki sprowadza się ona do tzw. „absolutnego rachunku różniczkowego" (dziś mówimy: analizy tensorowej), którego podstawy położył Riemann, a rozwinęli go właśnie Ricci i Levi-Civita.

Okazuje się jednak, że związek Riemanna z teorią względności nie kończy się na dostarczeniu aparatu matematycznego. Jego wykład zawiera również inne, fizyczne i filozoficzne idee, które po latach odżyły w ogólnej teorii względności i dzięki niej. Dlatego niewątpliwie warto przyjrzeć się nieco temu historycznemu wykładowi.

3. Wykład — historia

Bernahard Riemann urodził się w Księstwie Hannoweru w roku 1826. Po studiach matematycznych, które odbywał w Getyndze i w Berlinie, poświęcił się pracy naukowej. Był człowiekiem niezwykle uzdolnionym, pracowitym i pełnym twórczych pomysłów, przy czym jego zainteresowania były niezwykle szerokie. Obejmowały one nie tylko praktycznie cały obszar ówczesnej matematyki, ale również wkraczały w dziedzinę fizyki oraz filozofii, a zwłaszcza filozofii przyrody, teorii poznania i metafizyki. Jak powiadają historycy matematyki, należał on do tych nielicznych, którzy potrafili ująć i przetworzyć cały współczesny im materiał matematyczny, co już w XIX wieku, wskutek coraz dalej postępującej specjalizacji i nacjonalizacji szkół matematycznych zaczęło należeć do rzadkości. O wielkości talentu Riemanna może świadczyć fakt, że w ciągu swego niezwykle krótkiego życia — żył zaledwie czterdzieści lat [1] — napisał ponad 30 rozpraw z dziedziny matematyki i fizyki. Choć tylko 11 z nich zostało opublikowanych za jego życia, historia oddała mu sprawiedliwość: jego nazwiskiem nazwano wiele obiektów rozpatrywanych we współczesnej matematyce.

Mając 28 lat Riemann przystąpił do kolokwium habilitacyjnego. Zgodnie z panującym wówczas obyczajem zaproponował trzy tematy wykładu, z których komisja miała wybrać jeden,

by został on przedstawiony przez kandydata do habilitacji. Zwykle wybierano temat pierwszy, tym jednak razem przewodniczący komisji K. F. Gauss[2], wybrał temat trzeci, który brzmiał „O hipotezach, które leżą u podstaw geometrii" [3]. Dzięki temu ta krótka, bo mieszcząca się na trzynastu zaledwie stronach druku, rozprawa przeszła do historii, stając się źródłem natchnienia dla całych pokoleń matematyków i fizyków [4]. Kolokwium habilitacyjne odbyło się 10 czerwca 1854 r.

Nie sposób w tym krótkim artykule omawiać wszystkich treści zawartych w wykładzie. Wymagałoby to zresztą wkroczenia na teren dość zaawansowanej matematyki, co nie jest celem niniejszej pracy. Ograniczę się przeto do omówienia tylko tych aspektów, które bardziej bezpośrednio wiążą się z myślą Einsteina, a zwłaszcza z teorią względności. Rozpocznijmy od krótkiego omówienia aparatu matematycznego wprowadzonego przez Riemanna, który to aparat z tak znakomitym efektem został później wykorzystany przez Einsteina.

4. Rozmaitość i geometria Riemanna

Podstawowym pojęciem, które Riemann rozwija w swym wykładzie, jest pojęcie rozmaitości (*Mannigfaltigkeit*), czy — jak ją inaczej nazywa — wielokrotnie rozciągłej wielkości (*mehrfach ausgedehnte Grösse*). By nie wdawać się w rozważania matematyczne powiedzmy tu tylko tyle, że pojęcie to stanowi uogólnienie pojęcia przestrzeni i to uogólnienie tak bardzo szerokie, że nie tylko obejmuje przestrzenie wielowymiarowe, ale, co więcej, również przypadki wielu różnych geometrii, wśród nich: geometrii euklidesowej i podstawowych geometrii nieuklidesowych — geometrii hiperbolicznej (nazywanej geometrią Bolyaia-Łobaczewskiego) i geometrii eliptycznej (nazywanej właśnie geometrią Riemanna). Przypadki te ujawniają się w miarę, jak autor wykładu postępuje naprzód w badaniu stosunków miarowych, które mogą istnieć na zdefiniowanej przez niego rozmaitości. Uogólnienie to stanowiło nie tylko przejaw geniuszu Riemanna, ale wręcz dowód jego niezwykłej odwagi intelektualnej, co zrozumiemy, gdy weźmiemy pod uwagę, że idea przestrzeni wielowymiarowych, a jeszcze bardziej nowopowstałe geometrie nieeuklidesowe budziły w ówczesnym środowisku matematycznym i filozoficznym zaciekłe dyskusje, w których objawiały się zupełnie skrajne poglądy, co stawało się polem popisu dla wszelkiego rodzaju szarlatanów i pseudo-naukowców.

Stwierdzić należy, iż stworzenie przez matematyka z Getyngi pojęcia rozmaitości i geometrii rozmaitości stało się dla teorii względności faktem o podstawowym znaczeniu. Rozmaitość ze swą — w tym przypadku nieeuklidesową — geometrią stała się uogólnieniem przestrzeni i geometrii Minkowskiego ze szczególnej teorii względności, a zatem okazała się tłem, na którym mogła się rozgrywać akcja opisywana przez teorię ogólną. Pojęcie rozmaitości pojawia się bardzo wcześnie w pracach Einsteina: już w roku 1913 posługuje się tym pojęciem. Widzieliśmy powyżej, jak sam Einstein stwierdzał, że właściwie matematyczny formalizm teorii względności został wypracowany przez Riemanna. Na zakończenie tych skromnych uwag matematycznych dodajmy, że w wykładzie Riemanna pojawiło się jeszcze jedno pojęcie, które zostało z wielkim pożytkiem wykorzystane przez Einsteina. Było to pojęcie krzywizny rozmaitości (*Krümmungsmass*). Riemann uogólnił w nim na przypadek dowolnej rozmaitości pojęcie wprowadzone przez Gaussa. Co prawda sam Riemann nie dysponował jeszcze aparatem rachunku tensorowego, tak, że jego rozważania w tym punkcie są dość trudne do formalnej analizy, niemniej po przetłumaczeniu tych myśli na język tensorów, czego dokonali Ricci i Levi-Civita, Einstein otrzymał niezwykle wygodne narzędzie do opisu czasoprzestrzeni.

To znaczenie wykładu Riemanna Einstein dostrzegł i potrafił docenić. Ale nie dotyczyło to tylko jego wdzięczności za dostarczone mu narzędzie matematycznej analizy. Szczególne znaczenie miał dla niego również fakt, że Riemann jako pierwszy przedstawił geometrię eliptyczną, a więc geometrię przestrzeni skończonej. Myśl ta była niezwykle bliska Einsteinowi, bowiem przez wiele lat, zapewne pod wpływem E. M a c h a, którego poglądy filozoficzne podzielał, był on przekonany, że Wszechświat jest skończony. Dopiero prace A. F r i e d m a n n a zmusiły go do rewizji tego przekonania.

5. Zagadnienie przestrzeni

Jeśli na rozmaitości możliwe są różne geometrie, a nasza przestrzeń jest jedynie szczególnym przypadkiem rozmaitości trójwymiarowej, to musi zrodzić się pytanie, jaka jest geometria tej przestrzeni. Riemann stawia to pytanie, lecz natychmiast dopowiada: nie da się tego rozstrzygnąć na drodze teoretycznych spekulacji. Jedyna nadzieja na znalezienie odpowiedzi leży w dziedzinie eksprymentu. Jednak taka odpowiedź

jest wysoce niezadowalająca. Wszak Riemann musiał mieć jeszcze w pamięci próby swego mistrza — Gaussa — który usiłował mierzyć krzywiznę przestrzeni, lecz nie otrzymał żadnego rezultatu poza całkiem banalnym: jeśli nawet przestrzeń jest zakrzywiona, to miara tego zakrzywienia mieści się w granicach błędu pomiaru, zatem doświadczenie nie daje rezultatu rozstrzygającego. Riemann uczynił krok dalej. Z jego rozważań wynikało, że jeśli przestrzeń jest zakrzywiona, to jej odchylenie od płaskości (bo tak można obrazowo interpretować zakrzywienie) będzie tym większe, im większe będą wymiary obiektu pomiaru. Dlatego należałoby uciec się do pomiarów odległości, a raczej kątów (bo zakrzywienie przestrzeni, o czym wiedział już Gauss, objawiałoby się również w tym, że suma kątów w trójkącie różniłaby się od sumy dwóch kątów prostych) w skali astronomicznej. I choć sam Riemann stwierdził, że dotychczasowe eksperymenty nie dają wyników, które mogłyby dowodzić, iż nasza przestrzeń nie jest euklidesowa, co równie dobrze może oznaczać, że jest właśnie euklidesowa, jak i to, że zasięg naszych teleskopów jest zbyt mały, to przecież jego intuicja, iż odpowiedzi należy szukać w pomiarach astronomicznych, okazała się, z punktu widzenia teorii względności, jak najbardziej słuszna.

6. Materia-geometria

Riemann nie poprzestaje na pytaniu o to, jaka jest geometria naszej przestrzeni, lecz śmiało zapuszcza się na teren z pogranicza filozofii i pyta: co jest przyczyną, że przestrzeń ma taką, a nie inną geometrię? Innymi słowy, bardziej wiernie sformułowaniom Riemanna: co decyduje o stosunkach miarowych w danej rozmaitości? Odpowiedź będzie różna dla różnych typów rozmaitości. Dwa podstawowe takie typy wyróżnił Riemann już na początku swego wykładu. Są to rozmaitości ciągłe i dyskretne. By nie wdawać się w precyzacje matematyczne, poprzestańmy na prostym i w miarę czytelnym intuicyjnie obrazie autorstwa samego Riemanna. Rozmaitości ciągłe to takie, w których od jednego punktu do innego można „przejść" w sposób ciągły. Rozmaitości, w których jest to niemożliwe, nazywamy dyskretnymi. Podział ten i problemy z nim związane są tematem bardzo ożywionych dyskusji filozoficznych, lecz my pozostawmy je na boku.

Na bazie takiego podziału Riemann wygłasza kapitalną wprost myśl, którą dziś można znaleźć w każdym nowocześniej-

szym opracowaniu monograficznym poświęconym zagadnieniom filozofii przestrzeni. Ponieważ i dla naszego tematu jest to myśl bardzo ważna, pozwolę sobie zacytować tu obszerny jej fragment. Otóż Riemann stwierdza:

„(...) dla rozmaitości dyskretnej podstawa stosunków miarowych zawarta jest w pojęciu takiej rozmaitości, w przypadku jednak rozmaitości ciągłej musi ona być wzięta skądinąd. Wynika stąd, że albo leżąca u podstaw przestrzeni rzeczywistość musi tworzyć rozmaitość dyskretną, albo podstawy stosunków miarowych należy szukać na zewnątrz, w siłach wiążących, które na nią działają".

Po tych słowach autor wykładu czyni jeszcze uwagę, że rozstrzygnięcia tego pytania można oczekiwać tylko wtedy, gdy — mówiąc dzisiejszym językiem — podejmie się próbę zmodyfikowania obowiązującego paradygmatu newtonowskiego, a następnie kończy rozważania stwierdzeniem, że oto, przez takie wypowiedzi, wkracza na teren fizyki, na co zadany mu temat nie pozwala.

Zauważamy, że powyżej przytoczone sformułowanie pociąga za sobą niezwykłe konsekwencje. Po pierwsze, sugeruje nam, w jaki sposób powinniśmy patrzeć na przestrzeń. Otóż nie mamy w niej widzieć jakiegoś absolutu, niezależnego od swej zawartości pojemnika, w którym mieszczą się wszystkie rzeczy materialne, lecz raczej jakąś formę współistnienia tych rzeczy, przez nie kształtowaną, od nich zależną. Rozpoznajemy już ślady polemiki Leibniza i Clarke'a — ucznia Newtona. Drugą, jeszcze ważniejszą konsekwencją jest pobrzmiewająca w tych słowach niemal prorocza zapowiedź myśli o wzajemnym związku geometrii przestrzeni z jej zawartością materialną. A to, w odniesieniu do czasoprzestrzeni, jest jednym z największych wyników ogólnej teorii względności. W końcu przytoczone powyżej słowa wskazują na fakt, że geometria przestrzeni nie może być uprawiana w sposób czysto spekulatywny, lecz w ścisłym powiązaniu z fizyką.

Fakty te odkrył i uzasadnił w swej teorii Albert Einstein. Widział on jednak i podkreślał, że geniusz Riemanna, potrafił te odkrycia niejako antycypować, a przede wszystkim przygotować. Twórca teorii względności dawał temu wyraz w licznych swych pracach.

7. Kwanty?

Chciałbym zwrócić uwagę na jeszcze jedną myśl Riemanna, może nie związaną bezpośrednio z teorią względności, ale rów-

nież zauważoną przez jej twórcę, co czyni ją godną umieszczenia w tym miejscu. Otóż, w związku z rozważaniami dotyczącymi rozmaitości, Riemann stwierdza, że przy przejściu do „nieskończenie małych" mogą załamywać się tradycyjne pojęcia ciała sztywnego i promienia świetlnego, na których buduje się całą tzw. praktyczną geometrię przestrzeni. Z drugiej strony bierze on pod uwagę możliwość przestrzeni dyskretnej. Może to być jedynie dziedzictwem po J. F. Herbarcie, który był „mistrzem" Riemanna w dziedzinie filozofii, a którego charakteryzowało zamiłowanie do form dyskretnych, lecz z drugiej strony może to być pewna intuicja urzeczywistniona w dzisiejszej teorii kwantów. Tak w każdym razie oceniał to Einstein.

8. Zakończenie: „Poprzednik"?

W powyższych uwagach starałem się wskazać na pewne myśli w wykładzie B. Riemanna, które zdają się uprzedzać i przygotowywać powstanie ogólnej teorii względności, przy czym szczególny akcent kładłem na fakt, że myśli te zostały dostrzeżone i docenione przez Einsteina. Nie brałem tu pod uwagę innych pism Riemanna, w których również można znaleźć bardzo intrygujące z punktu widzenia teorii względności fragmenty. Na przykład w swoich zapiskach z filozofii przyrody czyni Riemann pewne próby przebadania wzajemnego związku pomiędzy grawitacją i światłem. Oczywiście, czyni to w kontekście teorii eteru (choć niezupełnie, używa raczej terminu „masy duchowej", ukutego przez Herbarta), ale przecież sam Hilbert nie waha się stwierdzić, że to właśnie Riemann był pierwszym, który takie badania podjął.

Nie chciałbym jednak, by Czytelnik powziął mniemanie, że w zasadzie teoria względności była już „gotowa" w czerwcu 1854 roku, a tylko przez złośliwe zrządzenie losu musiała czekać na swe powtórne odkrycie. Tak nie było. Po pierwsze, Riemann poprzestał na luźnych tylko uwagach w tym względzie. Może gdyby żył dłużej... Ale w nauce nie liczy się takie przypuszczenie, ale tylko to, co zostało stwierdzone i w odpowiedni sposób uzasadnione. Po drugie, i to jest najważniejsze, Riemann nawet nie przeczuwał pojęcia czasoprzestrzeni. Owszem, z jednej strony idea traktowania czasu jako czwartego wymiaru jest dość dawna — sięga ona XVIII wieku — ale w pismach Riemanna nie ma żadnego śladu, by ją znał i poważnie traktował. Z drugiej strony, choć Einstein również napisał

swoje pierwsze prace dotyczące szczególnej teorii względności nie znając jeszcze wyników H. Minkowskiego, który to właśnie stworzył geometrię czasoprzestrzeni, ale przecież we wszystkich tych pracach problematyka czasu była kluczową, czego nie da się zauważyć u Riemanna.

Pozostaje jeszcze do wyświetlenia sprawa ewentualnego wpływu myśli Riemanna na Einsteina. Z cytowanych powyżej fragmentów autobiograficznych wielkiego fizyka zdaje się wynikać jednoznacznie, że przed rokiem 1912 Einstein, który posiadał już daleko zaawansowane intuicje dotyczące ogólnej teorii względności, nic nie wiedział o wynikach Riemanna. Sam zresztą mówił, że jego poglądy dotyczące związku geometrii przestrzeni z jej materialną zawartością mają swą genezę w myśli E. Macha. Z drugiej jednak strony wiadomo, że pogląd Riemanna o związku pomiędzy geometrią przestrzeni, a materią i jej ruchem, odżył i uzyskał wyraźne sformułowanie już w latach siedemdziesiątych XIX wieku, w pismach W. K. Clifforda. Tak więc, choć w pismach A. Einsteina nie znajdziemy śladu jakiejkolwiek jego filozoficznej zależności od B. Riemanna, wydaje się rozsądnym pozostawić tę kwestię otwartą do dalszego badania.

---

[1] Bernhard Riemann zmarł w wyniku choroby płuc we Włoszech, 20 lipca 1866 roku.

[2] Karol Fryderyk Gauss (1777—1855) — jeden z najwybitniejszych matematyków XIX wieku. Pozostawił wiele prac w różnych dziedzinach. Dla jego wielkości na polu matematyki nazwano go „Księciem matematyków".

[3] Tekst wykładu „O hipotezach..." został po raz pierwszy wydany w roku 1868, czyli już po śmierci Riemanna, przez R. Dedekinda, a następnie wszedł do zbiorowego wydania *Dzieł* Riemanna, dokonanego przez H. Webera w 1876 r. Pierwszy polski przekład został dokonany przez S. Dicksteina w 1874 r. (Pamiętnik Towarzystwa Nauk Ścisłych w Paryżu, t. IX, s. 7—40), zaś kolejny — przez autora niniejszego artykułu — w przygotowaniu do druku.

[4] Stwierdzić należy, że zapewne wykład Riemanna zaginąłby w mrokach niepamięci, jako że, poza jedynie Gaussem, nikt z członków audytorium nie zrozumiał jego treści, gdyby nie wydanie go przez Dedekinda.

STANISŁAW R. BRZOSTKIEWICZ — Dąbrowa Górnicza

EUROPEJSKIE OBSERWATORIUM POŁUDNIOWE

Powietrze nad Europą z każdym rokiem jest bardziej zanieczyszczone i tym samym staje się coraz mniej przezroczyste. Jednocześnie wciąż przybywa tu sztucznych źródeł światła, toteż noce na naszym kontynencie są coraz jaśniejsze. Nie

sprzyja to oczywiście obserwacjom nieba, astronomowie europejscy muszą „emigrować" ze swymi instrumentami do innych regionów naszego globu i tam szukać lepszych warunków dla swej podstawowej przecież działalności. To zaś wcale nie jest takie proste, współczesne przyrządy obserwacyjne mają coraz większe rozmiary i przy tym wyposaża się je w bardzo skomplikowane urządzenia pomocnicze. Krótko mówiąc — budowa nowoczesnego obserwatorium astronomicznego wymaga tak wysokich nakładów finansowych, że z trudem mogą sobie na to pozwolić jedynie najbogatsze kraje świata. O wiele łatwiej takie inwestycje realizować wspólnymi siłami i ta właśnie idea przyświecała astronomom pięciu krajów zachodnioeuropejskich (Belgia, Francja, Holandia, Republika Federalna Niemiec i Szwecja), gdy w roku 1962 powoływali do życia organizację pod nazwą „Europejskie Obserwatorium Południowe". Pięć lat później przystąpiła do niej Dania, a w roku 1981 to samo uczyniły Włochy i Szwajcaria. Tak więc dziś członkami ESO (skrót od słów „European Southern Observatory") jest osiem wysoko uprzemysłowionych krajów Europy.

Początek — jak zwykle w takich przypadkach bywa — nie należał do łatwych. Przede wszystkim trzeba było przeprowadzić wnikliwe badania w różnych regionach naszego globu celem znalezienia takiego miejsca dla mającego powstać obserwatorium, aby miało ono możliwie najkorzystniejsze warunki klimatyczne i by w jego sąsiedztwie nie przewidywano budowy miast lub zakładów przemysłowych. Początkowo brano pod uwagę Południową Afrykę, lecz widocznie ten zakątek „czarnego kontynentu" nie spełniał wszystkich oczekiwań, toteż poszukiwania kontynuowano. W końcu pragnienie znalezienia najlepszej lokalizacji dla przyszłego obserwatorium zaprowadziło europejskich astronomów aż na południowo-amerykańskie wybrzeże Oceanu Spokojnego, ściśle zaś mówiąc — do wypiętrzonych szczytów chilijskich Andów. W tych niegościnnych, prawie niezamieszkałych okolicach globu ziemskiego wznosi się nad pustynią Atacama rozległy masyw górski La Silla (2347 m n.p.m.), gdzie — jak się okazało — są doskonałe warunki klimatyczne i jest dość miejsca na zainstalowanie większej liczby dużych teleskopów. Niedaleko stąd, bo zaledwie w odległości około 40 km na południe znajduje się drugi ważny ośrodek astronomiczny. Mowa o północno-amerykańskim obserwatorium (Cerro Tololo Inter-American Observatory), które po odpowiednich badaniach klimatycznych wybudowano w roku 1967 na szczycie Cerro Tololo (2399 m n.p.m.). To naj-

lepiej chyba dowodzi, że wybór europejskich astronomów był nadzwyczaj trafny, a niektórzy twierdzą wręcz, iż w żadnym innym miejscu na kuli ziemskiej nie ma lepszych warunków do prowadzenia optycznych obserwacji nieba. W jakimś stopniu powyższą opinię potwierdzają wyniki, jakie na La Silla osiągnięto w ciągu tak krótkiego czasu. To przecież w Europejskim Obserwatorium Południowym rozwiązano frapującą od pewnego czasu zagadkę rzekomo supermasywnej gwiazdy w mgławicy Doradus (w rzeczywistości okazała się ona być ciasną gromadą liczącą osiem zupełnie „normalnych" gwiazd), tu również dzięki obserwacji zakrycia gwiazdy SAO 186 001 przez tarczę Neptuna wywnioskowano o istnieniu pierścieni tej planety i o ich ciekawej budowie (wysuniętą hipotezę na ten temat w pełni potwierdziły obrazy otrzymane z bliska za pomocą sondy Voyager-2). Na szczególną zaś uwagę zasługuje „supernowa stulecia" (SN 1987 A), którą właśnie odkryto na La Silla i którą europejscy astronomowie wnikliwie obserwują od samego początku. Wypada wreszcie wspomnieć o *ESO Sky Atlas*, mającym stanowić coś w rodzaju uzupełnienia największego i najcenniejszego dotąd atlasu nieba, znanego pod nazwą *Mount Palomar Sky Atlas*. O ile jednak fotograficzne mapy tego drugiego pokrywają obszar nieba w deklinacji od +90° do —30° (całą półkulę północną), to analogiczne mapy atlasu europejskiego obejmować będą niebo w deklinacji od —20° do —90° (całą półkulę południową), czyli dopełniać dzieła amerykańskich astronomów. Dzieło europejskich astronomów ma składać się z 935 zdjęć fotograficznych, wykonanych zarówno w czerwonym, jak i w niebieskim przedziale widma. Obecnie ta niemal syzyfowa praca zbliża się do końca i wkrótce winna ujrzeć światło dzienne.

Fotograficzny atlas nieba południowego będzie jakimś ukoronowaniem ponad dwudziestoletniej działalności Europejskiego Obserwatorium Południowego. A wszystko zaczęło się w roku 1966, kiedy to na jednym ze szczytów pasma La Silla pojawiła się pierwsza kopuła, kryjąca teleskop o średnicy 1 m (od początku służy on do fotometrii gwiazd). Wkrótce potem znalazły się tam następne teleskopy, niektóre z nich nie stanowią własności ESO, lecz różnych instytucji naukowych krajów stowarzyszonych, gdyż zgodnie ze statutem tej międzynarodowej organizacji mogą one na La Silla instalować własne teleskopy pod warunkiem, że określona część czasu obserwacyjnego takiego teleskopu będzie służyła na realizację wspólnego programu badawczego. Z możliwości tej pierwsi skorzy-

stali astronomowie uniwersytetu w Bochum (RFN), instalując tu już w roku 1968 teleskop o średnicy 60 cm. Dziś na La Silla można ujrzeć 13 kopuł, kryjących teleskopy o średnicach od 39 cm do 358 cm, z czego trzy należą do innych instytucji naukowych (obok uniwersytetu w Bohum mają tu swe teleskopy także Uniwersytet Kopenhaski i Obserwatorium Genewskie). Dwa wielkie teleskopy (o średnicy 154 i 220 cm) są wspólną własnością ESO i instytucji krajów stowarzyszonych (Uniwersytet Kopenhaski i Instytut Maxa Plancka w Heidelbergu). Taka koncentracja współczesnej techniki astronomicznej znacznie zwiększa możliwości badawcze, toteż coraz większy i wyraźniejszy jest wkład europejskich astronomów w odsłanianiu tajemnic Wszechświata. Wymaga to oczywiście odpowiednich nakładów finansowych i dobrej organizacji pracy. Zazwyczaj na La Silla przebywa przecież około 160 ludzi, z czego aż 130 przypada na personel pomocniczy, składający się głównie ze stałych mieszkańców Chile. Oni to właśnie umożliwiają pracę około 30 uczonych europejskich, z których jedni na La Silla przebywają tylko parę tygodni, lecz drudzy działają tu nawet przez cały rok. Nie znaczy to jednak wcale, że astronom z tego lub innego kraju członkowskiego może zjawić się w Chile w dowolnym czasie i według własnego uznania nieograniczenie dysponować tym lub innym teleskopem. Tak dobrze nie jest, wpierw trzeba przedstawić specjalnej komisji program badawczy, dobrze go uzasadnić, aby uzyskać jego akceptację i zezwolenie na realizację. Zebrany zaś na La Silla materiał obserwacyjny w postaci klisz fotograficznych lub taśm magnetycznych po analizie w macierzystej placówce wędruje do Garching pod Monachium, gdzie znajduje się siedziba ESO. W ten sposób powstaje bezcenny bank danych dostępnych w dowolnym czasie dla astronomów zajmujących się tym lub innym problemem.

Podróż samolotem z Europy do oddalonego o tysiące kilometrów Chile trwa 16—24 godzin. Gdy europejski astronom znajdzie się już na lotnisku w Santiago, udaje się do położonego na skraju miasta specjalnego hotelu, gdzie może odpocząć po mimo wszystko męczącej nieco podróży i jednocześnie zaaklimatyzować się do zupełnie odmiennych warunków. Dopiero wtedy wsiada do specjalnego samolotu, który przewozi go na oddalone o około 600 km od Santiago lotnisko w pobliżu Campo Pelicano, skąd już tylko około 30 km do obserwatorium. Dalszą podróż trzeba oczywiście odbyć samochodem górską drogą prowadzącą aż na La Silla, gdzie na przybysza z Europy

Teleskopy Europejskiego Obserwatorium Południowego

Średnica zwierciadła (w cm)	Rok oddania do użytku	Typ ogniska	Światłosiła	Dysponent instrumentu	Główne przeznaczenie instrumentu
103	1966	Nasmytha	1 : 14	ESO	Promieniowanie podczerwone (fotometria)
152	1968	Cassegraina	1 : 15	ESO	Analiza widmowa
39	1968	Pierwotne	1 : 10	ESO	Fotografia nieba
61	1968	Cassegraina	1 : 15	Obserwatorium w Bochum	Analiza widmowa
50	1969	Cassegraina	1 : 14	Uniwersytet w Kopenhadze	Fotometria
50	1971	Cassegraina	1 : 14	ESO	Fotometria
100/162 *	1973	Pierwotne	1 : 3	ESO	Fotografia nieba
70	1975	Cassegraina	1 : 15	Obserwatorium w Genewie	Fotometria
357	1976	Pierwotne Cassegraina Coudé	1 : 3 1 : 8 1 : 32	ESO	Fotografia nieba Analiza widmowa, fotometria Analiza widmowa
154	1978	Cassegraina	1 : 8	Uniwersytet w Kopenhadze	Fotografia nieba, fotometria
91	1979	Cassegraina	1 : 14	ESO	Fotometria
140	1981	Coudé	1 : 120	ESO	Analiza widmowa
220	1983	Pierwotne Cassegraina	1 : 3 1 : 8	ESO, Instytut Maxa Plancka w Heidelbergu	Fotografia nieba Fotometria, analiza widmowa, promieniowanie podczerwone
358	1988	Nasmytha	1 : 11	ESO	?

* Teleskop Schmidta

czeka nie tylko wygodny hotel i świetnie zaopatrzona restauracja, ale także podręczna biblioteka i doskonale wyposażone pracownie. Jednakże oczy astronoma radują przede wszystkim malowniczo rozlokowane kopuły obserwacyjne, zwłaszcza zaś kopuła o niezbyt typowym kształcie, kryjąca najnowocześniejszy aktualnie teleskop świata. Wprawdzie pod względem wielkości głównego zwierciadła zajmuje on dopiero 8—10 miejsce, to jednak jest supernowoczesnym narzędziem astronomicznym, przy budowie którego wykorzystano najnowsze osiągnięcia optyki i elektroniki. Idea jego budowy zrodziła się w roku 1979, a dwa lata później — jak już wspomniano — do ESO przystąpiły Italia i Szwajcaria. Postanowiono wówczas, że ich „wpisowe" wynoszące 24 miliony marek zachodnioniemieckich zostanie w całości przeznaczone na nowy przyrząd optyczny. Główne zwierciadło tego teleskopu, zwane w skrócie NTT (New Technology Telescope), miało mieć około 3,5 metra średnicy. Tak więc pod względem tego parametru byłby od porównywalny z „klasycznym" teleskopem o średnicy 358 cm, jaki na La Silla był zainstalowany w roku 1976, lecz pod innymi względami znacznie od niego doskonalszy. W roku 1983 zawarto umowę z zachodnioniemiecką firmą „Schotta", dysponującą chronioną patentem technologią odlewu odpornego na zmiany temperatury szkła kwarcowego, znanego w handlu pod nazwą „Zerodur". Odlany i wystudzony krążek przewieziono w roku 1986 do zakładów optycznych „Calr Zeiss" w Oberkochen (RFN), gdzie od razu przystąpiono do szlifowania, a następnie do polerowania tego prototypowego — jak się przekonamy — zwierciadła, które po dwóch latach intensywnej pracy było gotowe. Końcowe testy wykazały, iż znana w świecie firma znakomicie wywiązała się z powierzonego jej zadania i że nowe zwierciadło — biorąc pod uwagę walor optyczny — nie ma sobie równego. Jego średnica wynosi 358 cm, lecz grubość zaledwie 24 cm, a masa tylko 6 ton. Spoczywać zatem musi na 78 specjalnych podporach, rozmieszczonych koncentrycznie w czterech pierścieniach, mających coraz mniejsze średnice. W największym, zewnętrznym pierścieniu znajduje się 30 podpór, w dwóch pierścieniach środkowych — 24 i 16 podpór, w najmniejszym zaś — 8 podpór. Nie są to jednak zwyczajne podpory, każda z nich wyposażona została w odpowiedni mechanizm, dzięki czemu możliwa jest zmiana krzywizny zwierciadła. Odbywa się to podczas obserwacji w sposób automatyczny, analizy otrzymywanego aktualnie obrazu dokonuje sprzężony z komputerem analizator firmy „Shack-

Hartmann". Jest to po prostu pierwszy w świecie teleskop z „aktywną optyką" w optymalny sposób wykorzystującą aktualne warunki obserwacyjne.

Wykonanie montażu teleskopu NTT zlecono włoskiej firmie INNSE z Brescii. I ta firma zadowalająco wywiązała się z powierzonego zadania, w zaplanowanym terminie teleskop jeszcze bez optyki został w hali fabrycznej zmontowany i po przeprowadzeniu odpowiednich testów ponownie rozmontowany. Poszczególne jego części zapakowano w kontenery i przewieziono do portu w Genui, gdzie 29 kwietnia 1988 roku zostały załadowane na statek „Isla Balta", który 31 maja tegoż roku zakotwiczył w chilijskim porcie Valpariso. Parę dni później kontenery z częściami teleskopu znalazły się na szczycie La Silla, a tu już od lutego 1988 roku montowano niezwykłą, ośmioboczną kopułę obrotową wyprodukowaną przez włoską firmę „Mecnafer". W tym samym czasie w zakładach „Carl Zeiss" nadal testowano optykę dla teleskopu NTT i dopiero po wielu próbach przewieziono je do Chile. Główne zwierciadło w oprawie i pozostałe części optyczne znalazły się na La Silla akurat 22 września 1988 roku, kiedy to po raz pierwszy i zarazem ostatni tegoż roku spadł tam śnieg. W ciągu kilku najbliższych miesięcy kompletowano urządzenia pomocnicze, a także kończono montaż kopuły, po czym jeszcze raz przeprowadzono kontrolę działania wszystkich części mechanicznych teleskopu. W nocy zaś z 22 na 23 marca 1989 roku dokonano próbnych obserwacji, które w pełni wykazały zalety nowego przyrządu i jego znaczną przewagę nad „klasycznymi" rozwiązaniami. Podczas zaledwie dziesięciominutowej ekspozycji uchwycono na kliszy gwiazdy około 20 wielkości gwiazdowej, na podstawie czego można wnioskować, iż podczas odpowiednio dłuższej ekspozycji będzie można uchwycić prawdopodobnie obiekty słabsze od 27 wielkości gwiazdowej. A przy tym już podczas tych pierwszych obserwacji teleskop NTT osiągnął zdolność rozdzielczą 0,18 sekundy łuku.

Teleskop NTT traktować należy jako pierwszy krok w modernizacji obserwatorium mającego w „herbie" cztery najjaśniejsze gwiazdy Krzyża Południowego. Jest to przede wszystkim — jak już wspomniano — pierwszy teleskop z „aktywną optyką", która pozwala automatycznie korygować deformację obrazu wywołaną ruchami turbulentnymi atmosfery i zmianami temperatury zwierciadła. Sprawdzenie w praktyce tego systemu jest przeto głównym posłaniem teleskopu NTT, gdyż jego następca ma mieć nie tylko „aktywną optykę", ale także

o wiele większe rozmiary. Idzie tu o supernowoczesny teleskop, w skrócie oznaczony literami VLT (Very Large Telescope), mający faktycznie składać się z czterech teleskopów o średnicy 8 metrów każdy. Projekt jego budowy zrodził się w roku 1984, lecz dopiero w grudniu 1987 roku podjęto w tej sprawie konkretną decyzję i tym samym przystąpiono do realizacji ambitnego zamierzenia. Na ten cel przeznaczono 382 miliony marek zachodnioniemieckich, z czego 309 milionów ma pochłonąć budowa teleskopu, a pozostałą kwotę jego urządzenia pomocnicze. Zakłada się przy tym, że nowy instrument ESO powstawać będzie stopniowo, pierwszy „segment" systemu VLT ma być oddany do użytku w latach 1994—1995, a pozostałe trzy w następnych latach. Wszystkie cztery teleskopy będą identyczne i każdy z nich będzie mógł pracować samodzielnie, czyli realizować indywidualny program badawczy. Będzie jednak można wszystkie cztery teleskopy systemu VLT skierować na ten sam obiekt kosmiczny, tworząc w ten sposób układ optyczny, który zdolny będzie zbierać od obserwowanego obiektu tyle światła, ile zebrałby jeden teleskop ze zwierciadłem o średnicy 16 metrów. Zbudowanie takiego teleskopu byłoby oczywiście o wiele trudniejsze, uzyskane zaś za jego pomocą wyniki nie byłyby wcale lepsze, a jeżeli chodzi o zdolność rozdzielczą to chyba nawet gorsze. Nie ulega zatem najmniejszej wątpliwości, że teleskop VLT znacznie rozszerzy możliwości obserwacyjne europejskich astronomów, co będzie miało duże znaczenie w przypadku poznawania obiektów pozagalaktycznych. Ma on być zainstalowany także w chilijskich Andach, choć dokładne miejsce jego lokalizacji nie zostało dotąd ustalone. Pod uwagę brany jest szczyt Cerro Paranal (około 300 km na południe od miasta Antofagasta), gdzie według wstępnych badań warunki klimatyczne wydają się być jeszcze lepsze niż na La Silla. Ale w tych sprzyjających obserwacjom astronomicznym warunkach nie łatwo przebywać człowiekowi (wysokość nad poziomem morza, suche i rzadkie powietrze), przeto teleskop VLT — podobnie jak istniejące już na La Silla trzy teleskopy (o średnicy 1,4 m, o średnicy 2,2 m i o średnicy 3,58 m) — ma być zdalnie sterowany. Astronomowie będą więc mogli posługiwać się nim bezpośrednio z centrum ESO w Garching pod Monachium, może nawet nie opuszczając swych pracowni. Ich polecenia i dane obserwacyjne mają być przekazywane do Chile i z powrotem za pomocą satelity telekomunikacyjnego.

Tak więc na początku XXI wieku astronomowie europejscy prawdopodobnie będą mieli do dyspozycji największy i naj-

nowocześniejszy teleskop świata. Nie znaczy to jednak wcale, że tylko oni zamierzają tak gruntownie zmodernizować swoje zamorskie obserwatorium, z którego są dumni i w którym pokładają dużo nadziei. Tak źle nie jest, bo przecież i w innych ośrodkach astronomicznych planuje się budowę dużych, supernowoczesnych teleskopów. I tak już w roku 1991 na stokach wulkanu Mauna Kea na Hawajach ma być uruchomiony teleskop o średnicy 10 m, zwany zazwyczaj „teleskopem Kecka", gdyż jego budowę finansuje mulimilioner amerykański W. M. Keck. Krótko będzie on nosił miano największego teleskopu świata, z okazji bowiem przypadającej w roku 1992 pięćsetnej rocznicy odkrycia Ameryki planuje się ustawienie na szczycie Mt Graham (3267 m n.p.m.) jeszcze większego teleskopu, zwanego „teleskopem Kolumba". W rzeczywistości będą to dwa współpracujące ze sobą teleskopy, z których każdy ma mieć zwierciadło o średnicy 8 m, a zatem ogólna ich powierzchnia zbierająca odpowieda zwierciadłu o średnicy 11,3 m. Uczeni amerykańscy planują wreszcie budowę gigantycznego teleskopu, składającego się z czterech zwierciadeł na wspólnym montażu, wytwarzającego obraz we wspólnym ognisku. A ponieważ każde z tych zwierciadeł ma mieć po 8 m średnicy, ogólna ich powierzchnia zbierająca będzie równoważna jednemu zwierciadłu o średnicy 16 m. Niestety, teleskop ten — podobnie jak wiele innych interesujących pomysłów — znajduje się wciąż „na deskach projektantów". W tej sytuacji zachodnioeuropejski teleskop VLT przez dłuższy czas — jak się zdaje — nie będzie miał równego sobie konkurenta.

ROMAN FANGOR — Warszawa

CENTRALNE ZAĆMIENIA SŁOŃCA WIDOCZNE W POLSCE W LATACH 2201—3000 (I)

Przebieg centralnych zaćmień Słońca widocznych w Polsce w latach 2001—2200 został przedstawiony w poprzedniej części artykułu (*Urania* nr 9/1988). W tym okresie wystąpią 3 zaćmienia obrączkowe i 3 całkowite — testowanie programu SOL-ECL zakończyło się więc nieoczekiwanym wykryciem „nowych" całkowitych zaćmień Słońca z 2135 r. i 2142 r.

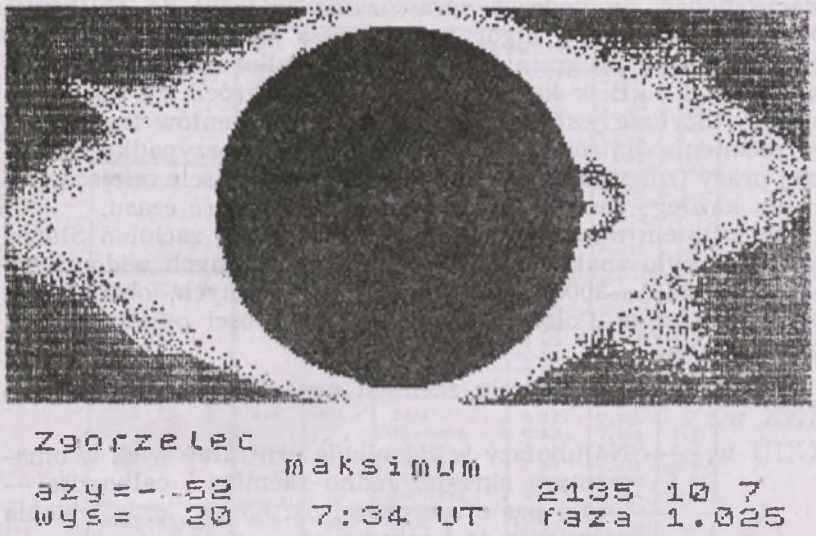
Daty przyszłych zaćmień całkowitych widocznych w Polsce zostały także podane w książce T. Jarzębowskiego *Wszechświat i jego zagadki*. Na stronie 206 czytamy:

„... Do końca trzeciego tysiąclecia naszej ery mieszkańcy Polski ujrzą jeszcze 9 całkowitych zaćmień Słońca. Nastąpią one w latach: 2227, 2379, 2381, 2426, 2433, 2681, 2808, 2902 i 2911 (...), piękne będą również zaćmienia 2 września 2426 i 20 kwietnia 2433 — czas trwania całkowitego zaćmienia wyniesie około 4 minut, a pasy obu zaćmień przejdą przez Warszawę"...

Sprawdzenie, czy rzeczywiście do 3000 roku w Polsce będzie tylko 9 całkowitych zaćmień Słońca, było zadaniem niełatwym, a przede wszystkim — czasochłonnym. Nie ma np. pewności, czy zastosowane w programie wzory do obliczenia pozycji Słońca i Księżyca, które w obecnych czasach dają wyniki z dokładnością rzędu sekund łuku, będą dawać poprawne wyniki (pozycje Słońca i Księżyca) za blisko 1000 lat. Jednak największy wpływ na rzeczywisty przebieg przyszłych zaćmień Słońca będzie miała poprawka $\Delta T = ET - UT$. Jej wpływ na wyniki będzie szerzej omówiony w dalszej części artykułu.

Wykorzystanie do tego celu programu SOL-ECL było w praktyce niemożliwe. Obliczenie przebiegu jednego zaćmienia trwało ok. 3.5 minuty, a sprawdzenie wszystkich nowiów Księżyca w ciągu 800 lat mogło potrwać w praktyce nawet kilka miesięcy. Lepszym rozwiązaniem było użycie nowego (ale jeszcze „roboczego") programu KANON. Wersja w Basicu była jednak zbyt wolna i wyjściem z sytuacji było zastosowanie kompilatora. Ze względu na objętość programu, dużą liczbę funkcji trygonometrycznych oraz wielowymiarowych tablic ze zmiennymi używanych w programie, zastosowano polski kompilator „Tobos". Główną zaletą tego kompilatora była jego szybkość — obliczenia były wykonywane ok. 10 razy szybciej od Basica Spectrum, wadą — mniejsza dokładność oraz zdarzające się błędy w czasie pracy.

Rezultatem 4 godzinnych obliczeń było podanie ok. 150 zaćmień Słońca o fazie większej od 0.7 i widocznych w Łodzi (w przybliżeniu — centrum Polski). Istotnym utrudnieniem w tej pracy był brak drukarki — wszystkie wyniki musiały być ręcznie przepisywane z ekranu. Ok. 30 zaćmień miało fazy ponad 0.9 — większość mogła być widoczna w Polsce jako zaćmienia obrączkowe lub całkowite. Zaćmienia te zostały obliczone ponownie, tym razem programem SOL-ECL, i okazało się, że wyniki różnią się między sobą — momenty nowiu Księżyca nawet o godzinę, a zaćmienie o fazie ponad 0.9 (obliczone KANONEM) było o małej fazie (wg SOL-ECL). Przyczyną była mniejsza (ok. 100 razy) dokładność obliczeń programu z kompilatorem, co w przypadku obliczeń pozycji Księżyca miało szczególne znaczenie. Trzeba było tak zmienić algorytm obli-



Rys. 1. Animacja całkowitego zaćmienia Słońca na ekranie monitora w programie SOL-ECL.

czeń, aby dla przedziału ok. 1000 lat otrzymywać momenty nowiu Księżyca z dokładnością rzędu 1 minuty. Po ponownych 4-godzinnych obliczeniach otrzymano nowe dane przyszłych zaćmień Słońca w Polsce, a porównanie wyników z otrzymanymi programem SOL-ECL tym razem wypadło pomyślnie. Praca ta została odłożona na ponad pół roku.

W tym miejscu przypomnę, że program SOL-ECL napisany był w kodzie maszynowym (dotyczyło to przede wszystkim animacji zaćmienia) oraz w Basicu (ok. 20 kB, w tym wszystkie procedury obliczające pozycje Słońca i Księżyca). Ze względu na potrzeby powstającego nowego programu obliczającego zakrycia planet i gwiazd przez Księżyc, konieczne było „przeniesienie" procedur z Basicu do kodu maszynowego — zarówno z uwagi na większą szybkość obliczeń, jak i wygodę łączenia różnych procedur napisanych w kodzie. Praca ta, wykonywana równolegle dla programów SOL-ECL oraz LUN-ECL (do którego Janusz Wiland napisał animację zaćmienia Księżyca zajmującą prawie 19 kB) zajęła autrowi artykułu prawie 1000 godzin. Wyniki tej pracy — nowe wersje programów SOL-ECL i LUN-ECL — były prezentowane na VIII Seminarium SOPiZ w Olsztynie w czerwcu 1988 r. (Na marginesie

warto dodać, że podczas sprawdzania wzorów do obliczenia pozycji Księżyca wg algorytmu Meeusa znaleziono kilka błędów). Obecnie program SOL-ECL ma tylko ok. 8 kB w Basicu i ok. 21 kB w kodzie; czas obliczeń skrócił się do jednej minuty. Szybsze jest również obliczanie momentów tego samego zaćmienia dla różnych miejscowości, co w przypadku niniejszej pracy (znaczna liczba zaćmień oraz kilkanaście miejscowości dla każdego zaćmienia) dało dużą oszczędność czasu.

Rezultatem nowej serii obliczeń przyszłych zaćmień Słońca w Polsce było znalezienie 22 zaćmień centralnych widocznych w latach 2201—3000. Ilość otrzymanych danych, obliczonych dla 18 miast w Polsce przekracza możliwości opublikowania ich w *Uranii*.

Oto krótkie omówienie zaćmień centralnych w Polsce do XXX w.:

XXIII w. — Najuboższy w zaćmienia centralne wiek w omawianym okresie. Jedno zaćmienie całkowite — wąski pas o szerokości ok. 63 km, czas trwania zaćmienia do 1 min.

XXIV w. — 3 zaćmienia centralne (w tym dwa całkowite widoczne w odstępie zaledwie 2 lat). Czas trwania zaćmienia całkowitego z 2381 r., wynoszący 5^m40^s jest najdłuższym w przyszłym tysiącleciu.

XXV w. — Najbogatszy w zaćmienia centralne wiek: 5 (w tym dwa całkowite). Zaćmienie obrączkowe z 2431 r. jest najdłuższym w tym okresie — do 7,2 minuty, pas zaćmienia ma szerokość ok. 800 km, zaćmienie widoczne w całej Polsce.

XXVI w. — 1 zaćmienie obrączkowe oraz (prawdopodobnie) 1 całkowite.

XXVII w. — 2 zaćmienia centralne, oba całkowite; szerokie pasy zaćmień.

XXVIII w. — 3 zaćmienia centralne (w tym 1 całkowite).

XXIX w. — 4 zaćmienia centralne (w tym 1 całkowite, ale pas ma szerokość zaledwie 40 km, a czas trwania poniżej 1 minuty).

XXX w. — 3 zaćmienia centralne (w tym 2 całkowite). Zaćmienie obrączkowe z 2994 r. może być również efektowne — czas trwania ok. 5,5 minuty.

Uwagi:
W zaćmieniach z lat 2654—2717 momenty fazy maksymalnej są zaokrąglane do 2m, faza do 0.002, czas trwania zaćmienia do 0.2m w dalszych zaćmieniach — odpowiednio do 5m, 0.005, 0.5m.
Litera „B" przy czasie trwania zaćmienia oznacza zaćmienie brzegowe.

Zaćmienia całkowite Tabela 1

DATA	Tmax m	D km	Miejscowość	Moment h m	Faza	T m
-2227 V 16	1.0	63	Łódź	7 57	0.987	-
			Warszawa	7 59	0.998	-
			Białystok	8 02	1.007	1.0
			Kielce	7 56	1.001	0.4
			Radom	7 57	1.003	0.7
			Katowice	7 53	1.003	0.7
2379 III 19	2.9	155	Łódź	11 05	0.985	-
			Warszawa	11 07	0.998	B
			Kraków	11 04	1.018	2.7
			Kielce	11 06	1.017	2.6
			Radom	11 07	1.014	2.3
			Białystok	11 10	1.008	1.8
2381 VII. 22	5.7	280	Łódź	11 00	0.978	-
			Warszawa	11 02	0.953	-
			Wrocław	10 58	1.018	3.9
			Kraków	11 03	1.019	3.9
			Zgorzelec	10 55	1.035	5.3
			Katowice	11 01	1.023	4.3
			Rzeszów	11 05	0.999	B
2426 IX 2	4.8	275	Łódź	8 47	0.984	-
			Warszawa	8 48	1.002	1.2
			Olsztyn	8 48	1.027	4.2
			Gdańsk	8 46	1.024	3.9
			Białystok	8 51	1.030	4.5
			Szczecin	8 41	1.004	1.6
2433 IV 20	3.3	165	Łódź	11 30	0.974	-
			Warszawa	11 32	0.968	-
			Olsztyn	11 32	1.012	2.3
			Poznań	11 27	1.016	2.8
			Zgorzelec	11 24	1.009	2.1
2654 VI 7	3.5	387	Łódź	4 58	0.944	-
			Warszawa	4 58	0.950	-
			Kraków	4 54	0.968	-
			Rzeszów	4 54	0.984	-
			Bieszczady	4 54	1.004	1.0
2681 VI 8	4.3	295	Łódź	14 34	1.026	3.8
			Warszawa	14 34	1.004	1.6
			Szczecin	14 28	1.030	4.0
			Kraków	14 38	1.010	2.2
			Kielce	14 36	1.032	4.0
			Poznań	14 30	1.034	4.2
			Rzeszów	14 38	1.026	3.6
2717 VII 1	3.0	335	Łódź	3 30	0.940	-
			Warszawa	3 30	0.934	-
			Szczecin	3 34	1.008	1.4
			Swinoujście	3 34	1.018	2.2
			Koszalin	3 34	1.008	1.4
2808 VIII 13	0.8	37	Łódź	6 40	0.970	-
			Warszawa	6 40	0.955	-
			Kraków	6 40	0.990	-
			Kielce	6 40	0.995	-
			Bytom	6 40	1.000	B
			Zawiercie	6 40	1.005	0.5
2902 VII 26	3.5	205	Łódź	5 50	0.970	-
			Warszawa	5 50	0.970	-
			Kraków	5 45	1.025	3.0
			Katowice	5 45	1.010	2.0
			Lublin	5 50	1.005	1.0
			Rzeszów	5 45	1.020	3.0
2911 VIII 15	2.9	300	Łódź	15 20	1.020	2.5
			Warszawa	15 20	1.000	1.0 B
			Szczecin	15 15	1.015	2.5
			Kraków	15 20	1.010	1.5
			Poznań	15 15	1.020	2.5
			Kielce	15 20	1.025	3.0
			Rzeszów	15 20	1.020	2.5

W Tabeli 1 podajemy najważniejsze informacje o całkowitych zaćmieniach Słońca widocznych w Polsce w latach 2201—3000. Zaćmień tych jest 11 (o dwa więcej niż wymieniono w książce *Wszechświat i jego zagadki*. (O prawdopodobnym zaćmieniu z 2536 r. bliższe informacje będą podane w następnej części artykułu). Tabele z wynikami zawierają: datę zaćmienia, czas trwania zaćmienia w centrum pasa, jego szerokość, oraz dla: Łodzi, Warszawy i kilku innych miast — moment maksymalnej fazy (w UT), wielkość fazy oraz ewentualny czas trwania zaćmienia całkowitego.

KRONIKA

Rozrabiające Słońce

Mijający okres maksimum aktywności słonecznej (patrz liczby Wolfa np. w Komunikatach Skecji Obserwatorów Słońca PTMA) miał wpływ także na wzmożoną intensywność wielu zjawisk na Ziemi i w jej okolicach. Przede wszystkim silne strumienie wysokoenergetycznych cząstek spowodowały „przyduszenie" linii sił pola magnetycznego ku Ziemi tak, że odległość magnetopauzy zmieniła się z 64000 km na 36000 km nad powierzchnią naszej planety. Jest to odległość geostacjonarnych satelitów, które w tej nowej sytuacji wynurzania się poza magnetosferę, wymagały bardzo częstych korekt orbit. Liczne sondy zostały mniej lub bardziej uszkodzone — szacuje się, że niektóre w tydzień „postarzały się" tak, jak normalnie przez 5 lat. Satelity orientowane ziemskim polem magnetycznym nagle zaczęły „błądzić" (10 procent czasowo zagubiono!). Obserwowano znacznie silniejsze i częstsze burze magnetyczne, ogromny rozbłysk w marcu 1989 spowodował zorzę polarną widoczną w rekordowo niskiej szerokości geomagnetycznej. Słoneczne promieniowanie kosmiczne było tak intensywne, że np. w ciągu jednego tygodnia października 1989 r. było tyle protonów o energii przewyższającej 10^6 eV, ile przez... cały poprzedni cykl 11-letni. A od sierpnia do października tyle, co przez ostatnie dwa cykle! Przebywający na orbicie w końcu października astronauci w promie kosmicznym Atlantis mieli kłopoty, bo widzieli błyski spowodowane energetycznymi protonami przelatującymi przez ich gałki oczne. Doświadczenia te wskazują, że zabezpieczanie astronautów przed wpływami Słońca musi przewidywać skrajniejsze warunki, niż się spodziewano. Były także kłopoty z zakłóceniami w sieciach elektrycznych Skandynawii i Kanady, lokalnie nie działały systemy radiowej nawigacji lotniczej i morskiej. Może więc lepiej, że już dążymy do minimum aktywności?

MAGDALENA SROCZYŃSKA-KOŻUCHOWSKA

Giotto ożył!

Zachodnioeuropejska sonda kosmiczna Giotto, która w marcu 1986 roku przeleciała przez kometę Halleya w odległości zaledwie 600 km od jej jądra, została ponownie uruchomiona. Pierwszy od czterech lat kontakt udało się z nią nawiązać 19 lutego 1990 roku. Kontrola stanu apa-

ratury naukowej i urządzeń samej sondy czyni wysoce prawdopodobnym użycie jej do zbadania jeszcze jednej komety. Decyzja musi zapaść przed 2 lipca. Tego dnia bowiem Giotto zbliży się do Ziemi na odległość około 22 tys. km, co stwarza okazję wykorzystania resztek paliwa dla uruchomienia silników sondy w celu skierowania jej ku komecie Grigga-Skjellerupa. Przelot w pobliżu Ziemi stał się możliwy dzięki temu, że Giotto porusza się wokół Słońca w rezonansie z nią: okres jego 6 obiegów Słońca jest równy okresowi 5 obiegów Ziemi, czyli po pięciu latach od startu sonda musi się znowu znaleźć w naszym sąsiedztwie. Przypomnijmy, że Giotto został wystrzelony 2 lipca 1985 roku. O możliwości jego spotkania z kometą Grigga-Skjellerupa mówiło się już wkrótce po spektakularnym sukcesie sondowania komety Halleya, gdy się okazało, że większość przyrządów wyszła z tej próby bez szwanku. Obecnie bada się ich stan po czteroletnim okresie „uśpienia" i przygotowuje program badania następnej komety. Wszystko wskazuje więc na to, że 10 lipca 1992 roku będziemy świadkami przelotu sondy Giotto w pobliżu krótkookresowej komety Grigga-Skjellerupa. Tym razem minie ona kometę z prędkością 14 km/s czyli niemal czterokrotnie mniejszą niż w przypadku komety Halleya. Spotkanie nastąpi w odległości 1.5 j.a. od Ziemi i 1.01 j.a. od Słońca. Koszt sondowania komety Grigga-Skjellerupa ocenia się na około 20 mln dolarów.

KRZYSZTOF ZIOŁKOWSKI

PORADNIK OBSERWATORA

Amatorski refraktor

1. Wstęp

Przedmiotem niniejszego opracowania jest opis budowy refraktora do amatorskich obserwacji astronomicznych. Podczas projektowania i budowy teleskopu przyjęto następujące założenia:

1. Do budowy przyrządu przystępować będą osoby posiadające pewien minimalny zasób wiadomości na ten temat, dlatego też autor zrezygnował z części teoretycznej. W razie wątpliwości informacji należy szukać w miesięcznikach *Urania* (nr nr 2/1982, 7, 11/1983, 1, 2, 3, 6, 10/1985, 1/1986, 3, 4, 7, 10, 12/1988, 5/1989) i *Młody Technik* (nr nr 1, 2, 3, 5/1988) oraz w książce E. Rybki *Astronomia ogólna*.

2. W celu zapewnienia uniwersalności i dobrych parametrów przy możliwie niskich kosztach przewidziano do zastosowania elementy produkcji fabrycznej wszędzie tam, gdzie ma to wpływ na jakość uzyskiwanych obrazów. Podczas wykonywania niektórych elementów niezbędna jest ich obróbka na tokarce do metalu. Z uwagi na to, że nie każdy ma dostęp do tak wyposażonego warsztatu mechanicznego, dopuszcza się wykonanie tych elementów (pozycje nr 5 i 8 w Tabeli 1) przez oklejenie pierścieni pośrednich kartonem sklejonym „Epidianem" do odpowiedniej średnicy.

3. Zastosowanie standardowych elementów fotograficznych ma na celu umożliwienie przeprowadzania różnorodnych obserwacji poprzez dołączanie (połączenie gwintowe M42/1) dodatkowego wyposażenia, takiego jak: aparat fotograficzny, kamera video, spektroskop itp).

4. Sposób montażu (azymutalny czy paralaktyczny), ewentualny napęd zegarowy oraz rodzaj statywu autor pozostawił do wyboru przez

osoby podejmujące się budowy teleskopu. Można polecić zastosowanie solidnego, ciężkiego statywu fotograficznego.

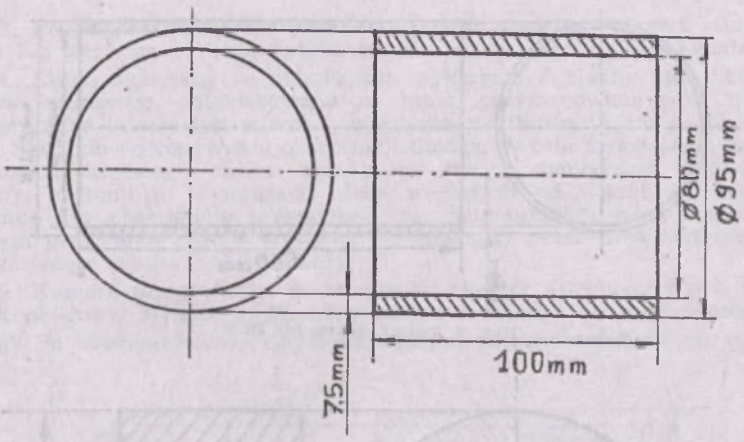
2. Opis konstrukcji teleskopu

Prezentowany teleskop jest refraktorem, w którym elementy optyczne są produkcji fabrycznej Polskich Zakładów Optycznych. Obiektyw typu PZO-PTMA D 64/F 800 mm był do nabycia w Zarządzie Głównym PTMA w ramach przygotowań do obserwacji komety Halleya. Można zastosować inny obiektyw, o podobnych parametrach. Ważne jest, aby był to obiektyw achromatyczny. Okular produkcji PZO jest standardowym okularem mikroskopowym o powiększeniu 15 razy. Można zastosować inny o powiększeniu 5—20 razy lub, zastępczo, soczewkę achromatyczną o ogniskowej 40—10 mm, pochodzącą np. z rozebranego obiektywu aparatu fotograficznego typu SMIENA. W tym przypadku należy wykonać z metalu lub kartonu obudowę okularu o średnicy zewnętrznej 23 mm (patrz elementy 8 i 9 na rys. 7).

Obiektyw (element nr 1) zamocowano w tubusie (element nr 3) za pomocą oprawy obiektywu (element nr 2), będącej pierścieniem dopasowującym średnicę zewnętrzną obiektywu do średnicy wewnętrznej tubusa. Szczegóły dotyczące oprawy obiektywu znajdują się na rys. 1. Precyzyjne wykonanie oprawy z tworzyw sztucznych, ewentualnie z kartonu klejonego „Epidianem" oraz dopasowanie do średnicy obiektywu umożliwia mocowanie obiektywu „na wcisk", bez potrzeby zastosowania wkrętów blokujących lub innych zabezpieczeń. Oprawę obiektywu wkleja się w tubus za pomocą „Epidianu".

Z drugiego końca tubusa wkleja się, wykonaną podobnie jak oprawa obiektywu, oprawę części okularowej (element nr 4). W oprawę części okularowej wkleja się (klejem „Epidian") łącznik części okularowej (element nr 5). Do łącznika mocuje się poprzez połączenie rozłączne (bagnetowe lub gwintowe M42/1) mieszek makrofotograficzny typu PEF produkcji ZSRR, służący w tym przypadku jako zespół do regulacji ostrości i nośnik oprawy okularu lub wyposażenia dodatkowego. Sposób wykonania łącznika części okularowej (element nr 5) ściśle zależy od typu i konstrukcji mieszka makrofotograficznego). Zastosowany mieszek typu PEF ma możliwość sprzęgania z użyciem złącza bagnetowego z blokadą za pomocą wkrętów lub, po założeniu specjalnych reduktorów (będących na wyposażeniu mieszka), za pomocą złącza gwintowego M42/1. W tym drugim przypadku jako łącznik części okularowej (element nr 5) można zastosować fotograficzny pierścień pośredni — należy dopasować do jego średnicy zewnętrznej średnicę wewnętrzną oprawy części okularowej (element nr 4). Z drugiej strony mieszka makrofotograficznego (wyposażonego w tym miejscu w reduktor „bagnet — gwint M42/1") można przykręcić okular wraz z elementami współpracującymi (elementy nr 7, 8, 9) lub małoobrazkową lustrzankę fotograficzną (aparat fotograficzny, ewentualnie inny osprzęt).

Zespół okularowy składa się z następujących elementów: z dwóch (posmarowanych „Epidianem" i silnie skręconych) fotograficznych pierścieni pośrednich o długości 6 i 9 mm (element nr 7), oprawy okularu (element nr 8) wklejonej „Epidianem" w pierścienie pośrednie, oraz samego okularu (element nr 9). Oprawa okularu (element nr 8) posiada otwór, nagwintowany gwintownikiem M4 lub M3, oraz wkręcony weń odpowiedni wkręt, służący do unieruchamiania położenia okularu.



Rys. 1. Oprawa obiektywu. Materiał: PCV, tekstolit, metapleks ewentualnie karton + „Epidian".

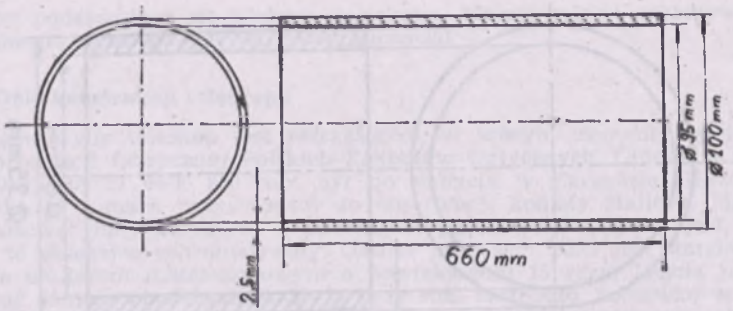
Tabela 1

Elementy refraktora

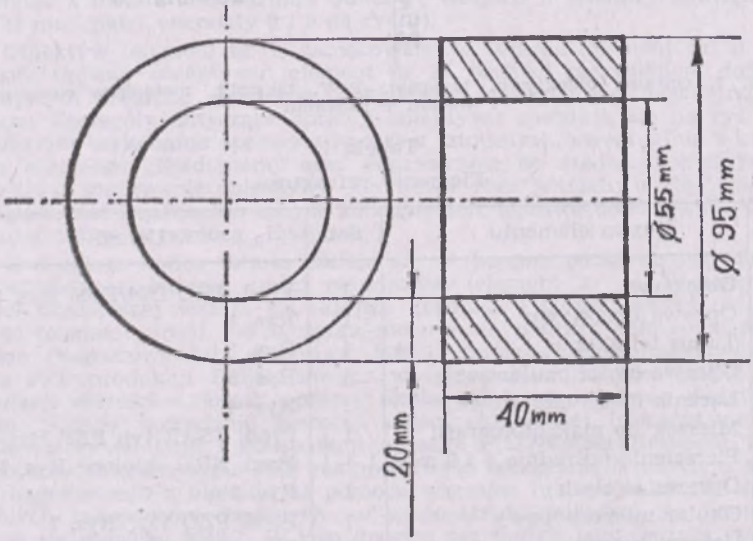
Lp.	Nazwa elementu	Szt.	Uwagi
1	Obiektyw	1	Prod. PZO D64/F800 Rys. 7
2	Oprawa obiektywu	1	Rys. 1
3	Tubus teleskopu	1	Rys. 2
4	Oprawa części okularowej	1	Rys. 3
5	Łącznik części okularowej	1	Rys. 4
6	Mieszek do makrofotografii	1	Prod. ZSRR typ PEF Rys. 7
7	Pierścienie pośrednie 6 i 9 mm	1 + 1	Prod. NRD sklejone Rys. 7
8	Oprawa okularu	1	Rys. 5
9	Okular mikroskopowy	1	Prod. PZO 15× Rys. 7
10	Uchwyt tubusa	1	Rys. 6

Numeracja w powyższej tablicy jest zgodna zarówno z numeracją, występującą w opisie teleskopu, jak i z numeracją na wszystkich rysunkach (szczególnie dotyczy to rys. 7).

Gotowy teleskop należy przymocować do statywu. Do tego celu służy uchwyt tubusa (element nr 10). Wykonany jest on z pięciu elementów, wyciętych ze sklejki o grubości 10 mm, sklejonych „Epidianem" i skręconych wkrętami. W tak wykonanym „łożu" o profilu półkolistym spoczywa tubus teleskopu, unieruchomiony parą metalowych opasek skręcanych wkrętami M4 z nakrętkami. W dolną część uchwytu tubusa jest wpuszczona i przyklejona „Epidianem" nakrętka, współpracująca ze śrubą w głowicy statywu. Gotowy uchwyt należy polakierować lakierem bezbarwnym.



Rys. 2. Tubus. Materiał: PCV



Rys. 3. Oprawa części okularowej. Materiał: PCV, tekstolit, metapleks ewentualnie karton + „Epidian".

3. Wyposażenie dodatkowe

W celu rozszerzenia możliwości teleskopu pożądane jest wyposażenie go w kilka dodatkowych elementów, takich jak:

1. Lunetką celownicza (szukacz) o dużym polu widzenia i małym powiększeniu, umocowana równolegle do osi optycznej teleskopu, umożliwia szybkie precyzyjne naprowadzanie teleskopu na pożądany obszar nieba.

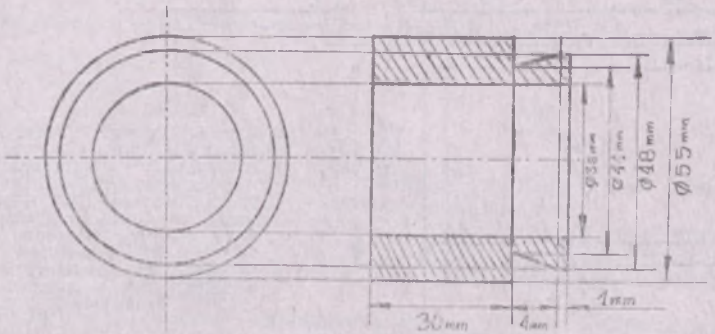
2. Osłona obiektywu (odrośnik) — rura długości kilkunastu cm, założona na tubus, osłania obiektyw przed pokryciem rosą, zakurzeniem oraz przed oświetleniem niepożądanymi źródłami światła.

3. Przykrycia obiektywu i okularu — wykonane z tworzywa sztucznego lub kartonu, chronią optykę przed zakurzeniem i porysowaniem.

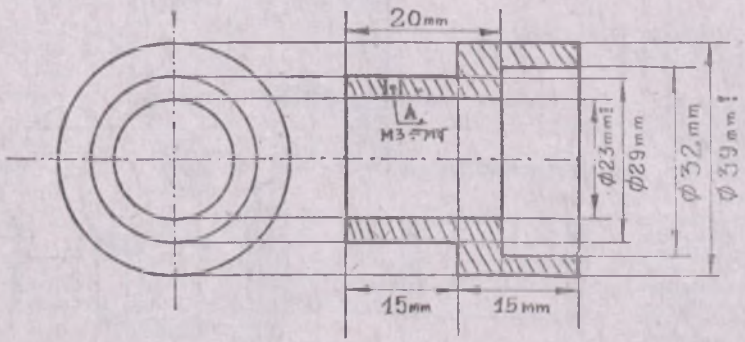
4. Ekran słoneczny — płaszczyzna wykonana z blachy lub z tworzywa sztucznego, polakierowana na biało, przymocowana przy użyciu pręta do tubusa lub mieszka w odległości kilkunastu cm za okularem. Służy do wykonywania obserwacji Słońca. W celu zwiększenia kontrastu uzyskiwanego obrazu należy na tubusie zamocować osłonę z blachy, kartonu (o wymiarach nieco większych od wymiaru samego ekranu) lub obserwacje wykonywać w zaciemnionym pomieszczeniu. W tym przypadku należy wystawić na zewnątrz przez niewielki otwór jedynie część tubusa z obiektywem.

5. Kamera fotograficzna do rejestracji zjawisk astronomicznych poprzez obiektyw teleskopu. Kamerę można mocować na dwa sposoby:

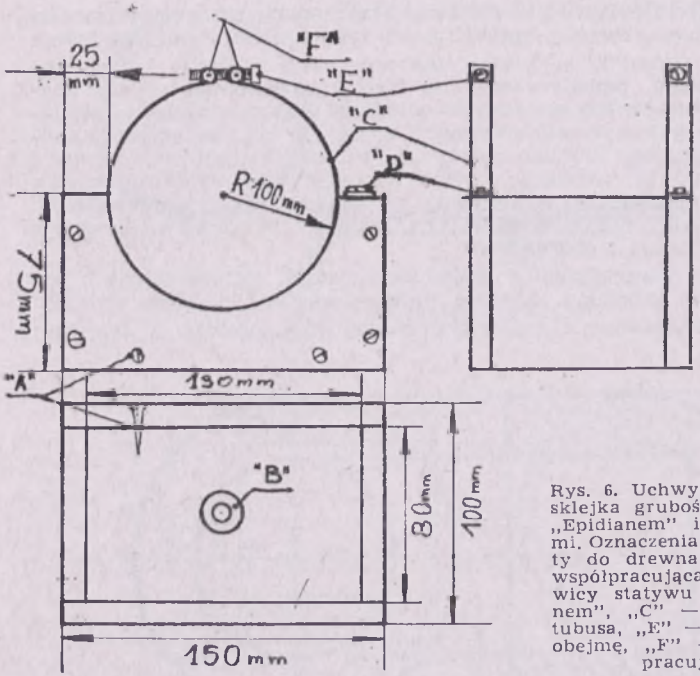
a) Po zdemontowaniu części okularowej przymocować do mieszka;



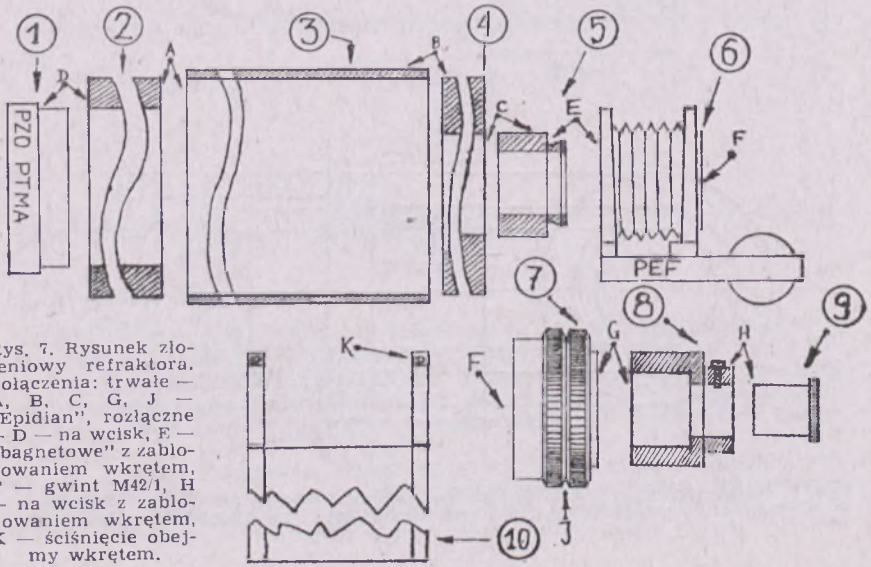
Rys. 4. Łącznik części okularowej. Materiał: mosiądz ewentualnie duraluminium



Rys. 5. Oprawa okularu. Materiał: mosiądz ewentualnie duraluminium. Uwaga — w miejscu oznaczonym literą „A" wywiercić i nagwintować otwór M3 lub M4 służący do wkręcenia wkręta blokującego położenie okularu.



Rys. 6. Uchwyt tubusa. Materiał: sklejka grubości 10 mm sklejona „Epidianem" i skręcona wkrętami. Oznaczenia: „A", „D" — wkręty do drewna, „B" — nakrętka współpracująca ze śrubą w głowicy statywu wklejona „Epidianem", „C" — metalowa obejma tubusa, „E" — wkręty ściągające obejmę, „F" — nakrętki współpracujące z „E".



Rys. 7. Rysunek złożeniowy refraktora. Połączenia: trwałe — A, B, C, G, J — „Epidian", rozłączne — D — na wcisk, E — „bagnetowe" z zablokowaniem wkrętem, F — gwint M42/1, H — na wcisk z zablokowaniem wkrętem, K — ściśnięcie obejmy wkrętem.

b) przy zamontowanym okularze (tzw. projekcja okularowa) przymocować do pierścieni pośrednich, tworzących część okularową.
Do pełnienia roli kamery fotograficznej szczególnie nadaje się aparat fotograficzny typu PRACTICA lub ZENITH po wykręceniu obiektywu. Można też zamocować w podobny sposób kamerę video lub filmową.

4. Zakończenie

Wszelkie prawa zastrzeżone. W celu uzyskania zgody na ewentualną produkcję teleskopów w celach handlowych na podstawie powyższego opracowania należy skontaktować się z autorem.

KRZYSZTOF KUCHARSKI
ul. Batalionów Chłopskich 52, 28-400 Pińczów
tel. 35-34

O programach dydaktycznych na komputerach

Nazwa programu: FAZYKS
Źródło algorytmu: [1], [2], [3], [4]
Język programu: BASIC
Komputer: ZX Spectrum, IBM PC
Publikacja programu lub algorytmu: [5]
Opis programu: Program oblicza momenty faz Księżyca w czasie uniwersalnym (UT) dla dowolnego miesiąca zadanego roku.
Działanie programu: Poprzez INPUT zadajemy liczbę roku oraz miesiąca, dla którego chcemy policzyć momenty wszystkich faz. Na ekranie monitora wyświetlane są nazwy faz i ich momenty w czasie UT dla zadanego roku i miesiąca.
Dokładność: Dokładność wyznaczenia momentów faz Księżyca jest rzędu kilku minut w otoczeniu kilkuset lat od daty obecnej.

Nazwa programu: KSJOW
Źródło algorytmu: [1], [3], [4], [6], [7]
Język programu: BASIC
Komputer: ZX Spectrum, IBM PC
Publikacja programu lub algorytmu: [8]
Opis programu: Program przedstawia graficznie rozmieszczenie 4 księżyców galileuszowych w stosunku do Jowisza dla dowolnej daty co 1 dzień, lub co określoną ilość godzin.
Działanie programu: Zadajemy poprzez INPUT liczbę roku, miesiąca i dnia, na którą chcemy wyznaczyć położenia księżyców Jowisza. Poprzez naciśnięcie klawisza „d" lub „g" wyznaczamy położenia księżyców Jowisza co dzień, lub co określoną ilość godzin. Na ekranie monitora, w zależności od opcji „d" lub „g", uzyskujemy dla danego momentu czasu tzw. porządek, tj. kolejność położeń księżyców licząc od strony lewej (W — zachód) oznaczonych symbolami: 1 — Io, 2 — Europa, 3 — Ganimedes, 4 — Callisto; J — oznacza Jowisza. Położenia księżyców Jowisza są takie jakbyśmy oglądali je przez lornetkę i stąd oznaczenie stron świata SWNE. Zachowana jest też skala odległości księżyców od Jowisza.
Dokładność: W otoczeniu kilkuset lat od daty obecnej położenia księżyców galileuszowych Jowisza przedstawione są z dokładnością do rozdzielczości monitora.

Nazwa programu: WIDPLAN
Źródło algorytmu: [3], [4], [9], [10], [11], [13], [17]
Język programu: BASIC
Komputer: ZX Spectrum, IBM PC
Publikacja programu lub algorytmu: [12]
Opis programu: Program oblicza współrzędne planet i Słońca oraz warunki ich widoczności dla zadanego momentu czasu i miejsca na powierzchni Ziemi.
Działanie programu: Na ekranie monitora pojawiają się 4 opcje:
1. Współrzędne ekliptyczne
2. Współrzędne prostokątne równikowe
3. Współrzędne równikowe
4. Widoczność planet.

Po naciśnięciu cyfry 1, 2 lub 3 na dole monitora ukazuje się napis: EPOKA: 1950 = 1; 2000 = 2; DATY = 3. Po naciśnięciu odpowiedniej cyfry (1, 2 lub 3) zadajemy poprzez INPUT liczbę roku, miesiąca i dnia (lub dnia i części dnia), na który chcemy obliczyć dane współrzędne. Po naciśnięciu na początku programu cyfry 4 zadajemy poprzez INPUT liczbę roku, miesiąca i dnia, lub dnia i jego części, na który chcemy wyznaczyć widoczność Słońca i planet. Następnie poprzez INPUT zadajemy długość i szerokość geograficzną. Na ekranie monitora otrzymujemy dla Słońca i planet wartości rektascensji, deklinacji, momenty wschodu, zachodu, wartości ich elongacji i wielkości gwiazdowej.
Dokładność: Dokładność wyznaczenia pozycji planet i Słońca wynosi ok. 3 minuty łuku w otoczeniu 300 lat od daty obecnej.

Nazwa programu: KONFPL
Źródło algorytmu: [3], [14], [15]
Język programu: BASIC
Komputer: ZX Spectrum, IBM PC
Publikacja programu lub algorytmu: [16]
Opis programu: Program oblicza momenty konfiguracji planet widocznych gołym okiem tj. od Merkurego do Saturna.
Działanie programu: Poprzez INPUT zadajemy liczbę roku, dla którego obliczamy konfiguracje planet. Na ekranie monitora ukazują się momenty czasu koniunkcji, elongacji, opozycji, kulminacji dla planet widocznych gołym okiem.
Dokładność: Dokładność wyznaczenia momentu zjawiska zależy od planety co obrazuje poniższa tabelka:

Merkury i Wenus	
— lata 1000—3000 ok.	0.04 doby
— okolice roku 1	0.06
Mars	
— lata 0—3000	0.25
Jowisz	
— lata 1960—2005	0.15
Saturn	
— lata 1960—2005	0.44

Dla innych dat odchylenia są większe.

Nazwa programu: HALLEY
Źródło algorytmu: [3], [4], [10], [18]
Język programu: BASIC
Komputer: ZX Spectrum, IBM PC

Publikacja programu lub algorytmu: [19]
Opis programu: Program rysuje tor komety Halleya na tle orbit Merkurego, Wenus, Ziemi i Marsa.
Działanie programu: Poprzez INPUT zadajemy elementy orbity komety Halleya (moment przejścia przez peryhelium, odległość peryhelium, mimośród, długość peryhelium i długość węzła wstępującego). Zadajemy również datę, od której liczymy pierwsze położenie komety i planet. Położenia planet i komety wyznaczamy co zadaną poprzez INPUT ilość dni.
Dokładność: Dokładność wyznaczenia pozycji komety i planet ograniczona jest tylko przez nieuwzględnianie oddziaływań perturbacyjnych na kometę; praktycznie jednak błąd ten jest na granicy rozdzielczości monitora.

Nazwa programu: DIAGRAMHR
Źródło algorytmu: [20]
Język programu: BASIC
Komputer: ZX Spectrum
Publikacja programu lub algorytmu: [21]
Opis programu: Program przedstawia sposób konstruowania diagramu H-R.
Działanie programu: Program jest typu planszowego, tj. na ekranie monitora pojawiają się kolejne plansze pokazujące sposób konstruowania diagramu H-R oraz odpowiednie wzory.
Dokładność: Granice gwiazd ciągu głównego, olbrzymów i karłów przedstawiono schematycznie.

Nazwa programu: WZKS
Źródło algorytmu: [9], [10], [11]
Język programu: BASIC
Komputer: ZX Spectrum, IBM PC
Publikacja programu lub algorytmu: [22]
Opis programu: Program oblicza momenty wschodu i zachodu Księżyca.
Działanie programu: Poprzez INPUT zadajemy liczbę roku, miesiąca i dnia oraz długość i szerokość geograficzną, dla których chcemy wyznaczyć wschód oraz zachód naszego naturalnego satelity.
Dokładność: Dokładność wyznaczenia momentu wschodu lub zachodu wynosi kilka minut w otoczeniu kilkuset lat od daty obecnej.

Nazwa programu: EFKOMET
Źródło algorytmu: [10], [17], [23]
Język programu: BASIC
Komputer: ZX Spectrum, IBM PC
Publikacja programu lub algorytmu:
Opis programu: Program oblicza efemerydy komety (planetki) dla zadanych elementów orbity i dla zadanego przedziału czasu.
Działanie programu: Poprzez INPUT zadajemy elementy orbitalne komety oraz jej jasność absolutną. Dla zadanego przedziału czasu otrzymujemy wartości rektascensji, deklinacji, odległość od Ziemi i Słońca oraz wielkość gwiazdową widomą komety.
Dokładność: Dokładność wyznaczenia pozycji komety wynosi ok. 1 minuty łuku, co w zupełności wystarcza do przeprowadzenia obserwacji astronomicznej i jest porównywalne z dokładnością podawaną przez *Efemerydy Małych Planet* na dany rok.

LITERATURA
[1]. J. Meeus, *Astronomical Formulae for Calculators*, Willman-Bell Inc., 1982.
[2]. T. Kwast, *Urania*, 1985, 3.
[3]. J. Meeus, *Astronomie und Raumfahrt*, 1987, 4.
[4]. L. Schmadel, G. Zech, *Astronomische Nachrichten*, 1988, 309.
[5]. I. Włodarczyk, *Fizyka w szkole*, 1988, 3.
[6]. T. Kwast, *Urania*, 1986, 1.
[7]. *Astronomie-Programme fur den ZX Spectrum*, Markt und Technik Verlag, Haar bei Munchen, 1984.
[8]. I. Włodarczyk, *Fizyka w szkole*, 1988, 4.
[9]. T. Flandern, K. Pullkinen, *Astrophysical Journal Suppl. Series*, 1979, 41.
[10]. A. Dubiago, *Opriedielienie orbit*, Moskwa, 1949.
[11]. *Astronomiczeskij Kalendar — Postojannaja czast*, Moskwa, 1981.
[12]. I. Włodarczyk, *Informik*, 1989, 2 i następne.
[13]. M. Bielicki, K. Ziołkowski, *Acta Astronomica*, 1976, 26.
[14]. J. Meeus, *J. Roy. Astron. Soc. Can.*, 1981, 75.
[15]. E. Rybka, *Astronomia ogólna*, Warszawa, 1987.
[16]. I. Włodarczyk, *Urania*, 1988, 9, 10, 11.
[17]. J. Lieske, *Astronomy and Astrophysics*, 1977, 58.
[18]. G. Sitarski, *Acta Astronomica*, 1988, 3.
[19]. I. Włodarczyk, *Fizyka w szkole*, w druku.
[20]. Planetarium Śląskie — wykłady dla młodzieży liceum.
[21]. I. Włodarczy, *Fizyka w szkole*, w druku.
[22]. I. Włodarczyk, *Fizyka w szkole*, w druku.
[23]. G. Sitarski, K. Ziołkowski, *Automatyzacja obliczeń orbitalnych*, Warszawa, 1969.

IRENEUSZ WŁODARCZYK

Od redakcji: Autor powyższego pragnie założyć katalog astronomicznych programów komputerowych opracowanych w Polsce przez młodzież, nauczycieli i instytucje dydaktyczne. Prosi więc o nadsłyanie informacji o programach według powyższego schematu na adres: mgr Ireneusz Włodarczyk, Planetarium Śląskie, 41-501 Chorzów, skrytka pocztowa 10.

OBSERWACJE

Komunikat nr 2/90 Sekcji Obserwacji Słońca PTMA

Wyniki obserwacji Słońca w lutym 1990 r. przysłało 10 obserwatorów: Marcin Betlej, Robert J. Bodzoń, Janusz Kosiński, Dariusz Kruglak, Andrzej Martyna, Maciej Piętka, Andrzej Pilski, Mieczysław Szulc, Jerzy Ułanowicz, Grzegorz Wrześniak. Łącznie wykonano 95 obserwacji w 24 dniach. Średnie dzienne względne liczby Wolfa w lutym 1990 r. wynoszą:

1. 163, 2. 123, 3. 125, 4. ---, 5. 84, 6. 84, 7. 82, 8. 60, 9. 83, 10, 90, 11. 80. 12. 68, 13. 81, 14. ---, 15. ---, 16. 53, 17. 50, 18. 45, 19. 97, 20. 124, 21. 155, 22. 178, 23. 245, 24. 238, 25. 244, 26. ---, 27. 185, 28. 172.

Średnia miesięczna względna liczba Wolfa w lutym 1990 r. wynosi 120,1 (122,0). Średnia względna liczba Wolfa z jednego obrotu Słońca wynosi

110,2 (108,4). W nawiasach podano średnie liczone bez współczynników obserwatorów.

ANDRZEJ PILSKI

Komunikat nr 3/90 Sekcji Obserwacji Słońca PTMA

Wyniki obserwacji Słońca w marcu 1990 r. przysłało 6 obserwatorów: Marcin Betlej, Robert J. Bodzoń, Janusz Kosiński, Maciej Piętka, Andrzej Pilski, Mieczysław Szulc. Łącznie wykonano 71 obserwacji w 26 dniach. Średnie dzienne względne liczby Wolfa w marcu 1990 r. wynoszą:
1. ---, 2. 152, 3. 157, 4. ---, 5. 79, 6. ---, 7. 93, 8. 85, 9. 67, 10. 74, 11. 67, 12. 77, 13. 80, 14. 95, 15. 113, 16. 125, 17. 130, 18. 173, 19. 209, 20. ---, 21. 197, 22. ---, 23. 172, 24. 191, 25. 166, 26. 145, 27. 183, 28. 129, 29. 121, 30. 128, 31. 124.
Średnia miesięczna względna liczba Wolfa w marcu 1990 r. wynosi 131,8 (145,4). Średnia względna liczba Wolfa z jednego obrotu Słońca wynosi 143,5 (152,7). W nawiasach podano średnie liczone bez współczynników obserwatorów.

Sekcja poszukuje wytrwałych obserwatorów Słońca!

ANDRZEJ PILSKI

TO I OWO

O nazwach księżyców Urana

Gdy 24 stycznia 1986 roku sonda kosmiczna Voyager 2 przeleciała w pobliżu Urana, okazało się, że planetę tę oprócz znanych już pięciu księżyców obiega jeszcze dziesięć innych mniejszych ciał niebieskich. Ich opis Czytelnik znajdzie w artykułach M. Bałucińskiej (*Urania* 11/1986) oraz T. Z. Dworaka (*Urania* 7—8/1987). Zanim jednak doszło do spektakularnych odkryć ostatnich lat warto przypomnieć historię poznania największych księżyców Urana.

Dwa największe spośród księżyców Urana po raz pierwszy zaobserwował za pomocą własnoręcznie skonstruowanego teleskopu William Herschel (1738—1822) wieczorem 11 stycznia 1787 roku, a więc niecałe sześć lat po odkryciu planety Uran. Obserwacje swoje Herschel kontynuował 14, 17, 18 i 24 stycznia, a następnie 4 i 5 lutego 1787 roku, aby utwierdzić się w przekonaniu, że obserwowane obiekty są naprawdę księżycami, a nie dwiema spośród licznych słabych gwiazd widocznych w polu widzenia teleskopu. W tych dniach bowiem Uran znajdował się w pobliżu gwiazdy 85 Gem, na pograniczu gwiazdozbiorów Bliźniąt i Raka, w miejscu obfitym w słabe gwiazdy.

W dniu 9 lutego 1787 William Herschel był już na tyle pewny swoich obserwacji, że ogłasza odkrycie księżyców oraz podaje przybliżone okresy ich obiegów: Księżyc I — 8 3/4 doby, Księżyc II — 13 1/2 doby. W latach 1790—1796 Herschel przeprowadza dalsze obserwacje nowoodkrytych księżyców, co pozwala mu na uściślenie długości okresów ich obiegu. Uzyskane przez niego wartości tylko o kilka minut różnią się od danych przyjmowanych obecnie. W publikowanych artykułach, księżyc obiegający bliżej Urana nazywany jest przez Herschla

„pierwszym" (obecna nazwa: Tytania), dalszy księżyc — „drugim" (Oberon).

William Herschel prowadząc w latach 1790—1798 dalsze obserwacje Urana i jego księżyców nabiera przekonania, że odkrył dodatkowo jeszcze cztery naturalne satelity obiegające planetę. Według odkrywcy ciała te były bardzo słabe, toteż otrzymane okresy obiegów są niepewne. Nadal brak było nazw odkrywanych ciał niebieskich.

Według Herschla Urana miało obiegać łącznie sześć księżyców, których prowizoryczne określenia, rok odkrycia i okresy obiegu podaje poniższa tabelka:

Określenie księżyca	Rok odkrycia	Okres obiegu
Księży wewnętrzny	1790	5d21h25m
I księżyc (Tytania)	1787	8 16 56
Księżyc pośredni	1794	10 23 04
II księżyc (Oberon)	1787	13 11 09
Księżyc najbardziej odległy	1794	107 16 40

Obserwacje czterech później odkrytych księżyców Urana nie zostały jednank potwierdzone i aż do połowy XIX wieku w sposób systematyczny były obserwowane tylko księżyce „pierwszy" i „drugi".

Kolejne dwa księżyce Urana odkrył 24 października 1851 roku William Lassell (1799—1880). Obserwował on Urana w Obserwatorium w Liverpoolu za pomocą teleskopu o średnicy głównego zwierciadła 24 cale (60 cm) i ogniskowej 20 stóp (ok. 6 m) stosując powiększenie 778 razy. Przeprowadzone obserwacje kontrolne w dniach 28 i 30 X oraz 2 XI potwierdziły odkrycie sprzed kilku dni i 3 XI 1851 roku Lassell w liście do redakcji znanego czasopisma astronomicznego *Monthly Notices* zakomunikował o odkryciu dwóch nowych księżyców Urana.

Z ponownego przeglądu dawnych obserwacji wynikało, że jeden z odkrytych przez Lassella księżyców mógł już być obserwowany przez Herschla jako „księżyc wewnętrzny", również Otto Struve 8 X 1847 dostrzegł ten księżyc, jednak żaden ze wspomnianych astronomów nie był w stanie podać o nim żadnych bliższych szczegółów. Również okres obiegu księżyca, wyznaczony przez Lassella istotnie się różnił od okresu podawanego przez Herschla dla jego „księżyca wewnętrznego".

W swoich oryginalnych obserwacjach William Lassell nazywa nowoodkryte księżyce liczbami „1" oraz „2", gdyż znajdują się bliżej Urana niż księżyce odkryte przez Herschla. Tym ostatnim Lassell przypisuje oznaczenia „III" oraz „IV". Jesienią 1852 roku Lassel rezygnuje z bardzo mylącego oznaczania księżyców Urana liczbami i po raz pierwszy używa stosowanych do dziś nazw (w kolejności od środka planety): Ariel, Umbriel, Tytania, Oberon. Tak więc nazwy księżyców Urana pojawiły się dopiero 65 lat po pierwszych odkryciach. Jak to wyjaśnił z końcem XIX wieku W. Forgan, użyte przez Lassella nazwy zostały zaproponowane przez Sir Johna Herschla, syna Williama Herschla, również znanego astronoma angielskiego.

Nazwy księżyców Urana stanowiły odstępstwo od dotychczasowej tradycji, według której planetom i ich księżycom nadawano nazwy nawiązujące do mitologii. Sam Uran (Uranos) miał uosabiać niebo i wraz

Prowizoryczna nazwa księżyca Urana	Nazwa polska	Nazwa angielska	Autor	Utwór
1985 U 1	Puk	Puck	Szekspir	*Sen nocy letniej*
1986 U 1	Porcja	Portia	„	*Kupiec wenecki*
1986 U 2	Julia	Juliet	„	*Juliusz Cezar* *Romeo i Julia*
1986 U 3	Kresyda	Cressida	„	*Dwaj panowie z Werony* *Miarka za miarkę*
1986 U 4	Rozalinda	Rosalind	„	*Troilus i Kresyda* *Jak wam się podoba*
1986 U 5	Belinda	Belinda	Pope	*Porwany lok*
1986 U 6	Desdemona	Desdemona	Szekspir	*Otello*
1986 U 7	Kordelia	Cordelia	„	*Król Lir*
1986 U 8	Ofelia	Ophelia	„	*Hamlet*
1986 U 9	Bianka	Bianca	„	*Ugłaskanie sekutnicy* *Otello*

ze swoją żoną Gają (personifikacja Ziemi) objął panowanie nad światem. Uran był ojcem Kronosa, utożsamianego z Saturnem.

Zgodnie z propozycją Sir Johna Herschla dwa największe i najjaśniejsze z księżyców Urana otrzymały nazwy Oberon i Tytania. Byli to król i królowa elfów w znanej komedii Williama Szekspira (1564—1616) *Sen nocy letniej* (A Midsummer-Night's Dream). Kolejny księżyc, Ariel, kojarzy się z duchem powietrznym, występującym w komedii Szekspira *Burza* (The Tempest). W tej komedii jednakże nie spotykamy Umbriela. Jak się okazuje, Ariel i Umbriel pojawiają się w poemacie heroikomicznym Alexandra Pope'a (1688—1744) *Porwany lok* (The Rape of the Lock). W innych tłumaczeniach występuje polski tytuł *Pukiel porwany* lub *Pukiel włosów ucięty*. W poemacie Pope'a Ariel jest przywódcą sylfów (duszków powietrznych), dobrotliwych duchów przypominających naszych aniołów stróżów. Według Pope'a sylfy

> ..., gdzie nie sięgnąć oczom
> Kierują biegiem komet albo toczą
> Planety poprzez niezmierzone nieba.
> Inne znów, którym mniej sprytu potrzeba,
> Ukryte poza blaskiem księżycowym,
> Ścigają gwiazdy, które pocisk nowy
> co chwila przeciw nocy wysyłają. ... *

Umbriel natomiast według Pope'a jest (...) „melancholijnym duchem, co zwykle biedy mroczne zwiastuje". Nazwa jego (łac. umbra — cień) ma sugerować związek ze światem podziemnym. Wśród pierwszych czterech księżyców Urana Umbriel jest najciemniejszy i najtrudniejszy do obserwacji.

Piątego z księżyców — Mirandę odkryto dopiero 16 lutego 1948 roku. Odkrycia dokonał Gerard Kuiper (1905—1973) analizując foto-

* Przekład J. Kydryński, Wyd. Literackie, Kraków 1982.

grafię uzyskaną dwumetrowym teleskopem Obserwatorium Mc Donalda. Chcąc nawiązać do dotychczasowych nazw księżyców Urana wziętych z utworów Szekspira i Pope'a oraz biorąc pod uwagę, że Ariel występuje zarówno w poemacie *Porwany lok* jak i *Burzy*, Kuiper zaproponował, aby kolejny księżyc Urana otrzymał imię Mirandy, córki Prospera księcia Mediolanu, jednej z postaci występujących w *Burzy*.

Aby tradycji stało się zadość, odkryte na przełomie 1985 i 1986 roku przez sondę kosmiczną Voyager 2 księżyce Urana otrzymały nazwy również nawiązujące do postaci występujących w utworach Szekspira i Pope'a. Ich wykaz zawiera tabela zamieszczona na poprzedniej stronie.

JERZY M. KREINER

NOWOSCI WYDAWNICZE

World Archaeoastronomy, selected papers from the 2nd Oxford International Conference on Archaeoastronomy held at Merida, Yucatan, Mexico, 13—17 January 1986, ed. by *Anthony F. Aveni*, Cambridge University Press, 1989, s. XIV + 504.

W numerze wrześniowym *Uranii* T. Z. Dworak omawiał książkę K. Kowalskiego i Z. Krzaka *Mówią tysiąclecia* wprowadzającą Czytelnika w problemy archeoastronomii w sposób bardziej popularny. Tu chciałabym zasygnalizować publikację materiałów z drugiej światowej konferencji archeoastronomów.

Druga Międzynarodowa Konferencja Archeoastronomiczna — Oksford II — odbyła się na Yukatanie w Meksyku w 1986 r. Była ona dalszym ciągiem dyskusji i rozważań zapoczątkowanych w 1981 r., gdy w Oksfordzie zebrała się międzynarodowa grupa przedstawicieli różnych dyscyplin naukowych, omawiających znaczenie astronomii w starych kulturach. Rolą archeoastronomii jest bowiem zrozumieć znaczenie astronomii dla dawnych cywilizacji poprzez badanie ich przekazów, zarówno pisanych, jak i nie pisanych. Dlatego też potrzebna jest tu współpraca astronomów, historyków, antropologów, archeologów, historyków sztuki. W meksykańskiej konferencji brało udział 66 osób, w tym ponad 40 ze Stanów Zjednoczonych A. P., 11 — z Meksyku, po parę z Wielkiej Brytanii, Kanady, Austrii, Węgier, po jednej z Polski, z obu Republik Niemieckich i ze Szwecji.

Materiały z konferencji Oksford I z 1981 r. wydane zostały w osobnych tomach, dla Starego i Nowego Świata, natomiast publikację z 1986 r. ułożył Aveni według następujących poruszanych problemów:
— źródła hipotez archeoastronomicznych i ich sprawdzanie poprzez pokrewne dyscypliny naukowe,
— dowody popierające hipotezy archeoastronomiczne,
— niedoskonałości występujące w badaniach prowadzonych z perspektywy tylko jednej dyscypliny.

Umieszczenie w jednym tomie obok siebie referatów dotyczących różnych kultur, różnych części świata ma podkreślić zasadę, że archeoastronomia jest „interdyscyplinarną w praktyce", a nie nauką wielodyscyplinarną, czy też zbiorem różnych badań.

W części I (Teorie i syntezy — 11 prac, 180 stron) zamieszczono przeważnie przeglądowe referaty zaproszone, od omawiających stare brytyjskie kultury megalityczne, kultury Majów i zachodnich części USA, kultury chińskie, do syntez ukazujących powiązanie z historią religii, z historią nauki, z socjologią i z etnologią. Prace te uwypuklają

znaczenie wyników obserwacyjnych oraz informacji czerpanych z różnorodnych gałęzi nauki, z poszukiwań interdyscyplinarnych. W części II (Obserwacyjne podstawy archeoastronomii — 16 prac, 170 stron) omówiono praktyczne wykorzystanie astronomii w różnych kulturach, pokazane przez tradycyjne źródła pisane, hieroglify, pisma obrazkowe, piktogramy i oznakowania na skałach. W części III (Archeoastronomia, interdyscyplina w praktyce — 11 prac, 140 stron) zebrane są prace ukazujące procesy, zgodnie z którymi tradycyjne badania oparte na tekstach mogą być związane z przekazami nie zapisanymi, stanowiącymi podstawę badań archeoastronomicznych w początkowej fazie jej rozwoju. Wreszcie, w części IV (20 prac, 10 stron) zamieszczone są krótkie streszczenia pozostałych referatów prezentowanych na konferencji.

A oto niektóre szczegóły z wybranych referatów. Anthony F. Aveni (USA) omawiając miejsce archeoastronomii wśród innych nauk stwierdza, że wszystkie badania z dziedziny „dawnej" astronomii powinny mieć przynajmniej jeden wspólny czynnik: badanie ludzi i ich zachowania. Zwraca też uwagę na to, aby prowadząc badania z pozycji jednej dziedziny nauki znać również dziedziny pokrewne, których trzeba się po prostu nauczyć. Chcąc zajmować się archeoastronomią, nie wystarczy uprawiać jej jako swego rodzaju „hobby" w wolnym od innej pracy czasie, lecz trzeba mieć wszechstronne przygotowanie z różnych nauk pokrewnych.

Znany historyk astronomii Owen Gingerich (USA) zastanawia się nad rolą archeoastronomii dla historii astronomii, dla początków nauki. Rozważając dawne obserwacje astronomiczne i stare narzędzia, autor stwierdza, że np. XVIII-wieczne indyjskie obserwatoria budowane przez Jai Singha w postaci kamiennych budowli nie mogły służyć sensonwym obserwacjom, nie stanowiły narzędzia obserwacyjnego, lecz były doskonałymi narzędziami do demonstracji, a więc spełniającymi rolę podobną do tej, jaką w naszych czasach spełniają planetaria. Archeoastronomia daje nam inna metodę badania przeszłości, opartą na badaniach budowli i wykopalisk, a nie tylko tekstów, jak to czynią historycy. Archeoastronom nie powinien się wahać, by używać do swych badań wszystkich dostępnych metod i narzędzi, od lingwistyki do matematyki, od teodolitu laserowego do datowania według pierwiastków radioaktywnych, od astronomii do archeologii. A w badaniach tych być może znajdzie się też odpowiedź na takie pytanie: czy rozwój współczesnej zachodniej nauki był nieunikniony?

O związku archeoastronomii z antropologią i socjologią pisze Stanisław Iwaniszewski (Polska). Rozwijająca się w danej kulturze astronomia nie może być izolowana od tego systemu kulturowego; archeoastronomia zajmuje się badaniem astronomii w kontekście socjokulturowym. I wcale nie jest konieczne aby badania te odnosiły się do przeszłości. Można przecież badać współczesnych mieszkańców wsi, czy też mieszkańców wielkich aglomeracji miejskich pod względem ich znajomości astronomii, czy utrzymywania tradycji astronomicznych. Badając rozwój koncepcji budowy Wszechświata w obrębie danej kultury, archeoastronomia powinna dostarczać informacji o zachowaniu się społeczeństwa, o rozwoju kulturalnym w tej cywilizacji. W ten sposób badania archeoastronomiczne stanowić mogą pomoc dla archeologii.

O zagadnieniach archeoastronomicznych we wschodnio-centralnej Europie czytamy w pracy Katalin Barlai (Węgry). W tej części świata istotne jest nawiązanie do wschodu i zachodu Słońca, do położenia Słońca w momentach przesileń i równonocy. Autorka omawia ułożenie

grobów na starych cmentarzach (kierunek wschód-zachód), orientację kościołów ustawianych tak, aby prezbiterium był w kierunku wschodnim (wschód Słońca w czasie równonocy lub w dniu patrona świątyni), oraz odchylenia wynikające z zasłonięcia horyzontu przez górę, czy też odbudowy zniszczonego po pożarze budynku. Reguła orientacji wschód-zachód dla kościołów była zachowywana w średniowieczu, we wschodnich i zachodnich świątyniach. W wiekach późniejszych, przy większym zatłoczeniu budynków w miastach, nie mogła już być stosowana. Maria Firneis (Austria) pokazuje przykłady kościołów orientowanych wyraźnie w kierunku położenia Słońca w dniu patrona, co jest szczególnie ważne przy badaniach wykopaliskowych partii budowli pochodzących z różnych okresów.

I na koniec, ostrzeżenie. Miguel Leon-Portilla (Meksyk) omawiając „oglądanie" lub nawet „pilnowanie nieba" jako niezbędny składnik dawnej kultury mezoamerykańskiej uważa, że nie można badać dawnych wyobrażeń nieba w świetle naszych obecnych wiadomości astronomicznych, lecz tylko z punktu widzenia tych dawnych mieszkańców, którzy okiem nieuzbrojonym cierpliwie śledzili niebo i zmiany na nim zachodzące, tak ważne dla dalszego rozwoju i bytowania w dawnych warunkach.

Mam nadzieję, że omówienie tego tomu publikacji potrafi zainteresować Czytelników i zachęcić do sięgnięcia do wspomnianej publikacji, świadczącej o tym, że archeoastronomia osiągnęła fazę dojrzałego rozwoju, stając się oddzielną dyscypliną naukową.

Trzecia Międzynarodowa Konferencja Archeoastronmiczna — Oksford III — odbędzie się we wrześniu 1990 r. w St. Andrews College (Wielka Brytania).

CECYLIA IWANISZEWSKA

KALENDARZYK ASTRONOMICZNY

Opracował G. Sitarski **Październik—listopad 1990 r.**

Słońce

Wędrując po ekliptyce stale obniża się pod równikiem niebieskim, łuk jego dziennej drogi nad horyzontem jest coraz krótszy, w związku z czym dnia ciągle ubywa. W Warszawie 1 października Słońce wschodzi o 5^h36^m, zachodzi o 17^h15^m, 1 listopada wschodzi o 6^h30^m, zachodzi o 16^h8^m, a 30 listopada wschodzi o 7^h20^m, zachodzi o 15^h28^m. W październiku Słońce wstępuje w znak Skorpiona (Niedźwiadka), a w listopadzie w znak Strzelca.

Księżyc

Kolejność faz Księżyca jest następująca: w październiku pełnia 4^d13^h, ostatnia kwadra 11^d5^h, nów 18^d17^h, pierwsza kwadra 26^d21^h, a w listopadzie pełnia 2^d23^h, ostatnia kwadra 9^d14^h, nów 17^d10^h, pierwsza kwadra 25^d14^h. W perygeum Księżyc znajdzie się 6 października i 3 listopada, a w apogeum 22 października i 19 listopada. W październiku tarcza Księżyca zakryje Jowisza, Antaresa i Saturna, a w listopadzie Saturna, jednak żadne z tych zjawisk nie będzie u nas widoczne.

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

Data 1990	P	B_0	L_0	Data 1990	P	B_0	L_0
X 1	+26°01	+6°68	318°68	XI 1	+24°46	+4°33	269°78
3	+26.12	+6.58	292.29	3	+24.12	+4.13	243.40
5	+26.20	+6.48	265.90	5	+23.73	+3.92	217.03
7	+26.26	+6.37	239.52	7	+23.32	+3.70	190.66
9	+26.30	+6.24	213.12	9	+22.86	+3.48	164.29
11	+26.30	+6.12	186.74	11	+22.39	+3.26	137.92
13	+26.26	+5.98	160.36	13	+21.88	+3.03	111.56
15	+26.21	+5.84	133.98	15	+21.34	+2.80	85.19
17	+26.12	+5.68	107.60	17	+20.78	+2.56	58.83
19	+26.00	+5.52	81.22	19	+20.18	+2.32	32.46
21	+25.85	+5.36	54.84	21	+19.55	+2.08	6.10
23	+25.67	+5.18	28.46	23	+18.89	+1.84	339.74
25	+25.46	+5.00	2.08	25	+18.20	+1.59	313.38
27	+25.22	+4.82	335.71	27	+17.50	+1.64	287.02
29	+24.94	+4.63	309.34	29	+16.76	+1.08	260.66
31	+24.63	+4.43	282.96	XII 1	+16.00	+0.84	234.30

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy; B_0, L_0 — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy.
X 25d16h48m i XI 22d0h7m — momenty, w których heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.

Planety i planetoidy

W ciągu tych dwu miesięcy Merkury i Wenus będą praktycznie niewidoczne, jakkolwiek pod koniec listopada możemy próbować odszukać Merkurego wieczorem nisko nad zachodnim horyzontem jako gwiazdę —0.4 wielkości. Natomiast ozdobą nocnego nieba jest Mars, który zmierzając do opozycji pod koniec listopada świeci coraz jaśniej w gwiazdozbiorze Byka; w ciągu października i listopada jego blask wzrasta od —1 do —2 wielk. gwiazd., co wiąże się z ciągłym zbliżaniem się Marsa do Ziemi. Jowisz wschodzi coraz wcześniej nad ranem i świeci jako jasna gwiazda w gwiazdozbiorze Raka; w ciągu dwu miesięcy jego jasność także wzrasta od —2 do —2.4 wielk. gwiazd. Saturn, Uran i Neptun zachodzą coraz wcześniej wieczorem wraz z gwiazdozbiorem Strzelca, ale tylko Saturna odnajdziemy łatwo gołym okiem jako gwiazdę +0.5 wielkości, natomiast Urana (6 wielk. gwiazd.) i Neptuna (8 wielk.) możemy próbować poszukiwać przez lunety. Pluton jest niewidoczny.

Z czterech największych planetoid możemy obserwować Westę. Odnajdziemy ją na granicy gwiazdozbiorów Byka, Barana i Wieloryba jako gwiazdkę około 7 wielkości zmieniającą swoje położenie z dnia na dzień wśród innych gwiazd podobnej wielkości. Dla łatwiejszego zlokalizowania planetoidy na niebie podajemy jej współrzędne równikowe dla kilku dat. Październik 2d: rekt. 4h3m7, dekl. +11°46′; 12d: rekt. 4h1m1, dekl. +11°23′; 22d: rekt. 3h55m6, dekl. +10°55′; listopad 1d: rekt. 3h47m6, dekl. +10°27′; 11d: rekt. 3h37m8, dekl. +10°2′; 21d: rekt. 3h27m3, dekl. +9°43′; grudzień 1d: rekt. 3h17m4, dekl. +9°34′.

Meteory

Od 16 do 26 października promieniują meteory z roju Orionidów. Radiant meteorów leży na granicy gwiazdozbiorów Oriona i Bliźniąt i ma współrzędne: rekt. 6^h24^m, dekl. $+15°$. Warunki obserwacji są w tym roku dobre.

W listopadzie promieniują dwa roje meteorów, Taurydy i Leonidy. Maksimum aktywności Taurydów przypada 8 listopada, ale warunki obserwacji są w tym roku niedobre (Księżyc kilka dni po pełni); Taurydy mają podwójny radiant w gwiazdozbiorze Byka o współrzędnych: rekt. 3^h44^m, dekl. $+14°$ i $+22°$. Leonidy promieniują od 15 do 19 listopada, a maksimum przypada na 18^d (warunki obserwacji są w tym roku dobre); radiant Leonidów leży w gwiazdozbiorze Lwa i ma współrzędne: rekt. 10^h8^m, dekl. $+22°$.

* * *

Październik 1^d Do 4^h22^m na tarczy Jowisza widoczny jest cień jego 1 księżyca, który niewidoczny na tle tarczy kończy przejście o 5^h28^m.

4^d O 4^h28^m na tarczy Jowisza pojawia się plamka cienia jego 2 księżyca, który zbliża się do brzegu tarczy planety i rozpocznie przejście na jej tle już po wschodzie Słońca.

5^d Od 3^h7^m na tle tarczy Jowisza widoczny jest cień 3 księżyca.

8^d Od 4^h0^m na tarczy Jowisza widoczny jest cień 1 księżyca, którego początek przejścia na tle tarczy obserwujemy o 5^h9^m. O 20^h Mars znajdzie się w złączeniu z Księżycem w odl. 5°.

12^d21^h Bliskie złączenie Jowisza z Księżycem; zakrycie planety przez tarczę Księżyca widoczne będzie na Południowym Pacyfiku.

16^d O 5^h35^m obserwujemy koniec zakrycia 3 księżyca Jowisza przez tarczę planety; księżyc ten, dotąd niewidoczny, ukaże się spoza prawego brzegu tarczy (patrząc przez lunetę odwracającą).

20^d O 4^h45^m obserwujemy początek zaćmienia 2 księżyca Jowisza; księżyc ten zniknie nagle w cieniu planety z dala od lewego brzegu jej tarczy i będzie do wschodu Słońca niewidoczny, a nie widzimy też w pobliżu Jowisza księżyca 4, który przechodzi właśnie na tle tarczy planety. O 13^h Mars nieruchomy w rektascensji.

22^d O 5^h górne złączenie Merkurego ze Słońcem. O 9^h bliskie złączenie Księżyca z Antaresem, gwiazdą pierwszej wielkości w gwiazdozbiorze Skorpiona; zakrycie gwiazdy przez tarczę Księżyca widoczne będzie w Południowej Azji i w Indonezji.

23^d Nad ranem blisko lewego brzegu tarczy Jowisza (w lunecie odwracającej) obserwujemy dwa ciekawe zjawiska: o 4^h33^m koniec zaćmienia 3 księżyca, a o 4^h53^m początek zaćmienia księżyca 1. O 17^h10^m Słońce wstępuje w znak Skorpiona; jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 210°.

24^d Księżyc 1 przechodzi na tle tarczy Jowisza; obserwujemy koniec przejścia: cienia o 4^h31^m, księżyca 1 o 5^h45^m. O 16^h Księżyc w złączeniu z Uranem w odl. 2°.

25^d Księżyc znajdzie się w złączeniu kolejno z dwiema planetami: o 3^h z Neptunem w odl. 3°, a o 18^h z Saturnem w odl. 1°; zakrycie Saturna przez tarczę Księżyca widoczne będzie na Antarktydzie.

29d Księżyc 2 i jego cień przechodzą na tle tarczy Jowisza. Obserwujemy koniec przejścia: cienia o 4h21m, a księżyca 2 o 6h56m.

30d Dwa księżyce Jowisza nie docierając do lewego brzegu tarczy planety znikną nagle w jej cieniu; obserwujemy początek zaćmienia: księżyca 3 o 5h0m, a księżyca 1 dopiero o 6h47m.

31d Księżyc 1 i jego cień przechodzą na tle tarczy Jowisza. Obserwujemy początek przejścia: cienia o 4h8m, a księżyca 1 o 5h23m.

Listopad 1d Do 4h50m księżyc 1 ukryty jest za tarczą Jowisza. O 16h górne złączenie Wenus ze Słońcem.

5d O 3h Mars w złączeniu z Księżycem w odl. 3°. O 4h6m na tarczy Jowisza pojawi się cień jego księżyca 2, a sam księżyc zbliża się do brzegu tarczy i rozpocznie przejście na jej tle dopiero o 6h39m.

8d Księżyc 1 ukryty jest początkowo w cieniu planety, a potem za jej tarczą aż do 6h44m.

9d Jowisz w złączeniu z Księżycem w odl. 1°5.

10d O 4h1m księżyc 3 rozpocznie przejście na tle tarczy Jowisza. O 10h Pluton w złączeniu ze Słońcem.

13d11h Mars w złączeniu z Aldebaranem (w odl. 6°), gwiazdą pierwszej wielkości w gwiazdozbiorze Byka.

15d O 5h2m obserwujemy początek zaćmienia 1 księżyca Jowisza. O 21h planetoida Westa w przeciwstawieniu ze Słońcem względem Ziemi.

16d Na tle tarczy Jowisza przechodzi księżyc 1 i jego cień; obserwujemy koniec przejścia: cienia o 4h39m, księżyca 1 o 5h53m.

17d O 4h Merkury w złączeniu z Antaresem w odl. 3°. Do 6h25m po tarczy Jowisza wędruje cień jego 3 księżyca; sam księżyc zbliża się do brzegu tarczy planety i rozpocznie przejście po wschodzie Słońca.

18d O 16h bliskie złączenie Księżyca z Antaresem, gwiazdą pierwszej wielkości w gwiazdozbiorze Skorpiona; zakrycie gwiazdy przez tarczę Księżyca widoczne będzie na Antarktydzie. O 21h Księżyc w złączeniu z Merkurym w odl. 1°7.

20d O 5h Mars znajdzie się najbliżej Ziemi w odl. 77 mln km. O 24h Księżyc w złączeniu z Uranem w odl. 1°6.

21d O 4h17m obserwujemy początek zaćmienia 2 księżyca Jowisza. O 11h Neptun w złączeniu z Księżycem w odl. 2°.

22d Po tarczy Jowisza wędruje cień jego 4 księżyca. O 5h Księżyc znajdzie się w bliskim złączeniu z Saturnem; zakrycie planety przez tarczę Księżyca widoczne będzie na Południowym Pacyfiku i na Antarktydzie. O 14h50m Słońce wstępuje w znak Strzelca, jego długość ekliptyczna wynosi 240°.

24d O 4h56m nastąpi koniec zakrycia 1 księżyca Jowisza przez tarczę planety.

27d22h Mars w opozycji.

28d Księżyc 3 ukryty jest za tarczą Jowisza; o 5h15m obserwujemy koniec zakrycia.

30d Do 4h4m na tarczy Jowisza widoczny jest cień jego księżyca 2, a sam księżyc 2 przechodzi na tle tarczy i jest niewidoczny aż do 6h24m. W tym czasie księżyc 1 zbliża się do brzegu tarczy i jego cień pojawi się na tarczy planety o 6h9m. O 14h Jowisz nieruchomy w rektascensji.

Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie środkowo-europejskim.

CONTENTS

K. Maślanka — Return to the Past: a Fiction or Reality?

J. Dembek — An Episode from a History of the Relativistic Theory.

S. R. Brzostkiewicz — The European Southern Observatory.

R. Fangor — Central Eclipses of the Sun Visible in Poland in 2201—3000 Years.

Chronicle: The Potting Sun — Giotto Station Revived!

Vade-mecum for Observers: An Amateur Refractor — About Didactic Programmes for Computers.

Observations.

Here and There.

New Books.

Astronomical Calendar.

СОДЕРЖАНИЕ

К. Масьлянка — Возвращение в прошлое: фикция или действительность.

Я. Дэмбэк — Эпизод из истории теории относительности.

С. Р. Бжосткевич — Европейская южная обсерватория.

Р. Фангор — Центральные солнечные затмения, видимые в Польше в 2201—3000 г. г. (I).

Хроника: Разошедшееся Солнце — Джотто ожил!

Справочник наблюдателя: Любительский рефрактор — О дидактических програмах на компьютерах.

Наблюдения.

То и сё.

Новые книги.

Астрономический календарь.

Zarząd Główny informuje, że nie prowadzi żadnej działalności gospodarczej i handlowej. Zajmuje się jedynie zaopatrzeniem członków w niezbędne materiały astronomiczne. Ceny podawane na te materiały pokrywają tylko i wyłącznie koszty poniesione przez Towarzystwo. W wyjątkowych wypadkach możemy te materiały przekazać nie członkom — czytelnikom *Uranii*, ale dla nich ceny będą wyższe. Ponadto prosimy, by pieniądze na zakup materiałów były przekazywane do Zarządu przekazem pocztowym, a nie na konto (wpłata na konto znacznie opóźnia i utrudnia załatwienie). Obecnie wysyłamy „Poradnik Obserwatora Pozycji i Zakryć", cena z wysyłką dla członków 12 000 zł, a dla pozostałych 14 000 zł. Poradnik wysyłamy natychmiast po otrzymaniu pieniędzy. Tylko dla członków — Kalendarz Astronomiczny na rok 1991 (plakat wydany przez red. *Młodego Technika*. Jeden członek może nabyć dwa kalendarze. Pieniądze przyjmujemy do końca października, a wysyłkę rozpoczynamy 1 listopada. Cena z wysyłką 4500 zł za 1 kalendarz, 7500 za dwa kalendarze. Członkowie zamieszkali w Warszawie, Krakowie, Białymstoku i Toruniu nabywają kalendarze w swych Oddziałach (cena 2800 za kalendarz). Kto przyśle do ZG 1 000 zł lub równowartość w znaczkach pocztowych otrzyma wraz z *Uranią* Indeks *Uranii* za 1989 rok.

URANIA — Miesięcznik Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii. **Redaguje kolegium** w składzie: Krzysztof Ziołkowski — redaktor naczelny, Magdalena Sroczyńska-Kożuchowska — sekretarz redakcji, T. Zbigniew Dworak — redaktor techniczny. **Adres redakcji:** ul. Bartycka 18, 00-716 Warszawa. **Adres administracji:** Zarząd Główny PTMA, ul. Solskiego 30/8, 31-027 Kraków, tel. 22 38 92; nr konta PKO I OM Kraków 35510-16391-132. Cena umowna.

Drukarnia Związkowa w Krakowie, ul. Mikołajska 13 — Zam. 2799-90 — 2600

Indeks 38001