♎ Libra

URANIA

MIESIĘCZNIK
POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK XLIV WRZESIEŃ 1973 Nr 6 (9)

BIBLIOTEKA UNIWERSYTECKA w Toruniu

URANIA

MIESIĘCZNIK POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK XLIV WRZESIEŃ 1973 Nr 9

CZASOPISMO WYDAWANE Z ZASIŁKU POLSKIEJ AKADEMII NAUK. ZATWIERDZONE PRZEZ MINISTERSTWO OŚWIATY DO UŻYTKU SZKÓŁ OGÓLNOKSZTAŁCĄCYCH, ZAKŁADÓW KSZTAŁCENIA NAUCZYCIELI I TECHNIKÓW (DZ. URZ. MIN. OŚW. NR 14 Z 1966 ROKU, W-WA 5.11.66).

SPIS TREŚCI

Eugeniusz Berezowski — Charakterystyka dokładności instrumentarium astronomicznego Kopernika.

Andrzej Marks — Nowe o Marsie.

Andrzej Udalski i Marek Zawilski — Dawne i przyszłe zaćmienia Słońca w Polsce.

Kronika: Najkrótszy okres obiegu gwiazdy podwójnej — Nowy etap kwazarologii.

Obserwacje: Zakrycie Saturna przez Księżyc w dn. 11 grudnia 1973 r. (A. Udalski i M. Zawilski).

Konferencje i zjazdy: XVI Zjazd Polskiego Towarzystwa Astronomicznego — Zegar Jensena Olsena.

Nowości wydawnicze: „Gwiazdy nad nami".

Kalendarzyk astronomiczny.

ZARZĄD GŁÓWNY PTMA, Kraków, Solskiego 30/8, tel. 538-92, konto **PKO I OM w Krakowie Nr 4-9-5227.** Biuro czynne od 8 do 15, w soboty do 13.

Z głębokim smutkiem zawiadamiamy, że dnia 13 lipca 1973 r. zmarł

DR JÓZEF SAŁABUN

Prezes Zarządu Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii, Docent Uniwersytetu Śląskiego, Dyrektor Planetarium i Obserwatorium Astronomicznego im. Mikołaja Kopernika w Chorzowie.

W zmarłym utraciliśmy doskonałego Organizatora, niestrudzonego Działacza, oddanego dydaktyce i popularyzacji astronomii, serdecznego Kolegę.

Pogrzeb odbył się 16 lipca na cmentarzu komunalnym w Bytomiu.

Zarząd Główny PTMA

Redakcja „Uranii"

Pierwsza strona okładki: Pomnik Mikołaja Kopernika w Toruniu dłuta Fryderyka Tiecka, odsłonięty w 1853 r. Fot.: W. Jama.

Druga strona okładki: Dwa zdjęcia z wyprawy „Apollo 17" (grudzień 1972 r.).

Trzecia strona okładki: U góry: Planetarium Śląskie z lotu ptaka. Zdjęcie z albumu „Gwiazdy nad nami". U dołu: Ocalała część tablicy obserwacyjnej Mikołaja Kopernika w krużganku zamku w Olsztynie. Jedyny dziś autentyczny instrument Kopernika. Fot. J. Pagaczewski.

Czwarta strona okładki: Instrumentarium astronomiczne Kopernika — kwadrant słoneczny, trikwetrum i sfera armilarna według rekonstrukcji Feliksa i Tadeusza Przypkowskich. Fot.: J. Przypkowski.

EUGENIUSZ BEREZOWSKI — Warszawa

CHARAKTERYSTYKA DOKŁADNOŚCI INSTRUMENTARIUM ASTRONOMICZNEGO KOPERNIKA

Początkowo przyrządy astronomiczne były stosunkowo proste i posiadały bardzo duże rozmiary, następnie w miarę pojawiania się bardziej złożonych konstrukcji ich wielkość i ciężar ulegały zmniejszeniu. Tak więc zegary słoneczne, najstarsze i najprostsze przyrządy astronomiczne, posiadały pierwotnie postać obelisków o wysokości od kilku do kilkudziesięciu metrów lub prętów ustawianych na wielkich blokach kamiennych, albo na ścianach budowli sakralnych. Trikwetrum ptolemejskie (II w.) składało się z trzech kilkunastometrowych belek, kwadrant — olbrzym w Samarkandzie uzbeckiego astronoma Uług Bega (XV w.) stanowił wielopiętrową budowlę, przy czym dolna część jego koła pomiarowego była wkopana głęboko w ziemię. Kwadrant słoneczny z instrumentarium Kopernika posiadał bok o długości około 2 m, a średnica jego astrolabium nie przekraczała jednego metra; w tym czasie były już w użyciu przyrządy astronomiczne o dużo mniejszych wymiarach.

Podjęta problematyka jest szczególnie trudna, gdyż brak w tym przedmiocie miarodajnych przekazów historycznych lub ich fragmentaryczność nie pozwalają na szczegółowe rozpracowanie szeregu podstawowych zagadnień, wśród których niewątpliwie największe znaczenie posiadają *błędy systematyczne* ówczesnych przyrządów astronomicznych. Jak wiadomo, przed i w czasach Kopernika nie znano jeszcze ani lunety, ani libeli czy noniusza, dlatego też celem podniesienia dokładności przyrządów astronomicznych powiększano ich rozmiary, w wyniku czego ulegał zmniejszeniu błąd nacelowania na ciało niebieskie oraz błąd odczytu na podziałkach liniowych bądź kątomierczych. Należyte ustawienie do obserwacji dawnych przyrządów astronomicznych było niezwykle trudne, przy czym z reguły miało ono charakter przybliżony. Dotyczy to przede wszystkim odpowiedniego zaniwelowania przyrządu, to jest dokładnego doprowadzenia jego linii (płaszczyzny) horyzontalnej do poziomu. Ten aspekt posiada szczególne znaczenie, gdyż wówczas wykonywano obserwacje astronomiczne przy tzw. jednym położeniu instrumentu (bez przestawiania lub obracania go o 180°), a więc niektóre błędy o charakterze systematycznym nie mogły się eliminować samoczynnie z wyników tych obserwacji.

Instrumentarium astronomiczne Kopernika służyło mu w największej części przypadków do określania położeń (pozycji) rozmaitych planet i gwiazd względem ekliptyki. Tego rodzaju obserwacje astronomiczne dały wielkiemu astronomowi podstawy do poddania w wątpliwość ptolemejskiego geocentryzmu i stanowiły częściowo dokumentację empiryczną wielu jego twierdzeń zawartych w dziele „O obrotach", będącym pierwszym w historii myśli ludzkiej wykładem z dziedziny nowożytnej nauki o niebie i Ziemi. Z tych względów ocena dokładności poszczególnych narzędzi wchodzących w skład tego instrumentarium stanowi jedno z podstawowych zagadnień studiów kopernikańskich.

Opisem i charakterystyką dokładności zostaną objęte następujące przyrządy astronomiczne:

a) zegar słoneczny (gnomon, kompas),
b) kwadrant (horoscopus) typ gnomoniczny (słoneczny),
c) trikwetrum (przyrząd paralaktyczny),
d) astrolabium pierścieniowe (sfera amilarna).

Szczegółowe opisy tych przyrządów podał Klaudiusz Ptolemeusz w swym dziele pt. „Algamest" (II wiek n. e).

Zegar słoneczny, jak wiadomo, posiadał w środku wyrytej na płycie poziomej lub na ścianie tarczy („cyferblatu") odpowiednio ustawiony i zakotwiczony pręt — *gnomon*, od którego padający cień wskazywał na niej godziny i ich części. Pręt mógł być także wygięty i posiadać na samym końcu mały otwór, przez który przechodząca wiązka promieni słonecznych rzucała na tarczę punkt świetlny, spełniający rolę cienia.

Niezwykle pożyteczny w dawnych czasach gnomon mógł służyć do:

1. Wyznaczania podstawowych jednostek czasu (doba słoneczna i rok zwrotnikowy) oraz ich podwielokrotnych (godzina, minuta),

2. Określania położeń Słońca w poszczególnych momentach czasu względem płaszczyzny południka (miejscowego) i płaszczyzny horyzontu (poziomu).

Ponadto już w czasach starożytnych (Chińczycy w IX wieku p.n.e.) były wykonywane dokładne obserwacje długości cienia gnomonu w dniach równonocy w ciągu długich okresów czasu, co pozwalało określać zmianę kąta nachylenia płaszczyzny równika do płaszczyzny ekliptyki.

Z tych względów *gnomonika*, jako dział dawnej astronomii praktycznej, cieszyła się dużym zainteresowaniem wielu narodów nie tylko w czasach starożytnych i w średniowieczu, ale

i w czasach nowożytnych. W Polsce wybitnymi gnomonikami byli: Franko (który w 1284 r. przedstawił w Paryżu oryginalny wykres zegara słonecznego), Marcin Bylica, Mikołaj Wodka, Mikołaj Kopernik oraz Jan Heweliusz.

Dokładność *określania czasu* za pomocą zegara słonecznego zależała głównie od jego typu, od wielkości jego tarczy (a więc od wartości jej najmniejszego interwału) oraz od ścisłości wykreślenia podziału na tarczy i zorientowania jej według kierunku południka miejscowego. W przeciętnych warunkach dokładność ta mogła osiągnąć rząd kilku minut, a w przypadku tzw. zegarów przenośnych o małych rozmiarach była niewątpliwie niższa.

Zegar słoneczny przenośny mógł być bardzo użyteczny w obserwacjach astronomicznych i prawdopodobnie Kopernik posługiwał się tego rodzaju przyrządem pomocniczym (przez siebie skonstruowanym i wykonanym z brązu, a zniszczonym przez jednego z fromborskich kanoników w drugiej połowie XVII w.).

W czasie pobytu Kopernika w Olsztynie (1516—1519) wykreślił on na dużej części ściany (około 140×75 cm) krużganka zamkowego zestaw osiemnastu odcinków linii hiperbolicznych, stanowiący swego rodzaju *słoneczną tablicę obserwacyjną*. Linia niebieska z napisem „aequinoctium" była nachylona do poziomu pod kątem 30°, a 17 linii czerwonych (o zbliżonym nachyleniu do linii równonocy) było oznakowane liczbami narastającymi od 5 do 30, po czym znowu od 5 wzwyż. W drewnianej ramie na zewnętrznym parapecie okiennym osadzone lusterko kierowało na tak oryginalnie skonstruowaną tarczę promień słoneczny, który przesuwając się po niej wskazywał upływający czas. Należy dodać, że do obliczenia i wykreślenia omawianej tablicy trzeba było wyznaczyć uprzednio szerokość geograficzną miejsca obserwacji oraz przybliżony azymut geograficzny kierunku ściany, na której ta tablica została wyrysowana.

Opisane pokrótce urządzenie stanowiło pewnego rodzaju zegar słoneczny — refleksyjny, za pomocą którego Kopernik „mógł obserwować wiosenne i jesienne równonoce". Zegary słoneczne typu refleksyjnego znalazły szerokie zastosowanie w gnomonice dopiero w XVII wieku.*

Przed skonstruowaniem zegarów mechanicznych, których prototypy stanowiły zegary wieżowe (o napędzie obciążnikowym z regulatorem kolebnikowym bez tarczy i wskazówek, a wybija-

---

* Na temat słonecznej tablicy obserwacyjnej Kopernika patrz artykuł J. Pagaczewskiego, Urania 5/1973, str. 145—146.

jące tylko ustalone interwały czasu), astronomowie musieli się posługiwać zegarami słonecznymi i klepsydrami. Dopiero „współpraca" zegara słonecznego zamiast z klepsydrą z mechanicznym zegarem wieżowym umożliwiała rachubę czasu i określanie jego momentów odnoszących się do poszczególnych obserwacji (spostrzeżeń) w dowolnej porze i z większą, ale nie wystarczającą jeszcze dokładnością. Wprowadzenie przez Huygensa w 1657 r. wahadła jako regulatora chodu zegarów mechanicznych podniosła w znacznym stopniu ich dokładność.

W okresie, w którym Kopernik wykonywał swe obserwacje astronomiczne, istniały już mechaniczne zegary wieżowe z tarczą i wskazówkami, ale bez wahadłowego regulatora chodu, a więc charakteryzujące się mierną dokładnością. Zegary te trzeba było sprawdzać w stałych momentach czasu za pomocą innego przyrządu. Niewątpliwie dużą pomocą w obserwacjach Kopernika był *zegar mechaniczny*, sprowadzony do Fromborka około 1513 r. i zainstalowany na wieży przy tamtejszej katedrze. Do wyznaczania poprawek chodu tego zegara w bezchmurne dnie służył zegar słoneczny lub tzw. kwadrant słoneczny, natomiast w nocnych porach wielkości tych poprawek można było z braku innych środków określać z obserwacji gwiazd. Dokładność określenia momentu obserwacji za pomocą tego zegara wieżowego (z uwzględnieniem odpowiedniej poprawki) mogła w korzystnych warunkach osiągać rząd jednej minuty.

O właściwym zrozumieniu i docenieniu dokładności rachuby czasu, a zarazem o istniejących w tym zakresie trudnościach, może świadczyć wypowiedź Kopernika, dotycząca przyczyn zaniechania reformy kalendarza na soborze laterańskim — „jedynie z tego powodu, że nie rozporządzano jeszcze dostatecznie dokładnymi pomiarami lat i miesięcy, ani też ruchów Słońca i Księżyca". Wypowiedź ta oraz pochwała Kopernika za dokładne obliczenie czasu trwania roku słonecznego i liczne fakty wysokiej oceny jego obserwacji astronomicznych przez późniejszych astronomów (w tym i przez przeciwników heliocentryzmu) potwierdzają odpowiednie traktowanie przez niego problemu dokładności czasu w astrometrii. Tak np. Kopernik przy zapisie swych obserwacji podawał czas z dokładnością ułamka godziny (1/2, 1/3, 1/4, 1/5, 1/8, 1/12), a w przypadkach zaćmień Słońca jednej minuty, co wówczas stanowiło bardzo wysoką dokładność.

Kwadrant, przyrząd astronomiczny „młodszy" od gnomonu, stanowił ćwierćkole wyposażone w podziałkę kątomierczą o systemie podziału kąta pełnego na 360 jednostek (stopni kątowych),

zapoczątkowanym przez Babilończyków. Przyrząd ten ulegał z biegiem czasu różnym modyfikacjom i udoskonaleniom, można więc rozróżnić: kwadrant stary, kwadrant z Almuri, kwadrant z kursorem i kwadrant astronomiczny (nowy z 1288 r.). Ponadto kwadranty można podzielić na dwa zasadnicze typy, to jest: kwadrant murowy (zawieszony lub przytwierdzony do murowanej ściany) i kwadrant przenośny.

Kwadrant słoneczny Kopernika stanowił starożytny przenośny typ tego rodzaju przyrządu w postaci płyty kwadratowej z podziałką kątomierczą od 0° do 90° bez ruchomego liniału z przeziernikami (bez urządzenia celowniczego).

A oto bliższe szczegóły opisu omawianego przyrządu według słów Kopernika: „Otóż jedną płaszczyznę należy najdokładniej wyrównać; powinna ona mieć taką rozpiętość, jaka byłaby wystarczająca do nakreślenia podziałki — trzy lub cztery łokcie. I tak przyjąwszy w jednym narożniku środek, stosownie do przestrzeni owej (płaszczyzny) zakreśla się ćwierć koła, dzieląc je z kolei na 90 równych stopni, te znów — dzieli się na 60 minut, albo ile można zmieścić. Następnie w środku umieszcza się najdokładniej obtoczony, cylindryczny kołek (gnomon), tak aby był prostopadły do owej płaszczyzny i nieco z niej wystawał — o ile możliwie na długość palca albo mniej".

Wielkość kwadrantów określano dawniej według długości ich promieni, którą stanowiła najczęściej liczba całkowitych jednostek używanej miary (łokieć, stopa), co wiązało się z pewnym uproszczeniem w samym wykonawstwie tego rodzaju przyrządów. Najprawdopodobniej kwadrant słoneczny Kopernika posiadał promień o długości 4 łokcie miary staro-chełmińskiej (2,3 m), za czym przemawiają dwie okoliczności:

1. Wprawdzie w Księdze II „O obrotach" podana jest orientacyjna wielkość boku kwadranta jako 3 lub 4 łokcie, ale w Księdze IV przy opisie trikwetrum zostało zaznaczone jednoznacznie, że długości jego dwu różnych ramion „wynoszą przynajmniej po 4 łokcie". Posługiwanie się dwoma przyrządami o skorelowanej ze sobą dokładności stwarzało znaczne udogodnienie w zakresie porównywalności wyników obserwacji, z czego bez wątpienia Kopernik zdawał sobie sprawę.

2. Kwadrant wykonany w ścianie obserwatorium astronomicznego Tychona Brahego posiadał promień kilkakrotnie dłuższy od kopernikowskiego.

Ustawianie kwadranta kopernikowskiego do obserwacji było związane z wyrównaniem płyty podstawowej (posadzki) do płaszczyzny horyzontu po dokładnym wypoziomowaniu za po-

mocą używanego wtedy niwelatora wodnego tzw. *hydroscopium* czyli *chorobates* oraz z wyznaczeniem na tej podstawie linii południkowej bardzo prostym i wystarczająco dokładnym sposobem. W tym celu po nakreślaniu na wyrównanej posadzce do ustawiania przyrządu okręgu koła i umieszczeniu w jego środku pionowego pręta (gnomonu), zaznaczało się punkty, w których rzucany przez ten pręt koniec cienia dotykał okręgu przed i po południu. Linia poprowadzona przez środek odcinka łuku (zawartego pomiędzy zaznaczonymi punktami) i przez środek nakreślonego koła wskazywała kierunek południka.

A dalej znów słowami Kopernika — „na tej więc (linii) jakby bazie ustawia się płaszczyznę instrumentu i umocowuje ją pionowo, środkiem ku południowi tak, aby zwisający z niej *pion* stykał się z linią południkową dokładnie pod kątem prostym. Przez to bowiem uzyskuje się, że płaszczyzna instrumentu znajduje się w płaszczyźnie koła południka". Ponieważ posługiwanie się pionem sznurkowym przy ustawianiu przyrządu astronomicznego stanowiło nazbyt mało dokładną operację, dlatego Kopernik używał tego sposobu tylko dla wprowadzenia płaszczyzny kwadranta w płaszczyznę południka miejscowego, natomiast do spoziomowania jego linii horyzontalnej używał *chorobates*. Odnośnie posługiwania się omawianym kwadrantem — „Następnie w dniach letniego i zimowego przesilenia należy obserwować cień południowego stanowiska Słońca, rzucany ze środka przez ową wskazówkę czyli wałek, używszy jakiejś rzeczy dla przyłożenia do ćwiartki łuku koła, aby tym pewniej odczytać na niej miejsce cienia i jak najdokładniej notujemy środek cienia w stopniach i minutach".

Kwadrant słoneczny mógł służyć do określania:

a) kąta nachylenia ekliptyki do równika („pochyłości ekliptyki"),

b) szerokości geograficznej („wysokości bieguna równikowego"),

c) deklinacji Słońca,

d) długości roku zwrotnikowego.

Połowa odległości kątowej pomiędzy odczytanymi na podziałce kątomierczej kwadranta położeniami cienia w momentach stanowiska letniego i zimowego Słońca określała wielkość kąta nachylenia płaszczyzny ekliptyki do płaszczyzny równika. Środkowe natomiast położenie cienia w tych dwóch momentach czasu, czyli średnia arytmetyczna z obu odczytów wskazywała szerokość geograficzną miejsca obserwacji. Kąt pionowy zawarty między kierunkiem cienia w południe dnia równonocy, a jego kie-

runkiem w dowolne południe określał deklinację Słońca. Ponadto wieloletnie obserwacje wysokości Słońca w momentach prawdziwego południa w dniach jego stanowiska letniego i zimowego pozwalały w drodze interpolacji obliczyć średnie momenty równonocy, a co za tym idzie dokładny czas trwania roku zwrotnikowego.

Dokładność kwadranta zależała głównie od długości jego promienia i związanej z nią wartości najmniejszego interwału na podziałce kątomierczej oraz od rodzaju urządzenia celowniczego. Na błąd pomiaru kąta pionowego kwadrantem składały się trzy błędy cząstkowe: spoziomowania linii horyzontalnej przyrządu, nacelowania oraz odczytu. Oczywiście, że w przypadku kwadranta słonecznego wielkość błędu nacelowania zależała od dokładnosci wyznaczenia środka cienia na podziałce kątomierczej.

Jak wiadomo, dokładne spoziomowanie linii horyzontalnej przyrządu, nie wyposażonego w śruby ustawcze, jest niezwykle trudne. Na błąd niepoziomości linii horyzontalnej kwadranta Kopernika składały się dwa błędy cząstkowe o charakterze systematycznym, a mianowicie:

a) błąd nierównoległości linii horyzontalnej przyrządu do płaszczyzny posadzki,

b) błąd wypoziomowania posadzki (płyty podstawowej).

Maksymalna dokładność wyrównania i wypoziomowania płyty (posadzki) nie mogła być praktycznie rzecz biorąc wyższa od ± 2 mm, co przy długości boku kwadranta około 2 m wynosi w miarze kątowej około ± 3′. Podobnie dokładność doprowadzenia linii horyzontalnej drewnianego przyrządu do równoległości do płyty podstawowej mogła nie być wyższa od ± 1 mm. Tak więc błąd niepoziomości linii horyzontalnej (błąd miejsca zera) kwadranta wynosił najprawdopodobniej około ± 3′.

Można nie uwzględniać błędu nacelowania, gdyż z zamieszczonych powyżej cytatów wynika, że przed dokonaniem odczytu na podziałce kątomierczej wyznaczano dokładnie środek cienia. Podawana przez Kopernika dokładność odczytu rzędu jednej minuty (w mierze linowej około ± 0,5 mm) była możliwa do osiągnięcia (najprawdopodobniej przez przykładanie dodatkowej drobniejszej podziałki do interwałów półstopniowych, lub mniejszych). Ponadto niewątpliwie miały miejsce różne niedokładności w samym wykonaniu tak dużego drewnianego przyrządu z wykreśleniem podziałki kątomierczej włącznie (w warunkach chałupniczych i bez użycia cyrkla), których wielkości są trudne do wyszacowania.

Biorąc pod uwagę wymienione błędy cząstkowe (o charakterze systematycznym i przypadkowym) można przyjąć, że średni błąd jednokrotnego pomiaru kąta pionowego kwadrantem słonecznym mógł dochodzić do ± 5′. Przy dużym szeregu obserwacji w przypadkach, gdy błąd niepoziomości linii horyzontalnej przyrządu eliminował się samoczynnie (np. przy określaniu wielkości kąta z różnicy dwóch odczytów), średni błąd wyniku ostatecznego mógł być znacznie mniejszy od podanej wartości — w innych przypadkach opisane błędy o charakterze systematycznym obniżały dokładność tego wyniku całą swą wielkością.

Skalkulowaną powyżej w sposób aprioryczny dokładność (błąd przewidywany) potwierdza konfrontacja wyników obserwacji Kopernika z późniejszymi. Wyznaczona przez niego wielkość kąta nachylenia ekliptyki do równika z dużej liczby obserwacji („z wielu spostrzeżeń wykonanych w ciągu 30 lat znalazłem pochyłość prawie równą 23°28′24″”) charakteryzowała się błędem quasi-prawdziwym (zbliżonym do prawdziwego) o wartości około — 1,5′, gdyż obliczona w drodze ekstrapolacji wielkość tego kąta na 1525 r. wynosiła 23°30′04″, a na 1540 r. 23°29′56″. Podobnie przedstawiała się sprawa szerokości geograficznej Fromborka. Średni wynik z obserwacji ze Słońca wykonanych przez Kopernika wyniósł 54°19′20″, a z obserwacji Textora z 1794 r. (przy użyciu nowoczesnych instrumentów) 54°21′34″, czyli błąd quasi-prawdziwy przewyższał niewiele wartość — 2′. Widać więc, że w obu podanych przykładach znak tego błędu był jednakowy, a tylko różniły się jego wielkości. Należy dodać, że wysłany w 1584 r. do Fromborka przez Tychona Brahego jego asystent uzyskał z dużej liczby obserwacji ze Słońca i z gwiazd średni wynik 54°22′00″, czyli za duży o blisko pół minuty od wyniku Textora.

Z powyższych rozważań nasuwają się dwa następujące wnioski:

Wniosek zasadniczy — wyniki obserwacji Kopernika za pomocą kwadranta słonecznego były obarczone znacznymi błędami o charakterze systematycznym, które obniżały ich dokładność. Ponadto mała stabilność drewnianego przyrządu o dużych wymiarach nie predestynowała go do używania na niewysokiej nawet wieży, gdyż działanie wiatru na płaszczyznę o powierzchni około 4 m² powodowałoby ciągłe zmiany we właściwym położeniu przyrządu, a odpowiednie zamocowanie go wymagałoby urządzeń o dużych rozmiarach. Nie było to zresztą potrzebne, gdyż obserwacje Kopernika dotyczyły najczęściej położeń Słońca w momentach jego górowania, co najwygodniej można było wy-

konać na samej powierzchni Ziemi. Z tych względów Kopernik posiadał we Fromborku najprawdopodobniej dwa obserwatoria astronomiczne: jedno na wieży („curia copernicana") do obserwacji planet i gwiazd oraz drugie na powierzchni ziemi („pavimentum") w pobliżu swego miejsca zamieszkania (tzw. kanonii zewnętrznej), osłonione drzewami do obserwacji słonecznych.

Wniosek pochodny — dokładność obserwacji astronomicznych rzędu jednej minuty kątowej przy pomocy przyrządów z pierwszej połowy XVI w. była niezwykle trudna do osiągnięcia nawet przy dużej liczbie powtórzeń (serii) i w tym aspekcie należy oceniać ich wyniki.

Trikwetrum — składało się z trzech drewnianych łat, tworzących trójkąt równoramienny o zmiennej długości podstawy. Jedno z dwóch równych ramion było przymocowane zawiasowo do pionowego słupa wmontowanego w podstawę, drugie natomiast, wyposażone w przezierniki (tworzące oś celową), mogło zajmować dowolne położenie przy przesuwaniu się jego dolnego końca wzdłuż trzeciej łaty czyli podstawy, na której była wykreślona podziałka liniowa składająca się z 1414 równych interwałów, to jest tylu, ile wynosi $a\sqrt{2}$, gdy $a = 1000$. Cały ten zestaw trzech łat, przedstawiających pionowo ustawioną płaszczyznę trójkąta równoramiennego, mógł się obracać dookoła pionowego słupa. Tak skonstruowany przyrząd spełniał rolę dzisiejszego koła pionowego w teodolicie, przy czym posiadał on mniejszy zakres pomiarowy, a ponadto uzyskane z odczytów na podziałce wyniki obserwacji w mierze liniowej trzeba było przeliczać na miarę kątową za pomocą specjalnej tablicy cięciw.

Trikwetrum używano do określania odległości zenitalnych gwiazd („odległości gwiazdy od punktu wierzchołkowego") i w ten sposób Kopernik posługiwał się nim przy wyznaczaniu paralaksy Księżyca w czasie jego podstawowych faz. Wyniki jego obserwacji w tym zakresie okazały się brzemienne w skutki. Według Ptolemeusza Księżyc znajdował się podczas swych kwadr dwa razy bliżej Ziemi niż w czasie pełni, czyli jego średnica powinna być widoczna w momentach tych faz pod kątami o dwukrotnie różnych wielkościach. Stwierdzenie przez Kopiernika na drodze empirycznej, że paralaksa Księżyca w kwadrze nie różniła się od jego paralaksy w czasie pełni, stanowiło druzgocący argument przeciwko słuszności ptolemejskiej teorii ruchu Księżyca, a pośrednio przeciw całemu systemowi geocentrycznemu. Występującą w rzeczywistości małą różnicę pomiędzy paralaksą w kwadrze i podczas pełni (3—4′)

trudno było stwierdzić ówczesnymi przyrządami astronomicznymi.

Dokładność trikwetrum zależała od długości jego ramion i związanej z nią wartości najmniejszego interwału na podziałce podstawy, od pionowości ramienia równoległego do słupa oraz od rodzaju urządzenia celowniczego (poza nieścisłościami naniesienia podziałki i montażu całości tak dużego przyrządu drewnianego). Długość dwu równych ramion wynosiła najprawdopodobniej po 4 łokcie czyli po 2,3 m, a więc długość podziałki liniowej na podstawie trójkąta równała się 3,2 m, czyli na jej jeden interwał przypadało około 2 mm. Wobec możliwości wyszacowania gołym okiem dziesiątej części takiego interwału błąd odczytu mógł być niewspółmiernie mały w stosunku do innych błędów.

Ustawienie przyrządu na wieży *za pomocą pionu* sznurkowego stanowiło źródła największego błędu o charakterze systematycznym dla wszystkich serii obserwacji wykonanych przy tym samym położeniu narzędzia. Odchylenie bowiem od pionu ramienia równoległego do słupa o 0,5 cm powodowało błąd w pomiarze odległości zenitalnej o wielkość około 5′. Natomiast błąd nacelowania na ciało niebieskie przy dużym rozstawie przeziernikow mógł być stosunkowo mały.

Biorąc pod uwagę wszystkie błędy przypadkowe i systematyczne można dojść do przekonania, że średni błąd jednokrotnego pomiaru kąta pionowego tym przyrządem w przeciętnych warunkach obserwacji wynosił nie mniej niż ± 5′. Wyższą dokładność można było uzyskać w przypadku pomiaru małego kąta paralaktycznego pomiędzy dwoma blisko siebie położonymi ciałami niebieskimi, a szczególnie leżącymi przy tym samym południku. W uzupełnieniu tej charakterystyki należy dodać, że w czasie próbnych obserwacji, wykonywanych za pomocą zrekonstruowanego w 1946 r. modelu trikwetrum kopernikowskiego największą trudność stanowiło pionowe ustawienie słupa i stałe utrzymanie go w tej pozycji.

Trikwetrum było bardziej uniwersalnym przyrządem astronomicznym od kwadranta słonecznego, gdyż umożliwiało obserwację wielu ciał niebieskich, znajdujących się nie tylko w płaszczyźnie południka miejscowego. Kopernik był ostatnim astronomem posługującym się trikwetrum tak, jak Heweliusz ostatnim, który używał przyrządów astronomicznych z przeziernikami. Oryginalne trikwetrum kopernikowskie otrzymał w darze astronom i uczony duński Tycho Brahe, który odnosił się do tego reliktu z dużym pietyzmem.

Astrolabia stanowiły bardziej złożone rodzaje przyrządów astronomicznych, od kwadrantów; można je podzielić na trzy zasadnicze typy, a mianowicie:

a) astrolabium płaskie,
b) astrolabium sferyczne,
c) astrolabium pierścieniowe (armilarne).

Astrolabium armilarne — składało się z sześciu drewnianych obręczy kołowych przedstawiających:

1. Koło południka miejscowego, posiadające podziałkę kątomierczą o zakresie od 0° do 90°, a służącą do nastawiania tego koła na właściwą szerokość geograficzną,

2. Koło godzinne zwane wrębnym, będące jednocześnie południkiem ekliptycznym, przechodzącym przez punkt Raka (6 godz.) i Koziorożca (18 godz.),

3. Koła południka ekliptycznego zewnętrznego i wewnętrznego, obracające się na ośkach biegunów ekliptyki, umiejscowionych w odległości ε od osi biegunowej (ziemskiej),

4. Koło współśrodkowe, obracające się w płaszczyźnie koła wewnętrznego i wyposażone w przezierniki oraz wskaźniki (indeksy),

5. Koło ekliptyki przytwierdzone prostopadłe do koła wrębnego i posiadające oznaczony podział stopniowy i znaki Zodiaku.

Astrolabium tego typu służyło do wyznaczania współrzędnych ekliptycznych ciał niebieskich, w którym to układzie Kopernik opracował swój katalog 1025 gwiazd, podając sposób przeliczania tych współrzędnych na równikowe. Należy dodać, że były wówczas w użyciu również i astrolabia o układzie równikowym. Zasady posługiwania się astrolabium płaskim (Canones de usu astrolabie) znajdowały się w najpopularniejszym wówczas w Europie podręczniku pt. „Teoryki planet", który wszedł do programu nauczania w Akademii Krakowskiej od XV wieku.

Wyznaczanie współrzędnych ekliptycznych jakiejś planety czy gwiazdy składało się z obserwacji dziennej, w czasie której uzyskiwano wielkości tych współrzędnych dla Księżyca oraz z nocnej kończącej to dzieło. Następnie dla uzyskania współrzędnych ekliptycznych wybranej planety czy gwiazdy uwzględniano w drodze rachunku zmianę położenia Księżyca w okresie czasu, jaki upłynął pomiędzy obserwacją dzienną i nocną. Przy takiej metodzie (dostosowanej do posiadanych ówcześnie środków działania) Księżyc spełniał więc rolę niezbędnego pośrednika (widocznego na niebie przed i po zachodzie Słońca).

Dokładność astrolabium zależała głównie od jego rozmiarów, od wartości najmniejszych interwałów na podziałkach kątomierczych oraz od należytego montażu układów osiowych kół, który niewątpliwie mógł być wykonany lepiej w przypadku tworzywa metalowego, aniżeli drewnianego. Brak danych o średnicach kół i o podziałkach na nich wyrytych oraz nazbyt ogólnikowy opis tego przyrządu podany przez Kopernika („i miały stosowną wielkość, ażeby przez zbytni wymiar nie stały się niedogodne, lub skądinąd większy wymiar ułatwia dzielenie na drobniejsze części") nie pozwalają na bliższą charakterystykę dokładności tego przyrządu.

Określenie w sposób aprioryczny przewidywanego błędu obserwacji, wykonanej za pomocą opisanego astrolabium byłoby nie tylko bardzo trudne, ale i problematyczne, gdyż poza błędami przypadkowymi nacelowania i odczytu występował stosunkowo duży błąd zorientowania przyrządu. Do tych błędów dochodziły bez wątpienia błędy z niezupełnej pionowości słupa, z braku precyzji w montażu tak złożonego układu kół drewnianych i w naniesieniu na nich podziałek itp., które miały charakter błędów systematycznych. W kopernikowskim katalogu gwiazd („opis gromad i gwiazd stałych") ich długości ekliptyczne zostały podane w zaokrągleniu do 10′, a szerokości do 5′, z czego można wnioskować, że uzyskanie wyższej dokładności za pomocą tego przyrządu było raczej niemożliwe.

Autorytatywną charakterystykę całokształtu obserwacji astronomicznych Kopernika może dać opinia wybitnego astronoma Piotra Kruegera (ucznia Keplera i nauczyciela Heweliusza) — „prymitywne przyrządy astronomiczne, a tak zadziwiające rezultaty", oraz wysoka ocena tablic genialnego astronoma. Pomimo, że spór o heliocentryzm trwał ponad jeden wiek od śmierci Kopernika, a jego teoria kosmologiczna miała wielu przeciwników, to jednak jego obserwacja, obliczenia i tablice astronomiczne cieszyły się powszechnym uznaniem.

Zamiłowanie Kopernika do dawnych metod i przyrządów astronomicznych (o dużych rozmiarach i własnoręcznie wykonanych) być może wypływało również i z jego predyspozycji do stałego porównywania własnych obserwacji z wcześniejszymi, na co wskazuje sporządzone przez niego zestawienie ich wyników, począwszy od czasów starożytnych. Dziwnym zrządzeniem losu, wykonane według wzorów Ptolemeusza, przyrządy astronomiczne Kopernika posłużyły mu do stworzenia podstaw systemu heliocentrycznego, tak zasadniczo różniącego się od ptolemejskiego geocentryzmu.

Nazbyt skromne na ówczesne czasy instrumentarium astronomiczne Kopernika, a więc ograniczoność środków działania pozostających w jego dyspozycji, w niczym nie umniejsza wielkości geniuszu sławnego Polaka, ale ją jeszcze potęguje.

Bibliografia

1. *J. Baranowski* — Mikołaja Kopernika Toruńczyka O obrotach ciał niebieskich ksiąg sześć, Warszawa, 1854 r.
2. *E. Rybka, P. Rybka* — Mikołaj Kopernik i jego nauka, Warszawa, 1953 r.
3. *T. Przypkowski* — O Mikołaju Koperniku, Warszawa, 1953 r.
4. *L. Cichowicz* — Instrumentarium astronomiczne Kopernika, Przegląd Geodezyjny nr 7/1954 r.
5. *J. Pagaczewski* — Obserwatoria Mikołaja Kopernika na Warmii, Olsztyn, 1967 r.
6. *J. Sikorski* — Mikołaj Kopernik na Warmii, Olsztyn, 1968 r.
7. *B. Bieńkowska* — Kopernik i heliocentryzm w polskiej kulturze umysłowej do końca XVIII w., Studia Copernicana, t. III, Warszawa, 1971 r.

ANDRZEJ MARKS — Warszawa

NOWE O MARSIE

Pierwsze w dziejach sztuczne księżyce Marsa — Mariner 9, Mars 2 i Mars 3, przekazały na Ziemię szereg interesujących informacji naukowych. Przekazały one na Ziemię przede wszystkim dalsze obrazy powierzchni planety. Jeżeli chodzi o Marinera 9, to najdokładniejsze z dotychczas uzyskanych, a jeżeli chodzi o Marsa 2 i Marsa 3, to po raz pierwszy przekazały one obrazy uzyskane przez fotometry promieniowania podczerwonego, nastrojone na pasma pochłaniania atmosferycznego dwutlenku węgla, co daje możność pomiaru pionowej rzeźby powierzchni Marsa w założeniu, że odpowiada ona grubości warstwy atmosfery znajdującej się ponad powierzchnią planety. Zdolność rozdzielnicza tych fotometrów wynosi 40 km.

Dzięki temu wyjaśniło się, że obszary jasne na powierzchni planety (lądy) mogą być zarówno wyżynami jak nizinami — to samo dotyczy obszarów ciemnych (mórz). Dotąd przyjmowano, że lądy — to wyżyny, a morza — to niziny. Tylko jeden z areologów wyraził przypuszczenie, że może być odwrotnie („Urania" nr 7—8 z r. 1968). Wyjaśniło się też, że amplituda różnic wysokości na powierzchni Marsa może być bardzo duża i dosięgać 10 do 20 km.

Niestety — Mariner 9, Mars 2 i Mars 3 nie tylko nie potwierdziły niezwykle rozpowszechnionej jeszcze przed kilku laty (po raz pierwszy zakwestionowanej przez Marinera 4 w 1965 r.) hipotezy o istnieniu na Marsie choćby prymitywnej roślinności, ale dostarczyły dalszych argumentów na jej niekorzyść. Odkryte przez Sintona w 1957 r. w widmie Marsa pasma absorpcyjne, mające świadczyć o istnieniu na nim chlorofilu, muszą więc mieć inną naturę. Inna niż sezonowa zmiana wegetacji roślinnej musi też być przyczyną zmiany barwy i rozciągłości obszarów ciemnych na planecie. Nie wykryto też ani śladu sławetnych „kanałów" na Marsie.

Porównując wygląd powierzchni Marsa i Księżyca, wyraża się obecnie pogląd, że tempo erozji meteorytowej jest na Marsie 20 razy szybsze niż na Księżycu; objaśnić to można bliskością strefy planetoid. Na Marsie nie ma więc prawdopodobnie szczegółów powierzchni o wieku starszym niż 300 000 000 lat.

Nie udało się jeszcze uzyskać danych bezpośrednio z powierzchni planety, jednak na podstawie pośrednich wnioskowań utwierdził się pogląd, że powierzchnia Marsa utworzona jest przede wszystkim z krzemianów, a także z wodorotlenków żelaza, w pierwszym rzędzie z hetytu i limonitu.

Do niezwykle ważnych informacji należą dane o warunkach w atmosferze planety. Mars 2 i Mars 3 wykazały, że zawartość wody w atmosferze między 50° i 60° szerokości areograficznej południowej nie przekracza 0,005 mm, co jest wartością 2000 razy mniejszą niż na Ziemi, a 3 razy mniejszą niż oczekiwano. Również ciśnienie atmosferyczne okazało się mniejsze niż dotychczas przyjmowano i ma średnią wartość 5,5 do 6,5 mbar, czyli taką, jak w atmosferze ziemskiej na wysokości 40 km. Jeżeli zaś uwzględnimy dużą amplitudę różnic wysokości na planecie, to waha się ono przy powierzchni w granicach 2 do 10 mbar. Zauważyć należy, że od 1963 r. przyjmowano, iż ma ono wartość znacznie wyższą — od 60 do 120 mbar.

Wobec tak niskiej wartości ciśnienia atmosferycznego zastanawiające jest pojawianie się w atmosferze planety wielkich i bardzo długo unoszących się obłoków — jak się przyjmuje — pyłu. W czasie wielkiej opozycji w 1956 r. unosiły się one prawie bez przerwy, niezwykle utrudniając obserwacje. Również w czasie wielkiej opozycji w r. 1971 pojawiały się one, choć nie tak intensywnie. Jeżeli obłoki te rzeczywiście są utworzone z pyłu, to ziarna jego muszą być nader małe, o rozmiarach od 1 do 10 μm, a siła wiatrów przy powierzchni planety musi być huraganowa. Prócz tego w atmosferze Marsa występują też obłoki innego typu,

prawdopodobnie utworzone z kryształków zamarzniętej wody albo dwutlenku węgla, który stanowi co najmniej 50% składu atmosfery *.

Niezwykle ważne było pomierzenie temperatury Marsa. W okresie od 15 grudnia 1971 r. do 9 stycznia 1972 r. maksymalne temperatury na równoleżniku 50° szer. południ. miały wartość od —26°C do —21°C, a minimalne nocne na równiku wynosiły —103°C. Najwyższe w ogóle temperatury miały wartość 0°C, średnia zaś temperatura całej planety wynosiła —63°C. Są to wartości jeszcze mniejsze, niż dotąd przyjmowano. Rzecz ciekawa, że radiometry Marsa 3 wykryły istnienie rejonów powierzchni Marsa o ok. 10°C cieplejszych niż otoczenie — nie jest wykluczone, że wiąże się to z aktywnością endogenną. Dodać należy, że do wysokości 50 km temperatura atmosfery Marsa spada do około —160°C, później zaś do wysokości 150 km rośnie do wartości mniej więcej takiej, jak przy powierzchni planety.

Wobec istnienia na Marsie tak niskich temperatur staje się wysoce wiarygodne, że kapy polarne Marsa utworzone są z zamarzniętego dwutlenku węgla, a na powierzchni planety mogą osadzać się szrony i śniegi utworzone również z zamarzniętego dwutlenku węgla. Nie jest wykluczone, że w kapach polarnych znajduje się też zamarznięta woda, i że stanowi ona swego rodzaju pułapkę, która wychwytała niemal całą wolną wodę z atmosfery Marsa.

ANDRZEJ UDALSKI i MAREK ZAWILSKI — Łódź

DAWNE I PRZYSZŁE ZAĆMIENIA SŁOŃCA W POLSCE

Celem niniejszej pracy jest sporządzenie pełnego wykazu zaćmień Słońca centralnych, tzn. całkowitych, obrączkowych albo całkowito-obrączkowych (widocznych w części obszaru jako całkowite, na pozostałym jako obrączkowe), jakie przypadają na obszar dzisiejszej Polski począwszy od VII do końca XXI stulecia, jak również sporządzenie wykazu wszystkich zaćmień Słońca, jakie nastąpią na terenie Polski w ciągu najbliższych trzydziestu lat. Będą to oczywiście zaćmienia częściowe, ponieważ najbliższe centralne (obrączkowe) nastąpi dopiero 13 lipca 2075 r., a całkowite — 14 kwietnia 2200 r. Do wykonania tej pracy skłoniło nas bezskuteczne poszukiwanie odpowiednich danych w literaturze.

Podstawowe dane zaczerpnięto ze słynnego „Canon der Finsternisse" Th. Oppolzera (Wien, 1887) oraz z „Sonnenfinsternisse von 600 bis 1800 n. Chr." J. Fr. Schrötera (Wien, 1923), posługując się również „Kalendarzem astronomicznym na wiek XX" Romana Janiczka (PWN, Warszawa

* Jak wykazały w 1969 r. Mariner 6 i Mariner 7, azotu jest nie więcej niż 5%, tlenu mniej niż 0,3%, a pary wodnej mniej niż 0,05%.

1962) i tablicami Ahnerta („Astronomisch-chronologische Tafeln für Sonne, Mond u. Planeten"). Obliczeń zaćmień dla okresu 1975—2006 dokonaliśmy metodą wykreślno-analityczną, wyznaczając momenty dla Łodzi, jako centralnego punktu Polski. Dla kontroli wszystkie obliczenia były dublowane przez obu autorów.

Niezależnie od tego, aby upewnić się co do dokładności obliczeń, wyznaczono najpierw przebieg sześciu ostatnich zaćmień w Polsce w latach 1956—1971, traktując te obliczenia jako testowe. Zgodność wyników obliczeń testowych z danymi opublikowanymi w rocznikach wskazuje, że błędy wyznaczeń momentów kontaktów nie powinny przekraczać 1—3 minut, a wielkość fazy — 0,01 do 0,02.

Tab. 1 — Centralne zaćmienia Słońca w Polsce w latach 600—2160

Lp.	Data zaćmienia	Uwagi 1	2	3	Lp.	Data zaćmienia	Uwagi 1	2	3
1	639 IX 3	T			25	1415 VI 7	T	6	9
2	644 XI 5	R	5		26	1424 VI 26	T	9	9
3	655 IV 12	T	11	16	27*	1485 III 16	T	61	61
4*	664 V 1	T	9	9	28	1502 X 1	R	17	
5	733 VIII 14	R	69		29*	1540 IV 7	T	38	55
6	753 I 9	R	20		30	1544 I 24	T	4	4
7	758 IV 12	T	5	94	31*	1566 XI 2	R	22	
8	764 VI 4	R	6		32*	1639 VI 1	R	73	
9*	810 XI 30	T	46	52	33	1654 VIII 12	T	15	110
10	852 III 24	R	42		34	1699 IX 23	TR	45	
11	878 X 29	T	26	68	34	1706 V 12	T	7	52
12	966 VI 20	T	88	88	36	1733 V 13	T	27	27
13	990 X 21	R	24		37	1748 VII 25	R	15	
14	1140 III 20	T	150	174	38	1793 IX 5	R	45	
15	1153 I 26	R	13		39	1816 XI 19	T	23	83
16	1187 IX 1	T	34	47	40	1820 IX 7	R	4	
17	1191 VI 23	R	4		41	1836 V 15	R	16	
18	1207 II 28	R	16		42*	1842 VII 8	T	6	26
19	1263 VIII 5	R	56		43*	1851 VII 28	T	9	9
20	1290 IX 5	R	27		44	1887 VIII 19	T	36	36
21	1321 VI 26	TR	31		45	1912 IV 17	TR	25	
22	1366 VIII 7	TR	45		46	1954 VI 30	T	42	67
23*	1406 V 16	T	40	219	47	2015 VII 13	R	121	
24	1409 IV 15	R	3		48	2093 VII 23	R	18	

W tablicy 1 zestawione są wszystkie zaćmienia centralne na ziemiach polskich w latach 600—2160. Pierwsze w VII stuleciu przypada na rok 639, ostatnie w wykazie — w roku 2093. Gwiazdką (*) przy kolejnym numerze listy oznaczono zaćmienia, których przebieg na obszarze dzisiejszej Polski jest trudny do definitywnego stwierdzenia z uwagi na małą skalę odwzorowań graficznych w dziełach Oppolzera i Schrötera. Do tej grupy wypada także zaliczyć zaćmienie nr 29 w dniu 7 kwietnia 1540 roku; wiemy jednak, że zaćmienie to (jako prawie całkowite) obserwował Mikołaj Kopernik we Fromborku, posługując się ekranem w swej pracowni na wieży.

Biorąc pod uwagę i te (oznaczone gwiazdką) niepewne zaćmienia, można stwierdzić, że w omawianym okresie 1560 lat mogło na terenie Polski wystąpić 48 zaćmień centralnych, co daje średni odstęp czasu między nimi 32,5 lat. W tym czasie miały miejsce 23 zaćmienia całkowite (łącznie z niepewnymi), co daje średni odstęp 67,8 lat.

W ostatniej kolumnie tablicy w uwagach podano (1) rodzaj zaćmienia: T — całkowite, R — obrączkowe i TR — całkowito-obrączkowe, (2) liczbę lat, jakie upłynęły od poprzedniego zaćmienia centralnego i (3) liczbę lat, jakie upłynęły od ostatniego zaćmienia całkowitego. Jak widać, w rzeczywistości odstępy czasu między kolejnymi zaćmieniami centralnymi wahają się od 3 do 150 lat, a między całkowitymi nawet od 4 do 219 lat. Szczególnie ubogie w zaćmienia centralne było XI stulecie: nie było ani jednego między latami 990 i 1140. Również ubogi jest XX wiek: mamy tylko dwa zaćmienia centralne w Polsce — 17 kwietnia 1912 r. (obrączkowe) i 30 czerwca 1954 r. (całkowite na Suwalszczyźnie). Ostatnie zaćmienie całkowite w Warszawie było 12 sierpnia 1654 r., obrączkowe — 5 września 1793 r. W Łodzi ostatnie całkowite zaćmienie Słońca było widoczne 26 czerwca 1424 roku, a obrączkowe z 5 września 1793 r. nastąpiło w Łodzi jako stykowe (poprzednio 25 lipca 1748 r.).

Tab. 2 — Zaćmienia Słońca widoczne w Polsce w latach 1975—2006

Lp.	Data zaćmienia	Momenty zaćmienia w C. S. E. pocz.	środek	koniec	Najw. faza	Uwagi
		h	h	h		
1	1975 V 11	6,5	7,4	8,4	0,45	
2	1976 IV 29	10,4	11,8	13,2	0,55	
3	1978 X 2		6,0			a
4	1981 VII 31			4,5	0,45	b
5	1982 VII 20	19,85				c
6	1982 XII 15	8,5	9,7	11,1	0,55	
7	1983 XII 4		13,7			d
8	1984 V 30	18,4	19,1	19,7	0,35	e
9	1990 VII 22					f
10	1993 V 21	16,4	16,7	17,0	0,05	
11	1994 V 10	18,6			0,45	g
12	1996 X 12	14,4	15,6	16,7	0,70	h
13	1999 VIII 11	10,5	11,8	13,1	0,90	
14	2003 V 31	3,5	4,4	5,4	0,85	i
15	2005 X 3	9,2	10,4	11,6	0,45	
16	2006 III 29	10,9	11,9	13,0	0,50	

a — zaćmienie stykowe, widoczne w Polsce północnej, o wschodzie Słońca ($6^h,0$).

b — maksymalna faza o wschodzie Słońca ($4^h,0$).

c — zachód Słońca o $19^h,85$. Zaćmienie dobrze widoczne w płn.-zach. Polsce, maksymalna faza ok. 0,3 o zachodzie Słońca ($20^h,3$),

d — zaćmienie stykowe, ewentualnie widoczne w południowej Polsce,

e — Słońce zachodzi o $19^h,8$,

f — zaćmienie widoczne o wschodzie Słońca w płn.-zach. Polsce. Koniec o $3^h,6$, maksymalna faza ok. 0,1 o wschodzie Słońca ($3^h,5$),
g — maksimum o zachodzie Słońca ($19^h,3$),
h — Słońce zachodzi o $16^h,8$,
i — Słońce wschodzi o $3^h,5$.
Dokładność momentów $\pm 0^h,1$, fazy — $\pm 0,5$. Dane odzwierciedlają przebieg zaćmienia w Łodzi (o ile nie podano inaczej w uwagach).

Tablica 2 zawiera wykaz zaćmień, jakie będą obserwowane w Polsce w latach 1975—2006. Podano momenty w przybliżeniu do 0,1 godziny dla początku zaćmienia, środka (któremu odpowiada największa faza) i końca. Zaćmienia stykowe nie są wyznaczone pewnie i ich widoczność nie jest pewna. Np. dla zaćmienia w dniu 2.X.1978 r. otrzymaliśmy na wielkość maksymalnej fazy wartość 0,01, co mieści się w granicach błędu obliczeń. Brak danych w tej tablicy w miejscach gdzie powinny być podane momenty oznacza, że zjawisko zachodzi podczas przebywania Słońca pod horyzontem (przed wschodem lub po zachodzie Słońca). Bliższe wyjaśnienia podane są w uwagach.

KOMUNIKAT

Dla uczczenia 500-lecia urodzin Mikołaja Kopernika w dniach od 4 do 12 września 1973 roku odbędzie się w Polsce pod protektoratem Prezesa Rady Ministrów Piotra Jaroszewicza **Nadzwyczajny Kongres Międzynarodowej Unii Astronomicznej.**

Program naukowy Kongresu obejmuje sympozja: Stabilność układu słonecznego i małych układów gwiazdowych (Warszawa, 5—8.IX); Konfrontacja teorii kosmologicznych z danymi obserwacyjnymi (Kraków, 10—12.IX); Promieniowanie grawitacyjne i kollaps grawitacyjny (Warszawa, 5—8.IX); Badania układu planetarnego (Toruń, 5—8.IX); Wczesne etapy ewolucji gwiazd (Warszawa, 10—12.IX); Astronomia Kopernika (Toruń, 7—8.IX) oraz odczyty: Astronomia i kosmologa Kopernika — O. Gingerich (Warszawa, 4.IX); Fizyka ośrodka międzygwiazdowego — G. B. Field (Warszawa, 5.IX); Astronomia podczerwieni — F. J. Low (Toruń, 7.IX); Jądra galaktyk — V. A. Ambartsumian (Kraków, 11.IX).

KRONIKA

Najkrótszy okres obiegu gwiazdy podwójnej

Najdawniej znaną gwiazdą podwójną zaćmieniową jest Algol w gwiazdozbiorze Perseusza; okres obiegu wokół wspólnego środka masy wynosi 2,9 doby. Jeszcze krótsze okresy występują w układach, w których jednym ze składników jest biały karzeł. Znamy dziś już 5 układów podwój-

nych o okresach rzędu półtorej godziny. Do niedawna najkrótszym okresem odznaczał się układ WZ Sagittae; było to ok. 81,6 minut. Zdaniem Briana Warnera, brytyjskiego astronoma przebywającego obecnie w Afryce Południowej, jeszcze krótszym okresem odznaczać się ma gwiazda zaćmieniowa AM CVn (z gwiazdozbioru „Psy Gończe"). Wyliczony przez Warnera okres równy 17 minutom i 31 sekundom jest niezmiernie krótki, jeśli porównać go z ruchami orbitalnymi w układzie słonecznym. Przecież nawet szybko poruszający się sztuczny satelita Ziemi zużywa co najmniej 90 minut na pełne jej obiegnięcie!

(Według New Scientist 1973, 57, 8).

B. KUCHOWICZ

Nowy etap kwazarologii

Od z górą dziesięciu lat znamy kwazary, mało o nich jednak wiemy, jeśli ze słowem „wiedza" kojarzyć nie magazynowanie mnóstwa luźno powiązanych faktów, a posiadanie jednolitej teorii, tłumaczącej owo zbiorowisko faktów. O wiele łatwiej uporali się astronomowie z później odkrytymi pulsarami, na które wyrobiliśmy sobie pogląd jako na szybko wirujące gwiazdy neutronowe. Tymczasem sytuacja w dziedzinie kwazarów prowadzi do tego, że co rzetelniejsi astronomowie przyznają się otwarcie do niewiedzy o mechanizmie zjawisk fizycznych, zachodzących w tych obiektach. Ostatnio na łamach „Uranii" p. Różyczka podsumował stan niewiedzy o kwazarach (nr 3 z br., str. 66). W artykule swym zwrócił on uwagę na możliwe powiązanie genetyczne pomiędzy kwazarami a bardzo jasnymi galaktykami. Od wielu lat usiłowano ustawić w jakiś ciąg ewolucyjny galaktyki typu N, galaktyki seyfertowskie i kwazary. Wszystkie te obiekty charakteryzują się zbliżonymi charakterystykami widm, barw i zmienności. Pojawiły się spekulacje na temat kwazarów jako obiektów, z których tworzą się galaktyki Seyferta, a następnie galaktyki typu N. Byłby to niezły pomysł, gdyby tylko dało się zauważyć ewolucyjne zmiany jasności wśród kwazarów jako klasy. Ze względu na to, że brak potwierdzenia obserwacyjnego dla powyższego przypuszczenia, można by wysunąć przypuszczenie inne, jakoby kwazary stanowiły zjawiska w jądrach galaktyk, podobne w charakterze do zjawisk w jądrach galaktyk N albo galaktyk Seyferta. W tym miejscu każdy uważny czytelnik może postawić pytanie: Jak to się w takim razie stało, że nikt nie zauważył owych galaktyk, w których wnętrzu znajdować się mają rzekomo kwazary? Pytanie to postawił sobie Jerome Kristian, astronom z obserwatoriów im. Hale'a (Mt Wilson i Palomar), którego niedawno opublikowana praca wydaje się stanowić zwrot w nauce o kwazarach.

Gdyby to, co obserwujemy jako kwazary, stanowiło zjawiska w jądrach galaktyk, przebiegające podobnie jak w galaktykach N lub galaktykach Seyferta, tylko ze zwiększoną o dwa lub trzy rzędy wielkości (stu- lub tysiąckrotnie) jasnością optyczną, wtedy niezwykle jasny obraz kwazara utrudniałby wykrycie otaczającej go galaktyki. Kristian postanowił przebadać jednak klisze, na których zarejestrowano kwazary, i doszukać się śladów galaktyk wokół nich. Jest rzeczą oczywistą, że jeśli takie poszukiwania mają coś dać, wtedy obraz, wytworzony przez kwazar (znajdujący się zgodnie z tym przypuszczeniem, w centralnej części galaktyki) musi być mniejszy od obrazu wytworzonego przez galaktykę. Przy odległościach, w jakich znajdują się od nas galaktyki, można traktować kwazary jako obiekty w zasadzie punktowe. Wtedy rozmiary obrazu kwazara

zależą właściwie tylko od jego jasności. Rozmiary natomiast obrazu galaktyki zależą od jej rozmiarów rzeczywistych oraz od odległości od obserwatora. Ten ostatni fakt umożliwia poszukiwanie na kliszach. Trzeba tu podkreślić, że są to poszukiwania galaktyk wokół kwazarów, a nie kwazarów w jądrach galaktyk.

Kristian oparł się w swych poszukiwaniach na dokonanej przez Sandage'a (w Astrophys. J. 1972, **173**, 485) kalibracji dla galaktyk: rozmiary obrazu jako funkcja poczerwienienia (będącego z kolei miarą odległości od nas). Jednocześnie posłużył się on poczerwienieniem kwazarów jako miarą ich odległości, oraz dokonał kalibracji: rozmiary obrazu — jasność dla kwazarów. Na podstawie tych danych Kristian był w stanie przewidzieć, w jakich przypadkach obraz kwazara jest tak jasny na tle obrazu „jego" galaktyki, że nie da się jej wykryć, w jakich zaś przypadkach można się pokusić o próby jej wykrycia.

Sprawdzając swe przypuszczenia Kristian wykorzystał zdjęcia 26 kwazarów, wykonane w obserwatoriach im. Hale'a przy użyciu 5-metrowego reflektora. Zazwyczaj kwazary identyfikuje się w oparciu o klisze uzyskane przy użyciu 48-calowej kamery Schmidta. Na tego rodzaju kliszach trudno jednak zauważyć galaktyki związane z kwazarami, co ma być spowodowane po prostu tym, że jeśli galaktyki te znajdują się na odległościach, wynikających z analizy poczerwienienia związanego z nimi kwazara, wtedy rozmiary ich obrazu nie będą przewyższać rozmiarów obrazu kwazara. Inaczej to zaś będzie w przypadku teleskopu 5-metrowego. Zdaniem Kristiana, przewidywania jego spełniły się całkowicie. W tych obszarach diagramu Hubble'a, w których najłatwiej wykryć galaktyki, jest niewiele kwazarów, wszystkie jednak kwazary, dla których istnieją dobre zdjęcia, występują na tle galaktyki. Owe galaktyki „kwazaronośne" odznaczają się właściwościami galaktyk typu N. W obszarach diagramu Hubble'a, w których trudno jest wykryć galaktyki zawierające w swym wnętrzu kwazary, istotnie nie udało się Kristianowi znaleźć takich galaktyk. W obszarze pośrednim diagramu Hubble'a udało się spośród ośmiu kwazarów aż pięć ulokować w jądrach galaktyk, Jest kilka przypadków, kiedy to, zdaniem Kristiana, kwazar może być nieco przemieszczony względem jądra galaktycznego.

Gdyby dalsze próby identyfikacji innych jeszcze kwazarów z jądrami galaktyk powiodły się, praca Kristiana mogłaby okazać się przełomem w badaniach nad kwazarami. Wprawdzie nadal jeszcze nie wiemy, co właściwie odbywa się w kwazarach (czy też w jądrach galaktyk — patrz artykuł Mirzojana w n-rze 2 Uranii z br.), ale dobre i to, że, jak się wydaje, można traktować kwazary jako etap ewolucji dużych galaktyk. Z miejsca rodzą się tu pytania, na które nie umiemy jeszcze odpowiedzieć: Ile galaktyk musi w swym rozwoju przejść przez stadium kwazarowe? Co powoduje ostry wzrost jasności w jądrze galaktycznym? Jakie ślady pozostawia faza kwazarowa na dalszej ewolucji galaktyki? Czy procesy przebiegające w kwazarach wiążą się z wydzielaniem energii jądrowej czy raczej energii grawitacyjnej?

Wprawdzie wynik Kristiana, stanowiąc odpowiedź na jedno pytanie, prowadzi do całego szeregu nowych pytań, tak jednak powinno być. Przyroda jest niewyczerpalna, a poznawanie jej jest procesem ciągłym. Zasługą Kristiana pozostaje „odzianie" kwazarów w galaktyki. Dzięki temu kwazary utraciły nieco swej tajemniczości, zyskały zaś na niej galaktyki.

(Według Astrophys. J. Lett 1973, 179, L 61).

B. KUCHOWICZ

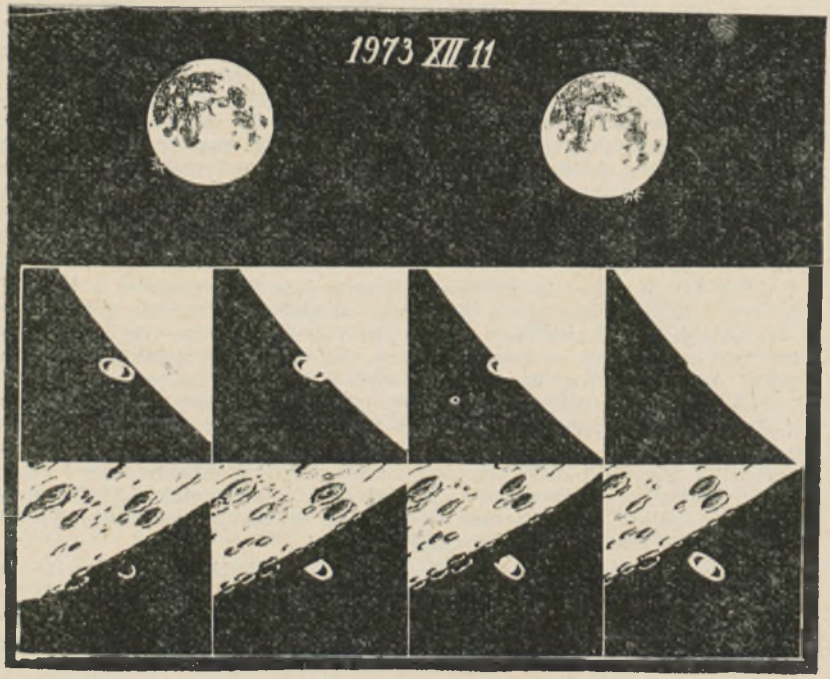
OBSERWACJE

Zakrycie Saturna przez Księżyc w dn. 11 grudnia 1973 r.

W nocy z 10 na 11 grudnia br. nastąpi zakrycie planety Saturn przez Księżyc, widoczne na terenie całej Polski. Przebieg tego niezwykle efektownego zjawiska w Łodzi (i w centralnej części Polski) przedstawia rys. 1. Na pozostałych obszarach Polski zjawisko będzie przebiegało podobnie, choć z pewnymi odchyleniami.

Odmienność przebiegu zakryć planet w porównaniu z zakryciami gwiazd przez Księżyc polega na tym, że planety mają dostrzegalne rozmiary, wskutek czego znikanie i ponowne pojawianie się planety nie następują nagle. Rozróżniamy tu cztery kontakty: I — pierwsze zetknięcie się brzegów tarcz planety i Księżyca, II — całkowite zniknięcie planety poza tarczą Księżyca, III — chwila pojawienia się rąbka planety z drugiej strony Księżyca i IV — całkowite wyłonienie się planety.

W przypadku Saturna niezwykła efektowność polega na tym, że planeta ta otoczona jest pierścieniem. Zależnie od ukształtowania się układu „Saturn — pierścień" w stosunku do drogi Księżyca przebieg zjawiska w różnych miejscach Ziemi może się nieco różnić. Można także odróżnić kontakty pierścienia od kontaktów właściwej tarczy planety. Ponieważ



Rys. 1. Przebieg zakrycia Saturna w Łodzi. Rysunki w kwadratach przedstawiają sytuację o 1h23,0m — 1h23,5m — 1h24,0m i 1h24,5 m oraz o 2h11,5m — 2h12,5m — 2h12,5m i 2h13,0m C.S.E.

pozorna średnica wzdłuż większej osi elipsy pierścienia wynosi 46″,6 (mniejszej osi — 20″,6), całkowity czas znikania wzgl. pojawienia się wynosi ok. 2 minut.

Przebieg zakrycia

Przebieg zakrycia Saturna w dniu 11 grudnia przedstawia tab. 1, zawierająca dane dla Poznania (P), Wrocławia (Wr), Torunia (T), Krakowa (K) i Warszawy (Wa) według „Rocznika Astronomicznego Obserwatorium Krakowskiego" oraz dla Łodzi (Ł) według obliczeń autorów niniejszego. Dane według czasu środkowoeuropejskiego CSE. Kąty pozycyjne A_p, A_z i A_N liczone są — jak zwykle — od bieguna świata, zenitu wzgl. od północnego bieguna Księżyca.

Tab. 1 — Przebieg zakrycia Saturna przez Księżyc na terenie Polski w dniu 11 grudnia 1973 r.

Miejsce		P	Wr	T	Ł	K	Wa
Początek	h	m	m	m	m	m	m
C. S. E.	1 —	19,8	23,6	19,8	24,0	29,5	24,3
A_p		146°	152°	142°	146°	154°	143°
A_z		135°	139°	129°	132°	137°	127°
Koniec	h	m	m	m	m	m	m
C. S. E.	2 —	08,9	07,3	11,5	11,8	11,1	14,6
A_p		235°	230°	239°	235°	228°	238°
A_z		211°	205°	214°	208°	200°	210°

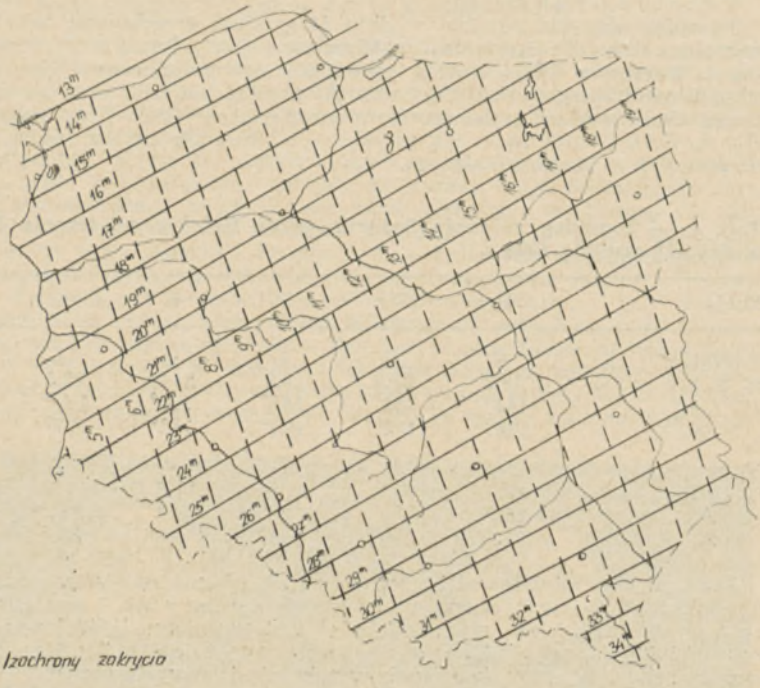
Dla innych miejscowości momenty zakryć można łatwo odczytać z mapki izochron, wykreślonej na podstawie danych z tab. 1 oraz zamieszczonych w radzieckim wydawnictwie „Astronomiczeskij Kalendar" na rok 1973 i dotyczących Lwowa. Zarówno dane z tab. 1 jak i na mapie izochron dotyczą oczywiście środków zakrycia i odkrycia planety.

Początek zakrycia (rys. 1) przypada przy oświetlonym brzegu Księżyca, koniec — czyli pojawienie się planety — przy ciemnym. Księżyc jest tuż po pełni — pełnia nastąpiła 10 grudnia o 3^h CSE — wobec czego ciemny rąbek tarczy Księżyca po jego zachodniej stronie, spoza którego ukazuje się Saturn, ma w tym miejscu grubość 20″ (obliczenia autorów). Przebieg znikania i pojawiania się Saturna pokazany jest na rysunku: u góry schematycznie, w środkowym (początek) i dolnym rzędzie (koniec zjawiska) rysunki odpowiadają stanowi w odstępach półminutowych w stosunku do momentów środkowych, podanych w tab. 1. W Łodzi, dla której to miejscowości sporządzony jest rysunek, pierwsza faza zjawiska — znikanie — trwać będzie 1.4 minuty (odstęp czasu między I i II kontaktem), druga faza — pojawianie się, czyli odstęp między III i IV kontaktem — 2,0 minuty. W dolnym szeregu rysunków łatwo dopatrzeć się miejsca, gdzie przypada właściwy, nieoświetlony brzeg Księżyca.

Szkice przedstawiają obraz oglądany przez lunetę ziemską (nie odwracającą) przy powiększeniu około 300-krotnym. Dokładne do $0^m,1$ momenty zakrycia oraz kąty pozycyjne dla Łodzi podane są w poniższym zestawieniu (tab. 2).

Warto także dodać, że tej samej nocy nastąpi jeszcze zakrycie gwiazdy trzeciej wielkości η Gem (o $2^h,9$ CSE początek i o $3^h,8$ koniec), nad ranem

o $6^h,5$ nastąpi zbliżenie się do Księżyca gwiazdy μ Gem (16′N), a tegoż dnia wieczorem — zakrycie ζ Gem (początek $19^h,6$ i koniec $20^h,5$). To ostatnie jest zaanonsowane w spisie zakryć gwiazd przez Księżyc



Rys. 2. Mapka izochron odpowiadająca momentom zetknięć środka tarczy Saturna z brzegiem Księżyca dla początku i końca zjawiska (izochrony zakrycia i odkrycia).

Tab. 2 — Przebieg zakrycia Saturna w Łodzi

	Zakrycie		Odkrycie	
Kontakt	I	II	III	IV
	h m	h m	h m	h m
C. S. E.	1 23,3	1 24,7	2 11,0	2 13,0
A_p	146°		235°	
A_z	131		208	
A^N	146		235	

Wiek Księżyca: 1^d po pełni. Jasność Saturna $-0^m,2$.
Kontakty dotyczą zewnętrznego pierścienia Saturna.

w „Roczniku Astronomicznym Obserwatorium Krakowskiego" pod nr nr 5295 i 5296. Zakrycie Saturna podane jest pod nr nr 5293 i 5294.

Wszystkie obliczenia wykonane były przez obu autorów niezależnie w celu wyeliminowania ewentualnych błędów. Zastosowano metodę graficzną na podstawie wyznaczonych współrzędnych prostokątnych Księżyca względem Saturna w układzie Bessela, a nie wyliczonych biegunowych. Szczególną uwagę zwrócono na dokładne obliczenie parametrów charakteryzujących położenie pierścienia Saturna (mowa oczywiście o zewnętrznym pierścieniu). Dotyczy to również wymiarów Saturna na sporządzonych rysunkach, które są wiernie oddane w stosunku do średnicy Księżyca.

Autorzy drogą korespondencji nawiązali kontakt również z kolegami w Gdyni, Lublinie i Szczecinie, którzy opracowują podobne obliczenia dla tych miast.*

ANDRZEJ UDALSKI i MAREK ZAWILSKI

KONFERENCJE I ZJAZDY

XVI Zjazd Polskiego Towarzystwa Astronomicznego

Termin XVI Zjazdu Polskiego Towarzystwa Astronomicznego — 12 do 15 lutego 1973 r. — przypadł na ostatnie dni przygotowań do centralnych obchodów 500-nej rocznicy urodzin Kopernika, co w pewnym stopniu odbiło się na frekwencji uczestników. Na ogólną liczbę 191 członków Towarzystwa udział w Zjeździe zgłosiło 86-ciu oraz kilkunastu nie członków, przybyło nieco mniej.

Zjazd odbył się w salach Planetarium Śląskiego, które na ten okres zawiesiło normalną działalność. Protektorat nad Zjazdem objął Przewodniczący Prezydium Wojewódzkiej Rady Narodowej w Katowicach, Członek Rady Państwa Generał Jerzy Ziętek. Gospodarzem Zjazdu był przewodniczący Lokalnego Komitetu Organizacyjnego doc. dr Józef Sałabun, którego staraniem uczestnicy Zjazdu zostali zakwaterowani w pobliskim Domu Turysty PTTK.

Zgłoszono 56 referatów, z czego 42 udostępniono uczestnikom w streszczeniach opublikowanych w formie powielonej i rozesłanej przed Zjazdem członkom Towarzystwa. Referaty dotyczyły prac prowadzonych przez polskich astronomów. Nie sposób w tym krótkim sprawozdaniu przedstawić nawet w skrócie ich treści. Wygłaszane były równolegle w dwóch sekcjach, grupując tematy zbliżone.

W zakresie astrometrii referaty zgłosili: J. Bem, M. Bielicki, J. Bieniewski, H. Brancewicz, I. Domiński, B. Kołaczek, J. Rogowski, G. Sitarski (ogółem 13 referatów); w zakresie heliofizyki: M. Jakimiec, J. Mergentaler, B. Sylwester, J. Sylwester, S. Zięba; astrofizyki: H. Brancewicz, Z. Klimek, K. Kordylewski, S. Krawczyk, J. Kreiner, J. Krełowski, B. Kuchowicz, S. Ruciński, J. Smoliński, J. Stodółkiewicz, Z. Turło, A. Żytkow. W zakresie astronomii pozagalaktycznej i radioastronomii: P. Flin, R. Głębocki, K. Kossacki, J. Machalski, J. Masłowski, A. Michalec, J. Sikorski, M. Urbanik, A. Zięba, K. Ziołkowski; w zakresie kosmologii: R. Ampel, M. Heller, Z. Klimek, K. Rudnicki.

---

* Praca niniejsza jest fragmentem nadesłanej obszernej pracy na temat przewidywanych zakryć jaśniejszych gwiazd i planet przez Księżyc do r. 1980.

Na sesji plenarnej w pierwszym dniu Zjazdu wygłoszone były trzy referaty, wiążące się z rocznicą kopernikowską: prof. dr Włodzimierz Zonn „Kopernik a współczesna kosmologia", prof. dr Eugeniusz Rybka „Kopernik a Kepler" i doc. dr Konrad Rudnicki „Ewolucja zasady kosmologicznej".

W czasie Zjazdu uczestnicy mieli możność zwiedzenia Planetarium i zapoznania się z jego wyposażeniem instrumentalnym, zwiedzenia wystawy „Mikołaj Kopernik". Dużą atrakcją był specjalny seans, przedstawiający możliwości aparatury planetaryjnej demonstrowania widoku nieba na różnych szerokościach geograficznych i w różnych epokach. Była to przyprawiająca dosłownie o zawrót głowy jednoczesna podróż w przestrzeni i czasie, jak gdyby próba poruszania się w przestrzeni czterowymiarowej...

Dzień 13 lutego był wolny od zajęć zjazdowych. Uczestnicy Zjazdu mieli możność wzięcia udziału w uroczystościach zorganizowanych przez Władze Województwa Opolskiego dla uczczenia 500-nej rocznicy urodzin Kopernika w Nysie. Złożyły się na nie: konferencja naukowa, w czasie której wygłoszone zostały trzy referaty: Prof. dr Stanisław Respond „Śląski rodowód Mikołaja Kopernika", dr Przemysław Rybka „Geneza i istota nauki Mikołaja Kopernika" i doc. dr Julian Janczak „Środowisko geograficzne miejscowości Koperniki", następnie wycieczka do wsi Koperniki, gdzie złożono wiązankę kwiatów pod obeliskiem Astronoma oraz wmurowano akt erekcyjny w fundamenty nowo wznoszonej szkoły podstawowej w tej wsi. Przemówienie okolicznościowe wygłosił prof. dr Antoni Opolski.

W dniu 14 lutego odbyło się Walne Zebranie członków Polskiego Towarzystwa Astronomicznego (w drugim terminie), na którym wybrany został nowy Zarząd. Prezesem został ponownie prof. dr Włodzimierz Zonn, wiceprezesem — doc. dr Robert Głębocki, członkami Zarządu — Michał Heller, Tadeusz Jarzębowski, Konrad Rudnicki, Antoni Stawikowski i Andrzej Zięba. Komisję rewizyjną stanowią: prof. Wiesław Opalski, doc. Maciej Bielicki i doc. Grzegorz Sitarski.

Następny Zjazd PTA odbędzie się w roku 1975.

LUDWIK ZAJDLER

Zegar Jensa Olsena

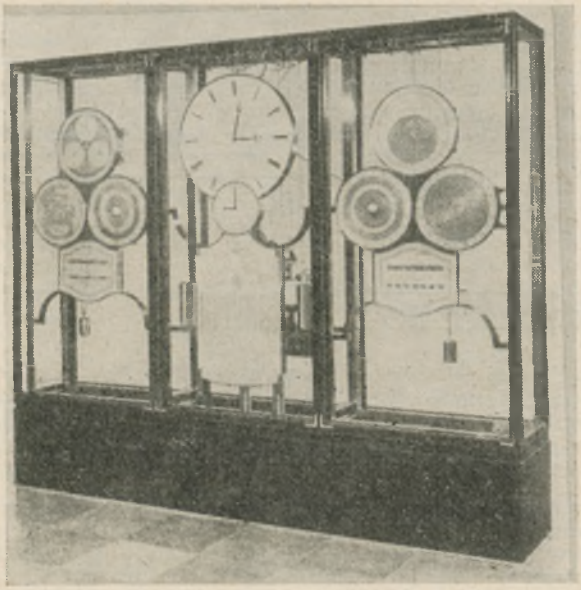
W drodze powrotnej z Drugiego Kongresu Międzynarodowej Unii Miłośników Astronomii (31.VII—5.VIII.1972 r., patrz „Urania" nr 12 z 1972 r., str. 342—345) miałem możność podziwiać słynny zegar na ratuszu w Kopenhadze, wykonany przez Jensa Olsena.

Aczkolwiek autorem zegara jest Duńczyk, inspiratorem tego arcydzieła jest opowiadanie o zegarze w polskiej rodzinie, z orłem poruszającym skrzydłami w czasie wybijania godzin. Zegar został uszkodzony i nikt nie potrafił go naprawić. Mały Jens Olsen tak się przejął opowiadaniem, które czytała mu starsza siostra, że postanowił zostać zegarmistrzem i naprawić ten zegar.

Uczył się pilnie zawodu i astronomii. Gdy miał już 50 lat przystąpił do budowy zegara uniwersalnego. Praca trwała 20 lat do roku 1944, w ciągu których Olsen wykonał 14 000 elementów i przystąpił do montowania zegara. Niestety, śmierć w 1945 roku przerwała prace i Olsenowi nie było pisane ujrzeć zegara w całości.

Poszczególne części wykonane są niezwykle precyzyjnie, co wskazuje nie tylko na umiejętności mechaniczne, ale i dużą wiedzę teoretyczną,

w szczególności z astronomii. Elis Strömgren, profesor astronomii na Uniwersytecie w Kopenhadze, wyraził się o pracy Olsena jeszcze za jego życia: „Dzieło Olsena z punktu widzenia astronomii i mechaniki opiera się na solidnej bazie. Posiada on niezwykłą zdolność połączenia dwóch umiejętności — co rzadko się spotyka".



Zegar przypomina trzyczęściową oszkloną szafę, w której utrzymywana jest stała temperatura, a przepuszczany strumień powietrza o tejże temperaturze usuwa ewentualne pyłki kurzu.

W części środkowej znajduje się duża tarcza wskazująca czas środkowoeuropejski i tarcza mniejsza, podzielona na 24 części, wskazująca jednocześnie czas gwiazdowy. Mechanizm jest tak dokładny, że w ciągu 300 lat powstaje różnica zaledwie 0,4 sekundy. Zaznaczyć tu należy, że uchodzący poprzednio za najdokładniejszy zegar w katedrze strasburskiej wykazuje w ciągu 100 lat różnicę 8 sekund. Pod tymi tarczami znajduje się główny kalendarz: można odczytać datę, dzień tygodnia, a także daty ruchomych świąt kościelnych. Ta część zmienia się tylko raz w dniu 31 grudnia o północy.

Część lewa zawiera trzy tarcze, wskazujące czas średni słoneczny, czas prawdziwy słoneczny i równanie czasu. Poniżej z lewej strony tarcza przedstawia rozpłaszczony glob ziemski z Antarktydą po środku. Można tu odczytać aktualny czas miejscowy na całym globie. Na tarczy obok, po środku — mały globus. Tu podane są wschody i zachody Słońca w Kopenhadze. Poniżej znajduje się kalendarz gregoriański, uwzględniający lata przestępne i to, że pełne stulecia są przestępne co 400 lat. Do tego służy specjalne koło mechanizmu, które w pełne stulecia trzy razy z kolei odrzuca dodatkowy dzień.

Część prawa jest wybitnie astronomiczna. Górna część przedstawia aktualny obraz nieba nad Kopenhagą. Jest to jak gdyby obrotowa mapa nieba. Uwzględnia ona również przemieszczanie się bieguna niebieskiego, co jest związane ze zjawiskiem precesji. Podobnie jak w zegarze strasburskim Olsen zastosował tu jedno koło, którego pełny obrót trwa 25 807 lat! Poniżej, z lewej strony po środku tarczy znajduje się obracający się raz w ciągu doby globus ziemski. Wokół można odczytać położenia Słońca i Księżyca. Uwzględniony jest tu rok gwiazdowy i rok zwrotnikowy, oraz miesiące: astronomiczny, synodyczny i smoczy. Odczytać można również położenia Księżyca w apogeum i perygeum, a także fazy Księżyca. Na tarczy z prawej strony po środku znajduje się Słońce. Wokół poruszają się miniaturowe modele planet z uwzględnieniem ich obiegów dokoła Słońca i wzajemnego położenia. Położenie planet na tle znaków zodiaku odczytujemy na zewnętrznym, jaśniejszym obwodzie. Poniżej, podobnie jak w obu poprzednich częściach, znajduje się kalendarz, wskazujący Dnie Juliańskie.

ALFRED NEUMAN

NOWOŚCI WYDAWNICZE

Gwiazdy nad nami — rzecz o Śląskim Planetarium. Autorzy tekstu: *Józef Sałabun* i *Maria Pańków*, słowo wstępne — *Jerzy Ziętek*. Scenariusz — *Józef Sałabun*, redakcja naukowa — *Maria Pańków*. Opr. graf. — *Marek Mosiński*, opr. fotogr. — *Anna Chojnacka*. Wydawnictwo Artystyczno-Graficzne, Katowice 1973. Stron 168, nakład 7000. Cena 90 zł.

Wśród licznych wydawnictw, jakie ukazały się w związku z obchodami 500-nej rocznicy urodzin Mikołaja Kopernika, na szczególną uwagę zasługuje piękny album, wydany staraniem Planetarium i Obserwatorium Astronomicznego im. Mikołaja Kopernika w Chorzowie.

Poświęcony jest on w zasadzie jednemu tylko obiektowi, nie związanemu zresztą bezpośrednio z osobą Kopernika, którego tylko imię nosi w swej nazwie, jednak wydanie albumu, obrazującego działalność tej jedynej w swoim rodzaju — w Polsce i na świecie — placówki naukowo-dydaktycznej i popularyzatorskiej w zakresie zainteresowania Wielkiego Astronoma, jest jak najbardziej na czasie.

Planetarium Śląskie zasięgiem swej działalności znacznie przewyższyło program innych instytucji tego typu. Oprócz właściwego „planetarium" działa tu obserwatorium astronomiczne, stacja sejsmologiczna, stacja meteorologiczno-klimatologiczna, różne laboratoria dydaktyczne wyposażone w sprzęt współczesny i dawny, mający na celu zobrazowanie historii rozwoju astronomii. Do programu włączono również corocznie Olimpiady Astronomiczne dla uczniów maturalnych klas liceów ogólnokształcących, a przede wszystkim — wystawy. Wystawy, które różnią się od zwykłych ekspozycji tym, że przedstawiają całokształt zagadnienia podanego w ich tytule, łącznie z historią, wystawy — które nie tylko demonstrują najnowsze zdobycze nauki, ale i uczą jak do tego doszło, i jakich dalszych osiągnięć możemy się spodziewać w przyszłości.

Album „Gwiazdy nad nami" jest nie tylko przewodnikiem po Planetarium. Ma również, sam w sobie, cel dydaktyczny. Liczne ilustracje stanowią zdjęcia przedstawiające instrumenty i sposób posługiwania się nimi, wykresy i nomogramy, przykłady zapisów przyrządów rejestrujących itd. Znaczna ich część stanowi materiał, który mógłby się znaleźć

w każdym większym podręczniku astronomii. Z ilustracji tych można się także nauczyć, jak np. szlifować szkło na teleskop amatorski, jak wykonywać niektóre obserwacje astronomiczne. Album zawiera w zarysie historię powstania i budowy placówki, opis urządzeń i szereg liczb charakteryzujących jej działalność w ciągu minionych piętnastu lat. Dowiadujemy się, że zwiedziło ją blisko trzy miliony osób, w tym powyżej stu tysięcy gości zagranicznych, że liczba seansów w Planetarium sięga 20 000. Prelekcje wygłaszane są w językach: angielskim, bułgarskim, chińskim, czeskim, esperanto, francuskim, hiszpańskim, litewskim, niemieckim, norweskim, portugalskim, rosyjskim, rumuńskim, serbskim, węgierskim, włoskim i oczywiście — w polskim.

Część zdjęć poświęcona jest również podbojowi Kosmosu.

Przedstawiono także kopie portretów ze słynnej już galerii portretów nieżyjących astronomów polskich w sali konferencyjnej Planetarium.

Na szczególną uwagę zasługuje strona fotograficzna albumu. Głównym motywem jest oczywiście Planetarium. Planetarium w dzień, Planetarium w nocy, latem i zimą, z bliska i z daleka, z lotu ptaka, w słońcu i w cieniu, otoczone zielenią i poprzez antenę stacji radiolokacyjnej służącej tu za model dydaktyczny; w czasie budowy i po otwarciu. Zdjęcia uwidaczniają piękno architektury gmachu, którego główna kopuła ma charakter symboliczny: przedstawia planetę Saturn z otaczającym ją pierścieniem. Brak zdjęć barwnych wynagradza doskonała czerń, a szczególnie kompozycja.

Jak „Planetarium jest doskonałym ambasadorem polskiej myśli naukowej i dydaktycznej" (stwierdza we wstępie Gen. Jerzy Ziętek), tak album „Gwiazdy nad nami" jest doskonałą publikacją o Planetarium. Polecamy ją wszystkim miłośnikom astronomii.

LUDWIK ZAJDLER

KALENDARZYK ASTRONOMICZNY

Opracował G. Sitarski **Wrzesień 1973 r.**

Słońce

Wstępuje w znak Wagi 23 września o 5^h21^m przechodząc przez punkt równonocy jesiennej, w którym ekliptyka przecina się z równikiem niebieskim; w związku z tym mamy zrównanie dnia z nocą i początek jesieni astronomicznej na półkuli północnej.

W ruchu dziennym na sferze niebieskiej Słońce wędruje coraz niżej nad horyzontem i w ciągu miesiąca dnia ubywa prawie o dwie godziny. W Warszawie 1 września Słońce wschodzi o 4^h46^m, zachodzi o 18^h24^m, 30 września wschodzi o 5^h34^m, zachodzi o 17^h17^m.

Księżyc

Bezksiężycowe noce będziemy mieli we wrześniu przez kilka pierwszych dni i w ostatniej dekadzie miesiąca. Kolejność faz Księżyca będzie bowiem następująca: pierwsza kwadra 4^d16^h, pełnia 12^d16^h, ostatnia kwadra 19^d17^h, nów 26^d15^h. Najdalej od Ziemi Księżyc znajduje się 6, a najbliżej 20 września. We wrześniu tarcza Księżyca zakryje Saturna, ale zjawisko to będzie widoczne w okolicach bieguna północnego i na Syberii.

Planety i planetoidy

Merkury jest we wrześniu niewidoczny. Wenus świeci nisko nad zachodnim horyzontem jako Gwiazda Wieczorna około —3.6 wielkości. Mars wschodzi wieczorem i widoczny jest na granicy gwiazdozbiorów Barana i Wieloryba jako jasna czerwona gwiazda około —1.7 wielkości; Mars zbliża się teraz do Ziemi i kątowa średnica jego tarczy wzrasta w ciągu miesiąca od 16″ do 20″.

Jowisz widoczny jest w pierwszej połowie nocy i świeci dość nisko nad horyzontem jako jasna gwiazda (około —2.2 wielk.) w gwiazdozbiorze Koziorożca. Przez lunety możemy obserwować ciekawe zjawiska w układzie czterech najjaśniejszych księżyców Jowisza; dokładne momenty tych zjawisk podajemy w tekście Kalendarzyka.

Saturn widoczny jest w drugiej połowie nocy na granicy gwiazdozbiorów Bliźniąt, Byka i Oriona, gdzie świeci jako żółtawa gwiazda około +0.3 wielkości. Uran widoczny jest jeszcze na początku miesiąca wieczorem w gwiazdozbiorze Panny (ok. 6 wielk. gwiazd.), natomiast Neptun i Pluton są niewidoczne.

Z czterech najaśniejszych planetoid tylko Pallas możemy próbować odnaleźć wieczorem w gwiazdozbiorze Wolarza wśród gwiazd około 10 wielkości, musimy więc użyć do tego celu większych lunet. Dla łatwiejszego odnalezienia planetki na niebie podajemy jej rektascencję i deklinację dla kilku dat: wrzesień 5^d ($15^h19^m.8$, $+13°7'$), 15^d ($15^h31^m.0$, $+11°36'$), 25^d ($15^h43^m.1$, $+10°10'$).

*

* *

1^d Obserwujemy początek wędrówki 3 księżyca i jego cienia na tle tarczy Jowicza. Księżyc 3 rozpoczyna przejście o 20^h39^m, a jego cień pojawia się na tarczy planety o 23^h49^m. Do brzegu tarczy zbliża się także księżyc 2. Po północy dostrzeżemy jeszcze koniec przejścia księżyca 3 (o 24^h15^m) i początek przejścia księżyca 2 (o 24^h50^m).

2^d21^h Górne złączenie Merkurego ze Słońcem.

3^d Dwa księżyce Jowisza skryją się kolejno za tarczą planety: o 19^h14^m księżyc 2, a o 21^h21^m księżyc 1. Księżyc 2 przejdzie przez strefę cienia planety i możemy jeszcze próbować dostrzec koniec jego zaćmienia o 23^h51^m (pojawi się nagle w odległości nieco większej od promienia tarczy planety z prawej strony, patrząc przez lunetę odwracającą).

4^d O 3^h Neptun znajdzie się w złączeniu z Księżycem w odległości 4°. Wieczorem obserwujemy przejście księżyca 1 i jego cienia na tle tarczy Jowisza: księżyc rozpocznie przejście o 18^h33^m, a jego cień o 19^h23^m; koniec wędrówki księżyca nastąpi o 20^h51m, a cień opuści tarczę planety o 21h41m.

5^d24^h Wenus w złączeniu z Uranem w odległości 0°.8.

7^d6^h Wenus w złączeniu ze Spiką (Kłosem Panny), gwiazdą pierwszej wielkości w gwiazdozbiorze Panny; kątowa odległość gwiazdy i planety w złączeniu wynosi 2°.

8^d Księżyc 4 Jowisza przechodzi na tle tarczy planety i do 19^h31^m jest niewidoczny.

9^d1^h Jowisz w złączeniu z Księżycem w odległości 3°.

10^d O 21^h36^m obserwujemy początek zakrycia 2 księżyca Jowisza przez tarczę planety.

11^d Księżyc 1 i jego cień przechodzą przed tarczą planety. Obserwujemy początek przejścia: księżyca o 20^h21^m, jego cienia o 21^h19^m; koniec przejścia księżyca nastąpi o 22^h39^m.

12^d Zaraz po zachodzie Słońca w pobliżu Jowisza widoczny jest tylko jego księżyc 4. w największym odchyleniu kątowym od tarczy planety. Pozostałe księżyce są niewidoczne, bowiem księżyc 1 ukryty jest za tarczą planety, księżyc 2 przechodzi na tle tarczy (od 18^h16^m widoczny jest na niej także cień tego księżyca), a księżyc 3 ukryty jest w cieniu planety. Obserwujemy teraz kolejno: o 19^h10^m koniec przejścia księżyca 2, o 20^h51^m koniec zaćmienia księżyca 1 (bo po przejściu za tarczą planety przebywał potem w strefie cienia i pojawi się nagle blisko prawego brzegu tarczy), o 21^h5^m koniec przejścia cienia księżyca 2, a 21^h24^m koniec zaćmienia księżyca 3 (ukaże się nagle z prawej strony tarczy w odległości równej jej średnicy).

16^d12^h Mars w dalekim złączeniu z Księżycem (w odl. 8°).

$18^d15^h38^m$ Heliograficzna długość środka tarczy Słońca wynosi 0°; jest to początek 1606 rotacji Słońca wg numeracji Carringtona.

19^d14^h Mars nieruchomy w rektascencji. Wieczorem obserwujemy serię ciekawych zjawisk w układzie księżyców Jowisza: księżyc 3 ukryty jest za tarczą planety, a księżyc 2 od 18^h44^m przechodzi na jej tle; o 19^h24^m księżyc 1 kryje się za tarczą planety; o 20^h52^m na tarczy pojawia się cień księżyca 2; o 21^h0^m obserwujemy koniec zakrycia księżyca 3; o 21^h32^m księżyc 2 kończy przejście na tle tarczy planety; o 21^h47^m obserwujemy początek zaćmienia księżyca 3. Oby tylko pogoda tego wieczora dopisała!

20^d6^h Saturn w bliskim złączeniu z Księżycem; zakrycie planety przez tarczę Księżyca widoczne będzie na Syberii i w okolicach podbiegunowych. Wieczorem do 20^h1^m na tarczy Jowisza widoczny jest cień jego 1 księżyca.

$23^d5^h21^m$ Słońce wstępuje w znak Wagi, jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 180°; mamy początek jesieni astronomicznej na naszej półkuli.

26^d Na krótko przed zachodem Jowisza trzy jego księżyce znikają kolejno z pola widzenia: o 21^h3^m księżyc 3 kryje się za tarczą planety, o 21^h9^m księżyc 2 rozpoczyna przejście na jej tle, a o 21^h14^m księżyc 1 również chowa się za brzegiem tarczy planety.

27^d O 14^h Pluton w złączeniu ze Słońcem. O 22^h Merkury w złączeniu z Uranem w doległości 1°.4. Wieczorem na tle tarczy Jowisza przechodzi księżyc 1 i jego cień. Obserwujemy początek przejścia cienia (o 19^h39^m) i koniec przejścia księżyca (o 20^h46^m).

28^d O 1^h Merkury w złączeniu ze Spiką w odległości 1°.4; o 5^h Uran w złączeniu z Księżycem w odległości 6°; o 6^h Merkury w złączeniu z Księżycem w odl. 4°; o 15^h Jowisz nieruchomy w rektascencji. Wieczorem obserwujemy koniec zaćmienia dwóch księżyców Jowisza: o 19^h10^m księżyca 1, o 21^h6^m księżyca 2.

30^d O 5^h Wenus w złączeniu z Księżycem w odległości 2°; o 20^h Uran w złączeniu ze Spiką w odl. 3°. Do 19^h30^m na tarczy Jowisza widoczny jest cień jego 3 księżyca.

Minima Algola (beta Perseusza): wrzecień $2^d21^h10^m$, $5^d18^h5^m$, $17^d5^h20^m$, $20^d2^h5^m$, $22^d22^h55^m$, $25^d19^h40^m$, $28^d16^h30^m$.

Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie środkowo-europejskim.

CONTENTS

E. Berezowski — Characteristic of accuracy of the astronomical instruments of Copernicus.

A. Marks — News about Mars.

A. Udalski, M. Zawilski — Past and future solar eclipses in Poland.

Chronicle: The shortest period of double star — New stage of knowledge about quasars.

Observations.

Conferences and Meetings.

New books.

Astronomical calendar.

СОДЕРЖАНИЕ

Е. Березовски — Характеристика точности астрономических инструментов Коперника.

А. Маркс — Новое о Марсе.

А. Удальски, М. Завильски — Прошлые и будущие солнечные затмения в Польше.

Хроника: Самый короткий период двойной звёзды — Новый этап познания квазаров.

Наблюдения.

Конференции и съезды.

Издательские новости.

Астрономический календар.

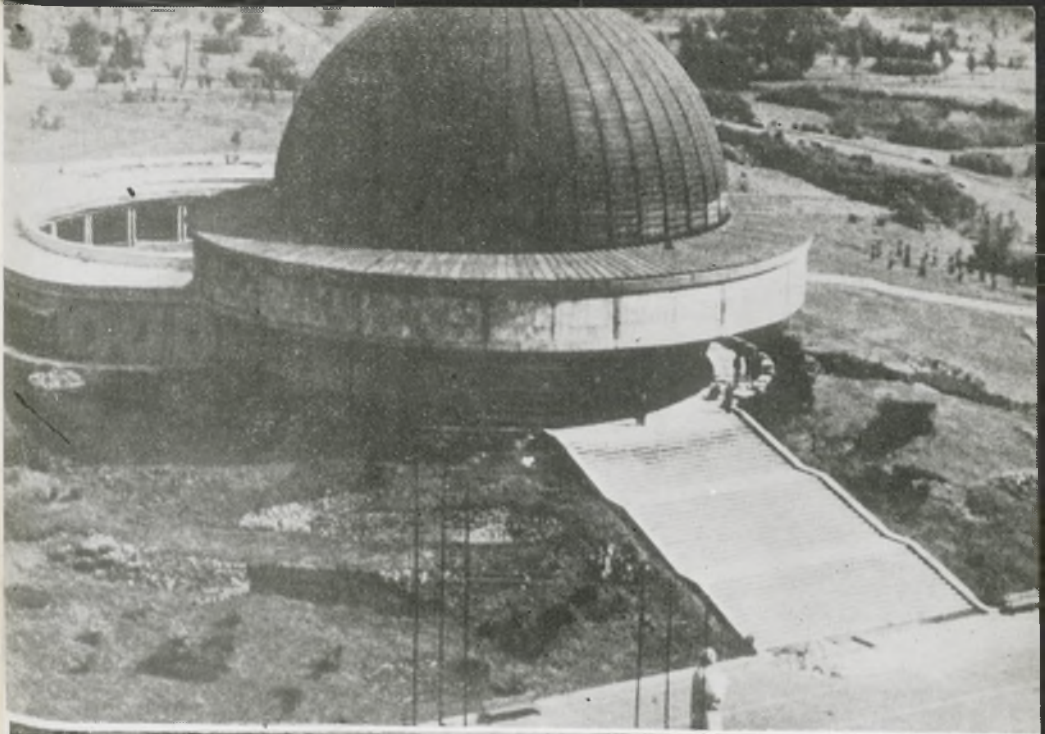
KOMUNIKAT

Dla wszystkich budujących własne teleskopy — doskonałym materiałem o charakterze instruktażowym okazać się może cykl artykułów Lucjana Newelskiego pt. „Jak zbudować teleskop amatorski" — drukowany w następujących numerach miesięcznika „Urania": 9/66 (1), 12/66 (2), 3/67 (3), 12/67 (5), 6/70 (9), 9-10/71 (10).

Wszystkie dokładne informacje na temat aktywności, radiantów, prędkości i orbit Akwaryd znaleźć można w numerach 5/61 i 7/61, Geminid i Ursyd — w 12/61; Giakobinidy — 10/61, Kwadrantydy — 1/62, Lirydy — 4/61, Leonidy — 11/61, Orionidy — 10/61, Perseidy — 8/61.

Numery te są w posiadaniu ZG i wpłaty na nie kierować należy na adres: ZG PTMA, ul. Solskiego 30/8, 31-027 Kraków, konto: PKO Kraków, I OM nr 4-9-5227 — z wyraźnym podaniem nazwiska, adresu i celu wpłaty. Cena 1 egzemplarza do 1964 r. włącznie wynosi 2 zł, natomiast wszystkie numery począwszy od 1965 r. są w cenie 6 zł za 1 egz. Koszty przesyłki wynoszą 10 gr, od 1 zeszytu.

U w a g a: Dla wszystkich kompletujących małe biblioteczki zawierające opisy najciekawszych obiektów naszego nieba przesyłamy na zamówienie całe zestawy egz. miesięcznika „Urania" zawierających materiały na określone i interesujące zamawiającego — tematy.

Redaktor naczelny: L. Zajdler 02-590 (Warszawa, Drużynowa 3, tel. 44-49-35). **Sekr. Red.:** K. Ziołkowski. **Red. techn.:** B. Korczyński. **Przewodn. Rady Redakcyjnej:** S. Piotrowski. **Wydawca:** Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii, Zarząd Główny, Kraków, ul. Solskiego 30/8, tel. 538-92. Nr konta PKO I OM 4-9-5227. **Warunki prenumeraty:** roczna — 72 zł, dla członków PTMA w ramach składki — 66 zł, cena 1 egz. — 6 zł.
Indeks 38151

PZG RSW „Prasa — Książka — Ruch", Kraków. Zam. 1528/73. 3000. B-6