



URANIA

MIESIĘCZNIK

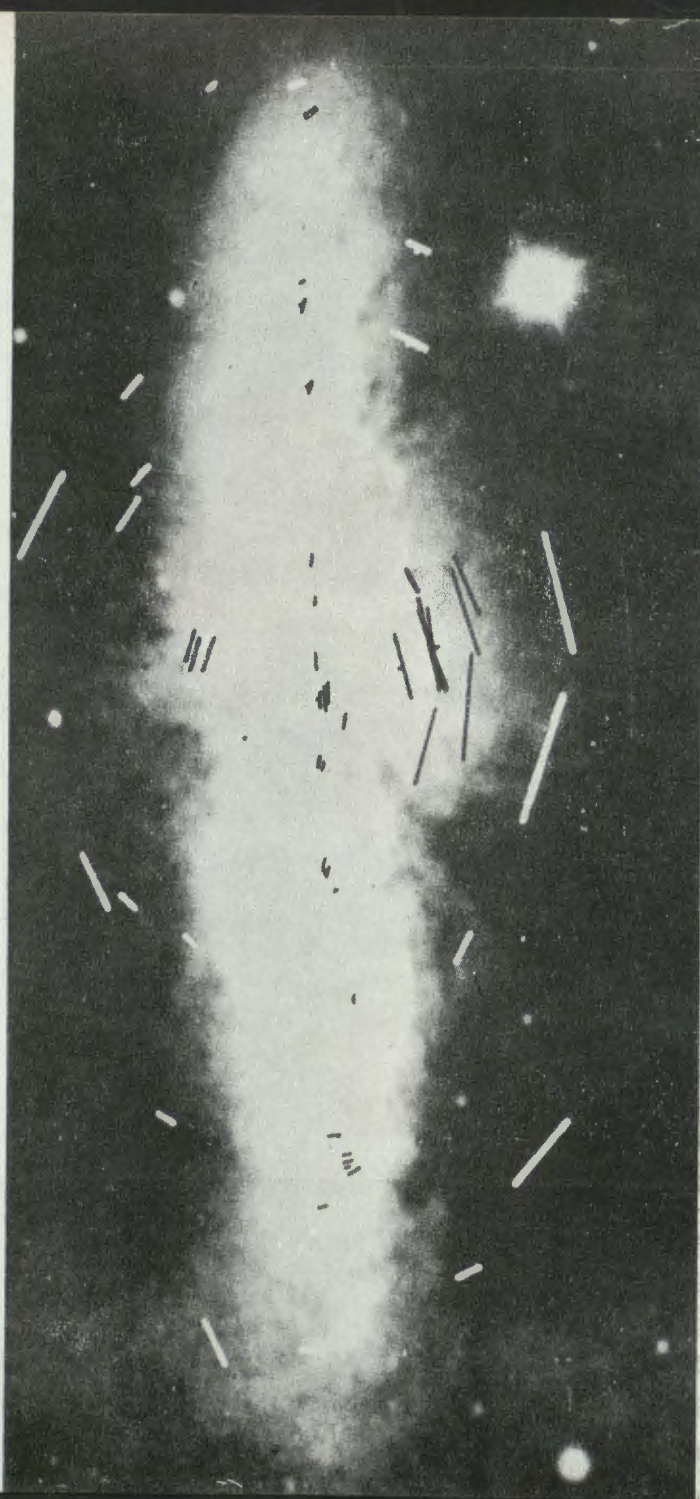
POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOSNIKÓW ASTRONOMII

ROK XXXV

MARZEC 1964

Nr 3





URANIA

MIESIĘCZNIK POLSKIEGO TOWARZYSTWA
MIŁOSNIKÓW ASTRONOMII

ROK XXXV MARZEC 1964 Nr 3

Spis treści

Włodzimierz Zonn — Odkrycie nowego rodzaju tworów kosmicznych

Jerzy Cwirko-Goodycki — Astronomia radiowa (I)

Krzysztof Ziolkowski — Elektroniczne maszyny matematyczne — współczesne narzędzia astronomii (II)

Kronika: Olbrzymia eksplozja w jądrze galaktyki M 82. — Nowe ciała niebieskie. — Jeszcze jedna eks-nowa gwiazda podwójna. — Wyznaczanie wieku pierwiastków chemicznych w Galaktyce

Nasz słowniczek astronomiczny

Kronika PTMA

Z korespondencji: Jeszcze o „bok pomagay”

Kalendarzyk historyczny

Kalendarzyk astronomiczny

ILUSTRACJE NA OKŁADCE:

Pierwsza strona okładki: Fotografia galaktyki M 82 w świetle wysyłanym przez atomy wodoru (linia H alfa). Zdjęcie wykonane przez A. Sandage'a za pomocą pięciometrowego teleskopu na Mt Palomar ukazuje potężny strumień materii wyrzucany z jądra galaktyki. Por. notatkę w Kronice o „eksplozji” w galaktyce M 82.

Druga strona okładki: Fotografia galaktyki M 82 w świetle zwykłym. Kreski pokazują kierunek i wielkość polaryzacji światła galaktyki według pomiarów A. Elviusa w obserwatorium Lowell.

Trzecia strona okładki: Tak będzie wyglądał gigantyczny radioteleskop o średnicy 305 metrów budowany w Arecibo na wyspie Porto-Rico. Nieruchome zwierciadło jest umieszczone w wydrążeniu skalnym. Por. artykuł o astronomii radiowej.

Czwarta strona okładki: Australijski radioteleskop o średnicy 64 m zbudowany w Parkes, w Nowej Płd. Walii.

O sensacyjnym odkryciu nowych tworów niebieskich — quasigwiazd pisze w swym artykule Prof. dr W. ZONN. W najbliższym czasie postaramy się zamieścić w Uranii fotografie palomarskie tych obiektów.

Mgr K. ZIOLKOWSKI kontynuuje opis nowoczesnych maszyn matematycznych coraz powszechniej stosowanych we wszystkich dziedzinach nauki i życia. Ostrzegamy Czytelników, że ta część artykułu, poświęcona programowaniu, jest dość trudna, ale warto ją dokładniej przestudiować dla satysfakcji zaznajomienia się ze współczesną techniką obliczeniową.

Mgr J. Cwirko-Godycki rozpoczyna dłuższy przegląd metod i osiągnięć astronomii radiowej. W części pierwszej Czytelnicy znajdą opis radioteleskopów, a części następne przyniosą wyniki badań radioastronomicznych.

Fotografie na 1 i 2 str. okładki niniejszego numeru przedstawiają galaktykę M 82, w której stwierdzono wielką eksplozję gazów w jądrze. Piśsze o tym Mgr B. KUCHOWICZ w Kronice.

Zarząd Główny PTMA — Kraków, ul. Solskiego 30/8 — tel. 539-92 — adres telegr. PETEEMA Kraków; konto PKO Kraków 4-9-5227. Biuro czynne codziennie z wyjątkiem niedziel i świąt w godz. 8—15, w poniedziałki i czwartki do 19, w soboty od 8—12.

WŁODZIMIERZ ZONN — Warszawa

ODKRYCIE NOWEGO RODZAJU TWORÓW KOSMICZNYCH

Niedawno grupa astronomów anglosaskich dokonała bardzo interesującego i niewątpliwie brzemiennego w skutki odkrycia obiektów stanowiących nowy, dotychczas zupełnie nieznaną typ tworów kosmicznych; nie są one ani gwiazdami, ani mgławicami, ani galaktykami w dotychczasowym tych słów znaczeniu. Są to formacje najjaśniejsze wśród wszystkich dotychczas nam znanych, znacznie jaśniejsze nawet niż galaktyki, mające jednak od nich znacznie mniejszą masę. Leżą daleko poza naszą Galaktyką, niektóre w odległości będącej już granicą zasięgu naszych teleskopów, należą więc do świata galaktyk; lecz składają się — jeżeli nie wyłącznie to głównie — z gazów, tymczasem galaktyki, jak wiemy, składają się głównie z gwiazd.

Historia tego odkrycia — będąca pięknym przykładem współpracy radioastronomów i astronomów w zwykłym tego słowa znaczeniu — dobrze wyjaśni nam jego sens i znaczenie. Dlatego ją tu podajemy.

Obserwacje radioastronomiczne dają nam wprawdzie możliwość wyznaczenia położenia danego radioźródła na niebie, jednak dokładność tego wyznaczenia jest na ogół niska; nie zawsze więc udaje nam się zidentyfikować dane źródło z odpowiednią galaktyką, lub mgławicą, których obrazy otrzymujemy na zdjęciu fotograficznym (wykonanym przez odpowiednio silny teleskop). Mamy więc wiele źródeł niezidentyfikowanych, lub zidentyfikowanych mylnie. Do nich też należało pięć źródeł zaobserwowanych przed kilku laty przez grupę astronomów z Cambridge (Anglia) i umieszczonych w ich słynnym katalogu radioźródeł, pod odpowiednimi numerami (których nie uważam za potrzebne tutaj podawać). Ponieważ normalne gwiazdy wysyłają bardzo niewiele promieniowania radiowego (czyli promieniowania o długości fali rzędu centymetrów lub metrów), a w miejscu tych radioźródeł żadnych jaśniejszych gwiazd nie wykryto, powstało przekonanie, że są nimi bądź galaktyki, bądź mgławice znajdujące się w naszej Galaktyce.

Wykonano wtedy kilka zdjęć odpowiednich okolic nieba przez największy, 5 metrowy teleskop w Obserwatorium na Mount Palomar; odkryto wtedy w miejscach odpowiednich obiekty o wyglądzie gwiazd (i dlatego nazwano te pięć radioźródeł obiektami quasigwiazdowymi). Ich identyfikacja nie nastąpiła

wątpliwości między innymi dlatego, że udało się radioastronomom ustalić bardzo dokładnie ich położenie dzięki obserwacjom ich zakryć przez Księżyc. Mamy możliwość bardzo dokładnego określenia momentu czasu, kiedy takie zakrycie następuje, a zatem możemy wyznaczyć dokładnie także położenie zakrywanego obiektu (jeśli oczywiście dobrze znamy ruch Księżyca na niebie).

Astronomowie nie chcieli jednak pogodzić się z myślą, że są to gwiazdy, między innymi dlatego, że to by przeczyło wszystkim istniejącym teoriom o budowie gwiazd i wynikającym z tych teorii możliwościom wysyłania tak obfitego promieniowania radiowego. Wtedy zaczęto próbować sfotografować widma tych „quasigwiazd”. J. L. Greestein i G. Münch uzyskali pierwsze widmo (po siedmiogodzinnej ekspozycji) i przekonali się, że składa się ono głównie z jasnych linii, co wskazywało, że badany twór jest obiektem złożonym z silnie rozrzedzonych gazów; jest zatem czymś w rodzaju mgławic gazowych występujących często wewnątrz naszej Galaktyki, mającym jednak rozmiary znacznie przewyższające przeciętne mgławice, zbliżone do rozmiarów przeciętnej galaktyki. Wykryto przy tym znaczne przesunięcie wszystkich linii ku czerwieni, tak jak to obserwujemy we wszystkich galaktykach. Na tej podstawie wyznaczono odległości każdego z tych pięciu badanych obiektów, z tego zaś, znając jasność obserwowaną, dało się wyznaczyć to co astronom nazywa jasnością absolutną, a co w przykładzie na zwykły język oznacza ilość energii promienistej wysyłanej przez dane ciało. Okazało się wtedy, że owe „quasigwiazdy” świecą 100 razy silniej niż cała nasza Galaktyka! Tymczasem ich rozmiary są znacznie — 50 do 100 razy — mniejsze niż rozmiary przeciętnej galaktyki. Również ich masy, oszacowane na podstawie znajomości mechanizmu promieniowania radiowego i widzialnego w gazach zjonizowanych, są bardzo nieznaczące, kilkadziesiąt, może nawet kilkaset razy mniejsze od masy przeciętnej galaktyki. Natomiast muszą w nich panować niezwykle wysokie temperatury, około 10 000 stopni lub jeszcze wyższe.

Odkryto też, że jedna z owych „quasigwiazd” wykazuje wyraźne wahania jasności, odbywające się w sposób dość nieregularny, z amplitudą wynoszącą około 30% światła wysyłanego. Ta sprawa pozostaje kompletną zagadką. Znamy wprawdzie mechanizmy wywołujące zmienność jasności pojedynczych gwiazd, żaden jednak z nich nie może być odpowiedzialny za zmienność olbrzymiego skupienia materii o rozmiarach zbliżonych do rozmiarów galaktyki. Musi to być jeden mecha-

nizm, inaczej bowiem zmienności wielu obszarów będą się wzajemnie „znosiły” jak w każdym zjawisku statystycznym, gdzie się „sumuje” niezależne od siebie fluktuacje jakiejś wielkości. Z drugiej jednak strony nie sposób wyobrazić sobie jakiegoś jednego procesu, który wywoływał by jednocześnie zmiany w całym tworze o rozmiarach kilku tysięcy lat świetlnych, chociażby dlatego, że wszelkie impulsy, czy mechaniczne, czy świetlne nie mogą wędrować szybciej, niż prędkość światła. Na to by jedna część owej „quasigwiazdy” przekazała jakiś impuls części innej trzeba wielu tysięcy lat!

Odkrycie owo zawiera wiele jeszcze innych zagadek, które mają charakter bardziej szczegółowy i „zawodowy”, i dlatego o nich tu nie mówimy.

Spójrzmy jeszcze nań od strony spraw kosmologii. Odkryte „quasigwiazdy”, które słuszniej było by nazwać galaktykami gazowymi, są niewątpliwie formą krótkotrwałą. Świadczy o tym ich niezmiernie wysoka wydajność energii na jednostkę masy, w wyniku czego proces promieniowania takiej galaktyki w tym „tempie” nie może potrwać długo, najwyżej kilka milionów lat. Zważywszy, że Ziemia liczy sobie kilka miliardów lat, ów milion jest okresem czasu niezmiernie krótkim w skali oczywiście zdarzeń kosmicznych. O krótkotrwałości życia tego typu tworów kosmicznych świadczy też i to, że odkryto ich zaledwie kilka na kilka miliardów znanych nam w naszym otoczeniu galaktyk. Prawdopodobieństwo odkrycia czegoś w przestrzeni jest przecież proporcjonalne do czasu życia danego typu obiektów. Znaczy to, że w przestrzeni międzygalaktycznej w tej chwili rodzą się jakieś nowe niezmiernie szybko ewoluujące twory, które wkrótce już zamieniają się w co innego (czego my nie znamy); może to będą pojedyncze galaktyki o bardzo małej masie, co wydaje się w tej chwili najprawdopodobniejsze. Znamy bowiem, obok galaktyk normalnych typu naszej Galaktyki, wiele galaktyk karłowatych, o których jednak nie wiele się wie i mówi dlatego, że ze względu na swoją niską jasność są one na ogół trudne do wykrycia. Kto wie, czy te właśnie galaktyki nie stanowią typowego zaludnienia wszechświata, nie galaktyki, które dziś traktujemy jako normalne, bo znamy ich kilka miliardów wtedy, gdy galaktyk karłowatych znamy tylko kilka?

Tak czy inaczej, przedstawione tu odkrycie jest jeszcze jednym i może najsilniejszym argumentem przeciwko hipotezie o „narodzinach” wszechświata, którą tu pokrótce streszczę.

W latach dwudziestych naszego stulecia powstało kilka hipotez, które obecnie obserwowane zjawisko „ucieczki” galaktyk i wiele innych traktowały jako ciąg dalszy pewnego wyjątkowego zdarzenia, wybuchu pierwotnego wszechświata zredukowanego do rozmiarów jednej jakiejś „nadgwiazdy”, czy „jądra pierwotnego”. W tym względzie wszystkie te hipotezy się zgadzały ze sobą i dlatego objęto je wspólną nazwą „ewolucyjne”. Bo wynikało z nich, że obecnie świat również ewoluuje, jednak w sposób jednokierunkowy i nieodwracalny (w tym sensie, w jakim tego słowa używają lekarze). Mówiąc w skrócie, wszystko w nim się „strzeje” i niemożliwe jest powstawanie nowych, dużych obiektów kosmicznych, ponieważ pierwotnie dość gęsta materia, wypełniająca wszechświat (w chwili „narodzin”), obecnie stała się niezmiernie rzadka. I że końcowym etapem ewolucji wszechświata musi być fizyko-chemiczna śmierć; ustanie wszelkich procesów i przemian.

Przedstawione tu odkrycie jest oczywiście zaprzeczeniem tych hipotez. Jeśli więc ryzykować w dalszym ciągu porównań z życiem ludzkim, słuszniejsze było by stwierdzenie, wynikające z tych odkryć, że wszechświat rodzi się każdego dnia i każdego dnia umiera. Pamiętajmy jednak, że wszelkie porównania są straszliwie niebezpieczne; ale trudno bez nich się obejść.

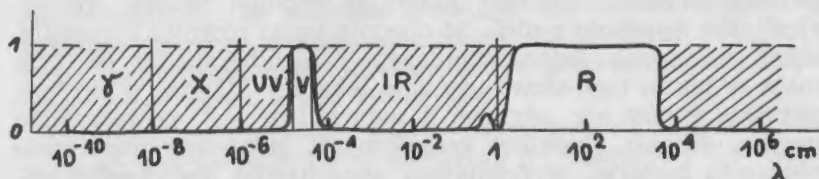
JERZY CWIRKO-GODYCKI — Warszawa

ASTRONOMIA RADIOWA (I)

Światłne punkty rozsiane na firmamencie niebieskim — to gwiazdy. Nigdy nie widzimy ich tarcz. Są tak odległe, że do mieszkańców Ziemi dociera zaledwie ich nikle światło. Jeżeli ktoś sądzi, że astronomowie, przez ogromne teleskopy potrafią zobaczyć więcej — na przykład tarcze gwiazd, jest w błędzie. Nikły promyczek światła jest jedynym łącznikiem z tymi odległymi ciałami, a widziane w teleskopie gwiazdy, są zawsze punktami świetlnymi. Astronomowie wymyślili cały szereg metod, które pozwoliły rozszyfrować tę znikomą, wydawałoby się, ilość informacji przychodzącą z Kosmosu. Analiza widmowa, badanie polaryzacji, czy interferencji — dały nam te wszystkie wiadomości o gwiazdach, które posiadamy. Światło widzialne, którego analizą zajmuje się astronomia w sensie klasycznym, stanowi bardzo niewielki wycinek widma fal elektromagnetycznych. Powyższą sytuację ilustruje rys. 1.

Jako wiadomo, światło widzialne z jednej strony ogranicza dziedziną fal nadfioletowych — niedostępnych dla oka, a z dru-

giej, równie niewidzialna dziedzina podczerwieni. I wprawdzie można skonstruować urządzenia pozwalające rejestrować obie niewidzialne części widma, jednak dla obserwacji astronomicznych są one praktycznie niedostępne. Przyczyną tego utrudnienia jest nasza atmosfera. Zawarta w niej ilość ozonu (O_3), skutecznie ekranuje nadchodzące od gwiazd promieniowanie nad-



Rys. 1. Widmo fal elektromagnetycznych z ukazaniem przezroczystości atmosfery ziemskiej dla różnych ich długości: γ — promienie γ , X — promienie Roentgena, UV — ultrafiolet, V — światło widzialne, IR — podczerwień, R — promieniowanie radiowe; skala przezroczystości: 0 — całkowita nieprzezroczystość, 1 — całkowita przezroczystość.

fioletowe, a para wodna stanowi parawan nieprzepuszczający podczerwieni. Zasłona z pary wodnej, ekranuje promieniowanie elektromagnetyczne przychodzące z Kosmosu do długości fali, równej 1 centymetrowi. Fale dłuższe docierają znowu do Ziemi. I dopiero, począwszy od długości około 30 m, znowu są pochłaniane, bądź odbijane od naszej atmosfery. Ten przedział fal, od 1 cm — do 30 m, przepuszczalny przez naszą atmosferę, a 100 000 razy szerszy od przedziału optycznego — jest dziedziną badań radioastronomii.

Przyrządy pozwalające uchwycić i zmierzyć promieniowanie radiowe z Kosmosu nazwano — radioteleskopami. Ze zwykłymi teleskopami optycznymi łączy je wspólna idea (badanie promieniowania przychodzącego z Wszechświata), oraz schemat urządzenia. A mianowicie: w teleskopie optycznym, światło gwiazd — zbierane np. za pomocą zwierciadła — ogniskowane jest na odbiorniku promieniowania, np. kliszy fotograficznej. W radioteleskopie fale elektromagnetyczne trafiają na antenę, bądź metalowe zwierciadło i ogniskowane są na odbiorniku, którym może być mała antena. Od anteny ogniskowej, energia odprowadzana jest falowodami do specjalnego odbiornika, o którym szczegółowo opowiemy dalej.

Skomplikowane układy anten stosowane w radioteleskopach, wykonuje się często z tzw. dipoli półfalowych. Dipol półfalowy jest metalowym prętem o długości równej połowie odbieranej fali, co pociąga za sobą fakt, że jest on zawsze nastawiony na

odbior ściśle określonej długości fali. Chcąc za pomocą takiej anteny odbierać inne długości fali — musimy zmienić dipole.

W wypadku, gdy jedna antena składa się z szeregu dipoli, musimy dbać o to, aby przychodzące do odbiornika impulsy prądu elektrycznego dochodziły w jednakowej fazie. Takie anteny nazywamy współfazowymi. Aby takie urządzenie działało poprawnie, wszystkie wymiary muszą być ściśle obliczone: a więc ważna jest nie tylko jednakowa długość dipoli, ale i odległość między nimi powinna wynosić pół fali, a długość przewodów od dipoli do odbiornika gra tu istotną rolę. Dopiero ściśle skoordynowanie tych wszystkich parametrów może zapewnić dobry i poprawny odbiór sygnału. Powierzchnia płaskiej wielodipolowej anteny jest jej wielkością charakterystyczną. Zarówno zmniejszenie jak i zwiększenie optymalnej, dla danej długości fali, ilości dipoli pogorszy jakość anteny.

Przychodzące do anteny promieniowanie z Kosmosu ma na ogół widmo ciągłe, to znaczy, do anteny docierają jednocześnie fale o różnych długościach i różnych fazach. W radiotechnice nazywamy takie promieniowanie szumem. Nazwa ta pochodzi stąd, że gdybyśmy na wyjściu odbiornika umieścili głośnik — usłyszelibyśmy właśnie szum.

Składowa elektryczna pola fal radiowych powoduje w dipolach półfalowych drgania elektryczne. Energia tych drgań, ze wszystkich dipoli zbiera się w jednym kanale, którym jest zazwyczaj dobrze izolowany kabel. Energia ta, przenoszona kablem, dociera do odbiornika. Jeżeli oporność wejściowa odbiornika jest równa oporności falowej anteny, to maksymalna moc uchwycona przez antenę dotrze na wejście tego urządzenia.

Dla fal krótkich (centymetrowych i decymetrowych), zamiast anten wielodipolowych) stosuje się metalowe zwierciadła paraboliczne. W ognisku zwierciadła znajduje się antena odbiorcza, która połączona jest z odbiornikiem falowodem — to znaczy drażoną rurą o odpowiednim kształcie i rozmiarze. Zwierciadło paraboliczne skupia fale radiowe nie w punkcie, ale na pewnej przestrzeni, tworząc tzw. płamę ogniskową, za powstanie której odpowiedzialne jest zjawisko dyfrakcji. Przychodzące do zwierciadła promieniowanie wytwarza na metalicznej powierzchni prądy elektryczne. Prądy te zmieniające się w czasie powodują wysłanie „odbitych” fal elektromagnetycznych rozchodzących się we wszystkich kierunkach. Fale te interferują wzajemnie, a w ognisku teleskopu panują takie warunki, że wszystkie dochodzące tu drgania są w jednakowej

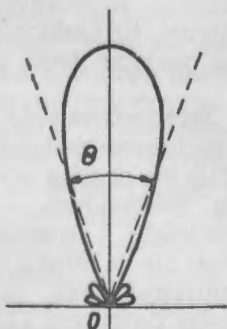
fazie. Wystąpi tu więc „wzmocnienie”. Ale łatwo wyobrazić sobie, że podobne zjawisko wystąpi także i w pobliżu ogniska, w pewnej ściśle określonej od niego odległości i to właśnie będzie powodem powstania plamy ogniskowej. Ponieważ długość fal radiowych jest odpowiednio duża, duża też będzie „plama ogniskowa”.

Zjawisko dyfrakcji ogranicza tzw. zdolność rozdzielczą radioteleskopu. Otóż, gdyby w polu widzenia ukazały się dwa obiekty w pewnej odległości kątowej od siebie, to radioteleskop zbiera promieniowanie w dwu plamach. O ile nie będą one zachodziły na siebie — „zobaczymy” dwa ciała, gdy jednak ich odległość kątowa będzie zbyt mała, obraz zleje się w jeden obiekt. Wyrażenie określające zdolność rozdzielczą anteny jest następujące:

$$\text{gdzie: } \Theta = \frac{\lambda}{D}$$

gdzie: Θ — zdolność rozdzielcza,
 λ — długość fali,
 D — średnica zwierciadła.

Ze zdolnością rozdzielczą związana jest ściśle tzw. kierunkowość anteny, określająca, że moc odbieranego sygnału będzie największa w wypadku, gdy obiekt leży na osi radioteleskopu. Wykres kierunkowości anteny ilustruje rys. 2.



Rys. Charakterystyka kierunkowa anteny kierunkowej. Widać listek główny i listki boczne. Kierunkowość anteny określa kąt Θ równy podwojnemu kątowi pomiędzy kierunkiem maksymalnej czułości anteny, a kierunkiem, dla którego czułość ta spada do połowy.

Cechą charakterystyczną wykresu kierunkowości anteny jest istnienie tzw. listka głównego, określonego kątem kierunkowości anteny. Na rys. 2 widzimy również listki boczne, powstające na skutek dyfrakcji. O ich istnieniu radioastronom musi dobrze pamiętać przy obserwacji. Może się bowiem zdarzyć, że przed

listkiem głównym nie będzie żadnego źródła promieniowania, a będzie ono np. w kierunku któregoś z listków bocznych. Wtedy antena zarejestruje promieniowanie a astronom może sądzić, że jest to słaby obiekt leżący w kierunku listka głównego. Przy obecnie istniejących radio-mapach nieba efekt ten nie jest już tak groźny, ale w czasie prac pionierskich wypadki omyłek niejednokrotnie się zdarzały.

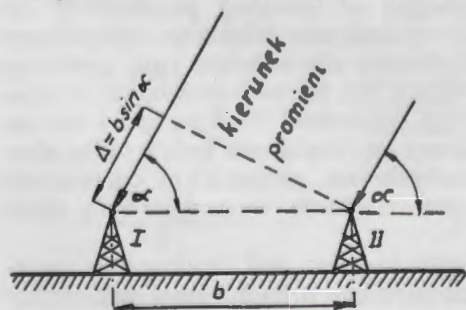
Zdolność rozdzielcza radioteleskopu jest bardzo niewielka i jedynie w nielicznych przypadkach wynosi mniej niż 1° . W porównaniu z metodami optycznymi wypada to niesłychanie nieefektywnie, bowiem mały teleskop optyczny o średnicy 20 cm, ma zdolność rozdzielczą około $0''.1$ łuku. Wydawałoby się zatem, że już nawet obserwacja Słońca staje się niemożliwa za pomocą radioteleskopu, skoro Słońce ma średnicę $0^\circ 5'$, a zdolność rozdzielcza wynosi 1° .

Można przypuszczać, że dla zwiększenia zdolności rozdzielczej wystarczy zwiększyć średnicę parabolicznego lustra. Tak też jest w istocie. Jednak musimy pamiętać, że przy falach radiowych, których długości są bardzo znaczne (od 1 cm — 30 m), rozmiary teleskopów będą ogromne, nie rzadko o kilkudziesięciu metrach średnicy. Łatwo więc wyobrazić sobie koszt takiej ogromnej paraboloidy-anteny. Przy tak ogromnych lustrach istotną rolę odgrywa ciężar całej konstrukcji. Nie trudno wyobrazić sobie jak masywną i skomplikowaną należy wykonać budowę, aby lustro pod własnym ciężarem nie uległo odkształceniom i aby jego powierzchnia zachowała kształt paraboloidy. Z pomocą inżynierom-konstruktorom przychodzi tu pewna własność lusterek i fal radiowych. Okazuje się, że aby lustro poprawnie ogniskowało padające na nie promienie, jego powierzchnia nie powinna odbiegać od idealnej paraboloidy na więcej niż 0.1 długości fali. Przy budowie teleskopu optycznego jest to nie lada kłopot, gdyż tam nierówności nie powinny przekraczać 0.05 mikrona. Jednak dla fal radiowych, np. o długości 10 m, te odchylenia mogą dochodzić do 1 metra. I tak na przykład 65 m teleskop radiowy w Anglii ma zwierciadło zbudowane z drutów rozpostartych na słupach o ogromnych „okach”, które jednak nie przeszkadzają w poprawnym ogniskowaniu promieniowania.

Przeważnie dążeniem konstruktorów jest budowanie paraboloid o bardziej dokładnych powierzchniach, gdyż tak wykonane lustro pozwala pracować na różnych długościach fali, o ile w ognisku będziemy zmieniali odpowiednie dipole połączone z odpowiednimi dla danej fali odbiornikami.

Ogromne rozmiary i ciężar anten parabolicznych dochodzący do tysięcy ton, stwarzają poważny problem przy poruszaniu taką machiną. Stąd też znaczna ilość anten jest nieruchoma, na stałe ustawiona w jednym kierunku. Badane obiekty przechodzą, w polu widzenia radioteleskopu na skutek obrotu Ziemi wokół osi. Do największych lusterek parabolicznych należy 300 m teleskop znajdujący się w USA i pracujący na fali 21—66 cm.

Często dla wygody obserwatora montuje się te ogromne lustra w układzie horyzontalnym, który umożliwia śledzenie badanego obiektu. Taki montaż ma np. radioteleskop w Jodrell Bank w Anglii, o średnicy 76 m, oraz budowana obecnie w USA (stan Wirginia) paraboloida o średnicy 183 m. Ciężar tej kolosalnej konstrukcji wynosi przeszło 20 000 ton. Koszt tego urządzenia szacowany jest na 80 milionów dolarów. Ciekawy radioteleskop zbudowano ostatnio w Australii. Jego paraboliczne lustro ma średnicę 64 m, a montaż urządzenia jest paralaktyczny. Dokładność powierzchni pozwala na obserwację fali o długości 10 cm, a partie centralne na obserwację w falach 3 cm. W ognisku teleskopu, do którego prowadzą szybkie windy, umieszczono szereg wymiennych dipoli pozwalających na pracę w różnych długościach fali. Dodatkowym udogodnieniem jest umieszczony w osi optycznej radioteleskopu, teleskop optyczny. Oczekuje się, że radioteleskop ten będzie pracować na fali 21 cm, niezwykle interesującej astronomów. Koszt teleskopu szacowany jest na 10 milionów NF. Mimo wielkich udogodnień zdolność rozdzielcza takich anten pozostaje nieduża. Aby rozwiązać tę niezwykle kłopotliwą sprawę korzysta się z urządzeń opartych na zjawisku interferencji.

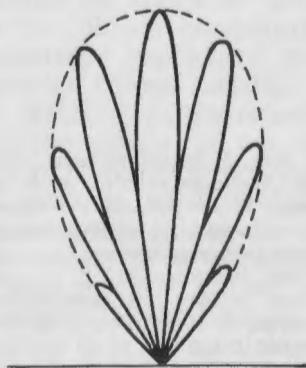


Rys. 3. Interferometr dwu-antenowy (schematycznie). — I, II — antena I i II, b — baza (odległość między antenami), Δ — różnica dróg promieni dobiegających do anteny I i II

Wyobraźmy sobie, że mamy dwie identyczne anteny pracujące na jednakowej długości fali. Energię od obu anten dopro-

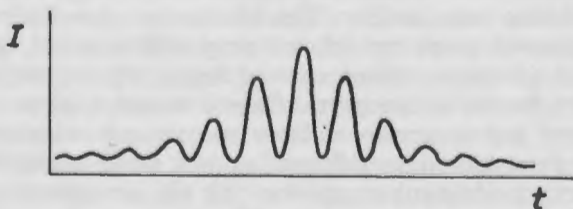
wadzamy na wejście odbiornika. Schemat takiego urządzenia przedstawia rys. 3.

Nateżenie pola elektromagnetycznego przychodzącego od paraboloid będzie dla obu anten przesunięte w fazie. Jeżeli różnica faz wyniesie 0° — nateżenia będą się dodawać, gdy faza będzie 180° — nastąpi wygaszenie. Na wejściu odbiornika zajdzie więc interferencja. Charakterystyka anteny będzie teraz wielolistkowa, co ilustruje rys. 4.



Rys. 4. Charakterystyka kierunkowa radiointerferometru

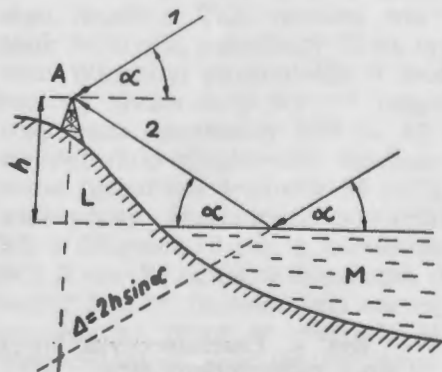
Liczba listków zależna będzie od odległości między obu antenami. Im większa będzie ta odległość, tym więcej wystąpi listków i tym będą one węższe, tym większa będzie zdolność rozdzielcza anteny. Przy długości fali 2 m i odległości anten 600 m, szerokość listków będzie około $10'$. Wykres przejścia obiektu radiowego w polu widzenia interferometru pokazano na rys. 5.



Rys. 5. Zapis przejścia radioźródła przez pole widzenia radiointerferometru (schematycznie); I — nateżenie sygnału, t — czas

Metoda interferencyjna pozwala wykonywać pomiary obiektów o małych rozmiarach kątowych i badać rozmaite szczegóły większych obiektów, takich np. jak obiekty występujące w Drodze Mlecznej.

Ciekawym rozwiązaniem interferometru jest tzw. interferometr morski, który dysponuje tylko jedną anteną, a interferencja zachodzi pomiędzy wiązką padającą bezpośrednio do anteny i odbitą od powierzchni morza, jak widzimy to na rys. 6.



Rys. 6. Interferometr „morski” (schematycznie); A — antena, L — ład, M — morze, h — wysokość anteny względem poziomu morza, 1 — promień bezpośredni, 2 — promień odbity od powierzchni morza, Δ — różnica dróg promieni 1 i 2

Istnieją również bardziej skomplikowane układy zbierające promieniowanie większej ilości lusterek. Taki 32 antenowy interferometr istnieje np. w Australii. Składa się on z 32 zwierciadeł ustawionych w linii o długości 200 m i pracuje na fali 21 cm. Jego zdolność rozdzielcza wynosi około 3'. Różnych typów anten można by tu wymienić niezmiernie dużo, jednak najważniejsze z nich zostały pokazane i w dalszym ciągu zajmiemy się teraz losem sygnału od anteny do odbiornika. Jak już wspominaliśmy, przychodzące fale radiowe mają widmo ciągłe i występują w odbiorniku jako szumy. Ten szumowy charakter promieniowania stanowi poważny kłopot przy odbiorze fal, gdyż trudno np. odróżnić szum kosmiczny od tego, który powstaje w samym urządzeniu odbiorczym. Często nawet zdarza się, że szum kosmiczny jest znacznie słabszy niż szumy własne aparatury. Zasadniczym zadaniem odbiornika jest więc wzmocnienie i detekcja przychodzących sygnałów, jak też przygotowanie sygnału do zapisu. Każdy odbiornik radiowy wzmacnia jedynie wąski przedział widma (w radioastronomii: 4—5 MHz). W ten sposób niejako filtruje nam przychodzący sygnał, wycinając z jego

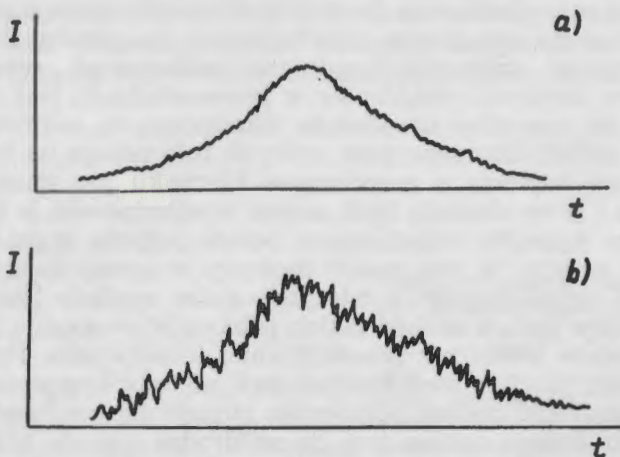
widma dowolnie wąski przedział. Również antena działa jak filtr, przyjmując określoną długość fali. Głównym filtrem pozostaje odbiornik. Radioteleskop staje się więc urządzeniem przepuszczającym tylko określoną długość fali. Po wzmocnieniu i detekcji przychodzącego do anteny promieniowania zostaje ono przekazane do urządzenia rejestrującego, np. pisaka. Ponieważ moc szumów własnych urządzenia odbiorczego, wynikająca z ruchów cieplnych elektronów w przewodnikach, jest znaczna, stosuje się specjalne urządzenia eliminujące te zakłócenia. Są to tzw. układy kompensujące, których rola polega na tym, aby dostarczyć napięcia o przeciwnym kierunku do szumów odbiornika i przez dodanie tych napięć wyeliminować je z zapisu. W takim wypadku rejestrowany będzie jedynie sygnał trafiający do anteny. W ten sposób możemy stosować najczulsze ze znanych rejestratorów i odczytać słabe sygnały kosmiczne. W praktyce jednak czułość takich odbiorników okazuje się dziesięciokrotnie niższa niż przewidywano teoretycznie. Przyczyna tej różnicy tkwi w niedokładnościach metody kompensacyjnej.

Aby podnieść czułość odbiornika stosuje się tzw. metodę radiometru. Polega ona na tym, że na drodze sygnału idącego od anteny daje się specjalny przełącznik, który z częstością np. 30 razy na sekundę przekazuje do odbiornika naprzemian sygnał z anteny i sygnał ze specjalnego generatora o mocy szumów równej mocy szumów własnych anteny. Tak modulowany sygnał anteny daje się dużo lepiej oddzielić od szumów aparatury, a przez to zwiększyć jej czułość.

Urządzeniem pozwalającym niezwykle podnieść czułość odbioru kosmicznych sygnałów — jest MASER (*Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation*). Po raz pierwszy został on zastosowany w radioastronomii w roku 1959.

Odkrywcy masera nie starali się zajmować schematami elektrycznymi, pozwalającymi ulepszyć odbiór, ale wykorzystali tu pewne własności materii. Okazało się mianowicie, że pewne kryształy np. rubin z domieszkami jonów chromu, umieszczone w polu magnetycznym i pobudzane ściśle określonym promieniowaniem mają własności wzmacniające. Omijam tu ściśle wyjaśnienie zjawiska wzmocnienia masera, gdyż znajdzie je czytelnik w podanej na końcu literaturze. Urządzenie zawierające maser umieszcza się w ognisku radioteleskopu. Aby obniżyć temperaturę szumów własnych maser zanurza się zwykle w naczyniu z ciekłym helem o temperaturze 1.0°K . Urządzenia maserowe pozwalają zmniejszyć szumy własne odbiornika o około 16 razy w stosunku do urządzeń klasycznych budowa-

nych na lampach. Korzyści wynikające z zastosowania masera, przy odbiorze sygnałów od obiektu promieniującego radiowo — pokazuje rys. 7.



Rys. 7. Zapis sygnału odebranego podczas przejścia silnego radioźródła przez pole widzenia anteny; a) z zastosowaniem masera, b) przy użyciu zwykłego odbiornika. Na rys. 7 a wyraźnie widać zmniejszenie fluktuacji wywołanych przez szumy własne odbiornika

Wysoka cena urządzeń maserowych, oraz wąskie pasmo przepuszczania są powodem, że tego typu wzmacniacze nie są w radioastronomii tak często stosowane, jakby się to na pierwszy rzut oka zdawało. Stosuje się coraz szerzej tzw. wzmacniacze parametryczne, których własności poznano bardzo niedawno, bo zaledwie w 1950 r. Elementem wzmacniającym jest tu zmienna pojemność, która nie wprowadza szumów własnych. I wprawdzie uzyskane zmniejszenie szumów własnych we wzmacniaczach parametrycznych jest zaledwie dziesięciokrotnie niższe niż w zwykłych odbiornikach, przyszłość leży jednak przed tymi właśnie urządzeniami.

Literatura

1. *Radioastronomie*, J. L. Steinberg, J. Lequeux, Paris 1960.
2. *La Nature*, Nr 3321, Janvier 1962, str. 1, oraz str. 23.
3. *Postępy Astronomii*, Zesz. 1, tom. XI, 1963, str. 3.
4. *Radioastronomia*, J. Szklowski, Wiedza Powszechna, W-wa 1955.
5. *Anteny*, S. I. Nadenienko, Moskwa 1959.
6. *Radio-Astronomy*, B. Lovell and J. A. Clegg, London, 1952, rozdział III.

KRZYSZTOF ZIOLKOWSKI — Warszawa

ELEKTRONICZNE MASZYNY MATEMATYCZNE — WSPÓLCZESNE NARZĘDZIA ASTRONOMII (Część II)

III. Programowanie maszyn cyfrowych

Jednym z podstawowych terminów związanych z elektronicznymi maszynami matematycznymi jest „program”. Należy go rozumieć jako zbiór informacji: co maszyna ma robić, w jakiej kolejności i na jakim materiale liczbowym. Ponadto programem w nieco węższym, ale powszechnie przez specjalistów używanym znaczeniu, nazwiemy taki zbiór informacji, który ułożony jest w pewien umowny, ale ściśle określony dla danej maszyny sposób. O sposobie tym mówi się często jako o pewnym specjalnym języku, za pomocą którego można porozumiewać się z daną maszyną. Jeśli język ten może być bezpośrednio „rozumiany” przez maszynę, to nazywamy go *ko-dem wewnętrznym* maszyny. Jeśli natomiast maszyna dla „rozumienia” języka wymaga pewnego specjalnego programu zwanego *translatorem*, wówczas nazywa się on *ko-dem zewnętrznym* lub *autokodem*. Zadaniem translatora jest więc „przetłumaczenie” czyli translacja autokodu na kod wewnętrzny zrozumiały bezpośrednio przez maszynę. Użycie do układania programów języków zewnętrznych czyli autokodów jest rezultatem dążności do jaknajwiększego uproszczenia i ułatwienia tworzenia programów, a w konsekwencji ułatwienia pracy z maszyną cyfrową *).

By poznać ogólne zasady programowania maszyn cyfrowych oprzemy się na przykładzie maszyny konkretnego typu, a mianowicie radzieckiej Urał-2, o której wspominaliśmy już w części poprzedniej. Początkowo omówimy tylko programowanie w kodzie wewnętrznym tej maszyny.

Podstawową jednostką każdego programu jest tzw. *słowo*, które, jak pamiętamy, ma w maszynie cyfrowej postać liczby binarnej. W maszynie Urał-2 słowa mogą być długie lub krótkie; słowo długie ma 40 bitów, krótkie natomiast 20. Ze względu na rolę w programach słowa dzielimy na *liczby* i *rozkazy*. Liczby są zasadniczo słowami długimi (w pewnych szczególnych wypadkach, o których tu mówić nie będziemy, mogą także być słowami dwudziestobitowymi). Występują one najczęściej

*) Ten trudny, gdyż wprowadzający wiele nowych pojęć wstęp, jest jednak konieczny dla zrozumienia dalszych części artykułu, w których omówione terminy niejednokrotnie będą używane.

bić, są z reguły słowami krótkimi dwudziestobitowymi. Składają się zasadniczo z dwóch części: operacyjnej, która wskazuje jaką czynność ma maszyna wykonać, a więc np. dodawanie, mnożenie, przesłanie do pamięci itp. oraz część adresową, która wskazuje adres liczby, na której żądana operacja zostanie wykonana. Kod operacji ma w maszynie Urał-2 zawsze postać dwucyfrowej liczby ósemkowej, adres, jak wiemy, jest czterocyfrową liczbą ósemkową (system ósemkowy wprowadzony, został do pisania programów ze względu na łatwą do zapamiętania odpowiedniość z systemem binarnym — porównaj pierwszą tabelę w części poprzedniej).

Teraz możemy przedstawić już przykład programu dodawania do siebie dwóch liczb przy założeniu, że jedna z nich umieszczona jest w komórce pamięci o adresie 1230, a druga pod adresem 1232. Wynik dodawania chcemy umieścić w komórce 1234. Program, według którego będzie wykonywana ta czynność, umieszczamy w pamięci w kolejnych komórkach poczynając od adresu 4000. Rozkazy tego programu będą:

4000	42	1230
4001	41	1232
4002	56	1234

Pierwszy z nich, którego kod operacji jest 42, pobiera liczbę z komórki pamięci o adresie 1230 do specjalnego rejestru zwanego akumulatorem, w którym zawsze wykonywane są wszystkie operacje arytmetyczne. Operacja, której kod jest 41 (następny rozkaz) oznacza dodanie do aktualnej zawartości akumulatora (w naszym przykładzie jest nim liczba z komórki 1230) liczby umieszczonej w komórce 1232. I wreszcie trzeci rozkaz znajdujący się pod adresem 4002 oznacza przesłanie zawartości akumulatora — kod operacji 56 — (w przykładzie poszukiwanej sumy dwóch liczb) do komórki, której adres wskazuje część adresowa tego rozkazu, a więc 1234.

W zasadzie rozkazy wykonywane są w takiej kolejności, w jakiej zapisane są w pamięci maszyny (w naszym przykładzie najpierw rozkaz umieszczony pod adresem 4000, potem 4001 i wreszcie 4002). Wyjątek stanowią jedynie tzw. rozkazy skokowe, które umożliwiają skok do dowolnego adresu pamięci. I tak, np. jeśli pod adresem 3740 zapisany jest rozkaz 22 5130, to wtedy, gdy maszyna dojdzie do wykonania rozkazu z adresu 3740, jako następny po nim będzie wykonany nie rozkaz z adresu 3741, ale umieszczony w komórce 5130 i dalej 5131, 5132 itd.

Ponieważ kod operacji jest, jak widzieliśmy wyżej, dwucy-

frową liczbą ósemkową, wynika stąd, że maszyna Urał-2 ma co najwyżej 77 (ósemkowo) operacji. Dziesiątkowo odpowiada to liczbie 64; w rzeczywistości jest ich około 40, ponieważ nie wszystkie kombinacje zostały wykorzystane. W liczbie tej obok podstawowych operacji arytmetycznych występuje szereg operacji organizacyjnych, do których zaliczamy między innymi wspomniane wyżej operacje skoków, dalej operacje wejścia (np. czytanie jednego rządka taśmy perforowanej — kod 40), wyjścia — (np. wydrukowanie zawartości akumulatora na drukarce liniowej — kod 33); istnieją wreszcie tzw. operacje logiczne, np. wzajemne porównywanie dwóch liczb — kod 14 itp.

Dla ułatwienia pisania programów każda maszyna winna być wyposażona w tzw. bibliotekę podprogramów funkcji standardowych. Jest to po prostu zbiór możliwie optymalnie napisanych programów obliczania najczęściej używanych funkcji, a więc np. sinusa i cosinusa, pierwiastka kwadratowego, logarytmu naturalnego itp. Tak więc, przy układaniu programu, jeśli zachodzi konieczność, można wykorzystywać gotowe podprogramy.

Tyle w wielkim skrócie o programowaniu w kodzie wewnętrznym. Nietrudno zauważyć, że jest to czynność dość pracochłonna: każde obliczenie należy rozbić na poszczególne pojedyncze operacje i odpowiednio je zakodować. Łatwo przy tym o wiele pomyłek, które zarówno trudno jest znaleźć, jak również poprawić. Ponadto program napisany w kodzie wewnętrznym jest zwykle bardzo mało czytelny.

Nieco inaczej przedstawia się to zagadnienie w autokodach. Opracowywane są one zwykle tak, by możliwie jak najbardziej uprościć czynność programowania, zwiększyć przejrzystość i czytelność programu i tym samym zmniejszyć prawdopodobieństwo wystąpienia błędu. W chwili obecnej większość maszyn cyfrowych posiada lepsze lub gorsze języki zewnętrzne; jest ich już teraz niemal tyle co typów maszyn. By zaś ułatwić współpracę ludzi pracujących z różnymi maszynami, powstała idea opracowania „maszynowego esperanto”, uniwersalnego języka programowania maszyn matematycznych. I tak przed paroma laty grupa matematyków kilku narodowości (której — warto to podkreślić — przewodniczył duński astronom — Peter Naur) opracowała taki uniwersalny, szeroko już dziś rozpozszechniony na całym świecie wśród ludzi mających do czynienia z maszynami cyfrowymi, język o nazwie Algol-60 (nie mylić z gwiazdą o tej samej nazwie; nazwa języka pochodzi od angielskiego wyrażenia *ALGOrithmic Language*).

W języku Algol zapis formuł matematycznych jest niemal taki sam jak ten, którym przyzwyczailiśmy się w matematyce operować. I tak np. obliczenie wyrażenia:

$$\beta = \frac{-1}{2c} + \frac{a^2}{4c^2}$$

przy danych c i a w języku Algol-60 będzie zapisane:

$$\text{Beta} := -1 / (2 \times c) + a^2 / (4 \times c^2)$$

Z przykładu tego łatwo można zrozumieć znaczenie poszczególnych symboli: \times oznacza mnożenie, $/$ — dzielenie, \uparrow — potęgowanie, $:=$ — podstawienie na zmienną jakiejś wartości itp.

Ponadto Algol używa zamiast różnych oznaczeń cyfrowych po prostu dwudziestu kilku słów angielskich o ściśle określonym znaczeniu. Podamy dla przykładu kilka z nich: if — jeśli (słowa te piszemy zwykle z podkreśleniem), then — to, else — w przeciwnym razie, step — krok, for — dla, until — aż do, while — podczas gdy, do — wykonać, begin — początek, end — koniec itd. Ich użyciem rządzą dokładne, nie dopuszczające wieloznaczności, reguły gramatyczne.

Prześledzimy to na następującym przykładzie:

```

procedure suma (s, i, m, n, f)
begin
  s := 0
  for i := m step 1 until n do
    s := s + f
end

```

Jest to tzw. procedura czyli przepis postępowania dla obliczenia sumy $(m-n)$ liczb f i umieszczenia wyniku w s , co w matematyce symbolicznie zapisuje się:

$$s = \sum_{i=m}^n f$$

Podkreślone słowa begin i end oznaczają odpowiednio początek i koniec tej części programu, która oblicza daną sumę. Na początku w s musi być zero ($s := 0$), a następnie począwszy od $i = m$ dla wszystkich następnych $i = m + 1$, $i = m + 1 + 1$, itd., dopóki i nie osiągnie wartości liczby n wykonywać się będzie sumowanie $s + f$. Czyli do każdej poprzedniej wartości s dodana będzie aktualna liczba f i wynik znowu umieszczony w s . Dosłowne tłumaczenie instrukcji zapisanych w wierszach czwartym i piątym powyższego programu jest: dla $i := m$ z krokiem 1 aż do n wykonać $s := s + f$.

Jeśli teraz np. chcemy obliczyć następującą sumę:

$$e = \sum_{x=1}^{20} x^3$$

wtedy wystarczy w programie napisać:

$$\text{suma } (e, x, 1, 20, x^3)$$

czyli jak się często mówi, wywołać procedurę sumowania. Maszyna w takim wypadku dokona automatycznie odpowiedniego przyporządkowania wartości i zmiennych:

$$s = e, \quad i = x, \quad m = 1, \quad n = 20, \quad f = x^3$$

i wykona obliczenia według przepisu zawartego między begin i end. Zupełnie analogicznie działać będzie maszyna, gdy gdzieś dalej w programie spotka znowuwołanie procedury np.

$$\text{suma } (g, y, 3, 14, \cos(0.1 \times y))$$

Ale tym razem zostanie obliczona następująca suma:

$$g = \sum_{y=3}^{14} \cos(0.1 \times y)$$

I jeszcze jeden przykład całkiem poprawnego aczkolwiek humorystycznego zdania zapisanego w języku Algol-60:

begin

if zrozumiałeś Czytelniku ostatnią część drukowaną petitem
then czytaj w całości artykuł do końca else if zrozumiałeś po-
została część artykułu then czytaj dalej opuszczając ustępy dru-
 kowane petitem else if chcesz znać podstawy programowania
 maszyn cyfrowych then przeczytaj jeszcze raz część pierwszą
 z poprzedniego numeru, zaczynj czytanie części drugiej od po-
 czątku else zajmij się czymś innym

end.

By przekonać się o tym jak dalece prostszym, wygodniejszym i łatwiejszym w użyciu od kodu wewnętrznego jest język Algol-60, prześledźmy jeszcze jeden przykład, tym razem już całkiem poważnego problemu astronomii teoretycznej: mianowicie rozwiązanie tzw. równania Keplera:

$$E - e \sin E = M$$

Nie wnikając bliżej w znaczenia i fizyczny sens występujących w nim wielkości załóżmy, że znamy e oraz M , szukamy natomiast E . Najczęściej używanym sposobem rozwiązywania tego równania jest tzw. metoda kolejnych przybliżeń: zakładamy w pierwszym przybliżeniu, że $E_1 = M$ i obliczamy drugie przybliżenie $E_2 = M + e \sin E_1$, następnie trzecie przybliżenie $E_3 = M + e \sin E_2$ itd., doład dopóki dwa kolejne przybliżenia E_n i E_{n-1} będą się od siebie różniły o mniej niż z góry zadana dokładność obliczeń, a więc np. 0,000001.

Niech program, według którego będą realizowane te obliczenia na-

pisany w kodzie wewnętrznym maszyny Urał-2 rozpoczyna się od adresu 4000, zaś stałe e i M umieszczone będą w komórkach o adresach odpowiednio 4014 i 4016. Dokładność rachunków czyli liczba 10^{-6} niech będzie w komórce 4020. Rezultat obliczeń, a więc E chcemy umieścić w komórce 4022. Komórkę 4024 traktujemy jako komórkę roboczą, którą maszyna musi użyć w trakcie wykonywania programu. Sekwencja rozkazów realizujących rozwiązanie równania Keplera będzie przy powyższych założeniach miała następującą postać:

- 4000 42 4016 pobranie do akumulatora M , zawartość komórki 4016 pozostaje przy tym bez zmiany
- 4001 56 4022 przesłanie pierwszego a następnie dalszych przybliżeń do komórki 4022
- 4002 22 1000 skok do komórki o adresie 1000, od którego rozpoczyna się sekwencja kilkudziesięciu rozkazów obliczania funkcji sinus od argumentu, który ostatnio znajdował się w akumulatorze. Wynik tych obliczeń znajduje się także w akumulatorze. Na końcu tego programu musi być skok z powrotem do właściwego programu, a więc do adresu 4003
- 4003 46 4014 pomnożenie zawartości akumulatora przez e ($e \sin E_{n-1}$)
- 4004 41 4016 dodanie do zawartości akumulatora M
- 4005 56 4024 przesłanie zawartości akumulatora ($M + e \sin E_{n-1}$) do komórki roboczej o adresie 4024, zawartość akumulatora pozostaje przy tym bez zmiany
- 4006 43 4022 utworzenie w akumulatorze różnicy $E_n - E_{n-1}$
- 4007 44 4020 od wartości absolutnej aktualnej zawartości akumulatora odejmuje się wartość absolutną liczby z komórki 4020:
 $|E_n - E_{n-1}| - |0,000001|$
- 4010 21 4013 jeśli liczba utworzona po wykonaniu ostatniego rozkazu jest ujemna, czyli jeśli
 $|E_n - E_{n-1}| < 0,000001$
 wtedy następuje tzw. skok warunkowy do komórki 4013, w przeciwnym wypadku skok ten nie następuje i wykonany zostaje następny rozkaz
- 4011 42 4024 pobranie do akumulatora zawartości komórki 4024 ($E_n = M + e \sin E_{n-1}$)
- 4012 22 4001 skok do komórki 4001
- 4013 37 0000 rozkaz powodujący zatrzymanie się maszyny
- 4014 }
 4015 } e
- 4016 }
 4017 } M
- 4020 }
 4021 } $0,000001$
- 4022 }
 4023 } E_n a na końcu wynik rozwiązania
- 4024 }
 4025 } komórka robocza

Ten sam program napisany w języku Algol-60 ma postać:

```
begin
  E := M
  for E1 := M + e × sin (E) while
  abs
  (E1 - E) > 0.000001 do E := E1
end
```

gdzie $E1$ jest jak łatwo zauważyć pewną wielkością pomocniczą, zaś $\text{abs}(E1 - E)$ oznacza wartość absolutną różnicy $E1 - E$. Sens tych instrukcji jest oczywisty:

```
początek
na E podstaw M
dla E1, które staje się  $M + e \sin E$  przez cały
czas gdy wartość absolutna różnicy  $E1 - E$  bę-
dzie większa od 0,000001 wykonać podstawienie
E1 na E
koniec
```

Różnica między zarówno długością jak również i przejrzystością obu programów jest chyba na tym przykładzie wyraźnie widoczna.

I wreszcie kilka słów o kolejności pracy obliczeniowej przy użyciu maszyn cyfrowych. Rozwiązywanie problemów obliczeniowych dzieli się z reguły na:

1. formułowanie matematyczne problemu,
2. ustalenie metod numerycznych jego rozwiązywania i wybór metody najodpowiedniejszej dla danego problemu i wykonawcy,
3. programowanie obliczeń:
 - a) ustalenie algorytmu czyli postępowania rachunkowego, który by składał się wyłącznie z działań wykonalnych dla danego wykonawcy i uwzględniał ich ewentualną cykliczność,
 - b) ustalenie sposobów wprowadzania danych i wyprowadzania wyników,
 - c) ustalenie metody kontroli zarówno samych obliczeń jak i wprowadzania danych i wyprowadzania wyników,
 - d) kodowanie ustalonego algorytmu, czyli zapis jego w języku zrozumiałym dla danego wykonawcy, czyli maszyny cyfrowej,
 - e) kontrola programu czyli zakodowanego algorytmu;
4. wykonanie obliczeń według ułożonego programu,
5. kontrola wyników.

Omówiliśmy tutaj właściwie tylko jedną, ale chyba najciekawszą część procesu obliczeniowego, mianowicie sposoby programowania ustalonego algorytmu. Pozostałymi etapami tej pracy zajmować się w tym artykule nie będziemy, a następną

ostatnia już część poświęcona będzie omówieniu konkretnych możliwości zastosowań elektronicznych maszyn matematycznych w astronomii.

(dokończenie nastąpi)

KRONIKA

Ołbrzymia eksplozja w jądrze galaktyki M 82

Astronomowie amerykańscy A. R. Sandage i C. R. Lynds zakomunikowali niedawno o wykryciu ołbrzymiego wybuchu w jądrze dobrze znanej galaktyki M 82 (położonej w gwiazdozbiornie Wielkiej Niedźwiedzicy). Dotychczasowe fotografie M 82, która jest galaktyką nieregularną wskazywały jedynie na przebieg jakiegoś chaotycznego procesu. Dopiero po zastosowaniu specjalnych filtrów i wykonaniu zdjęcia galaktyki w świetle wysyłanym przez wzbudzone atomy wodoru (patrz okładka) okazało się, że z jądra galaktyki wydobywają się ołbrzymie strugi materii. Strumienie wodoru sięgają obecnie już na odległość około 10000 lat świetlnych powyżej i poniżej spłaszczonego dysku galaktycznego. Prędkość wyrzucanej materii dochodzi do 1000 km/sec, a całkowita masa wynosi około 5,6 milionów mas słonecznych.

Można obliczyć, że proces eksplozji trwa już około półtora miliona lat. Ale ponieważ światło galaktyki leci do Ziemi przez około 10 milionów lat, więc w rzeczywistości eksplozja nastąpiła 11,5 milionów lat temu (w naszej skali czasu). Obecnie zaś — ale o tym dowiemy się dopiero za 10 milionów lat — wyrzucona z jądra galaktyki M 82 materia dużo bardziej rozproszyła się w przestrzeni.

Wyrzucana materia skupia się we włókna (patrz zdjęcie), których kierunki zdają się pokrywać z kierunkami linii pola magnetycznego. Części włókien można też wyróżnić na fotografii w zwykłym świetle (patrz 2 str. okładki), a więc wyrzucana materia promieniuje poza liniami emisyjnymi także widmo ciągłe. Jest to prawdopodobnie promieniowanie synchrotronowe elektronów w polu magnetycznym. Pomiar wykazały bowiem, że światło włókien jest spolaryzowane (patrz zdjęcie na okładce). Moc tego optycznego promieniowania synchrotronowego przewyższa około miliard razy całkowitą moc promieniowania słonecznego.

Galaktyka M 82 zawiera prawdopodobnie bardzo wiele gwiazd, ale odległości między nimi są tak duże, a gęstość wyrzuczanych gazów — tak mała, że prawdopodobnie ten wielki wybuch nie wpływa wcale na gwiazdy.

Można sądzić, że wybuchy takich rozmiarów stają się źródłem promieniowania kosmicznego. Według obecnych poglądów głównym źródłem tego promieniowania są wybuchy w gwiazdach supernowych.

(*Science News Letters*, nr 14, 1963 r. oraz *Astronomical Journal*, nr 5, str. 284, 1963 r.)

B. Kuchowicz

Nowe ciała niebieskie

W ostatnim kwartale 1963 r. na orbity okołoziemskie wmanewrowano 17 nowych satelitów, osiągając w sumie 212 udanych startów. Liczby te nie są całkiem ściśle, gdyż informacje o osiągnięciach astronautyki

stosowanej stały się w ostatnich czasach dość skąpe. Z 17 nowych satelitów było 6 radzieckich i 11 amerykańskich.

Satelity radzieckie to Kosmosy XX—XXIV i Polet I. Kosmosy badają jonosferę, Polet I to satelita eksperymentalny, który może uruchamiać na orbicie dodatkowe silniki, by zmieniać pułap i kąt nachylenia płaszczyzny orbity.

Satelity amerykańskie to: 6 tajnych, satelita meteorologiczny Tiros VII oraz 3 satelity wysokopułapowe: Explorer XVIII i Sentry (Strażnik) I oraz II. Explorer XVIII z 26. XI. 1963 r. zniża się w perigeum do 86250 km, apogeum zaś wznosi się do 197600 km, a więc sięga połowy odległości Księżyca od Ziemi. Okrąża nasz glob raz na 8^d9^h. Masa jego wynosi 62 kg. Bada promieniowanie kosmiczne w związku z projektem Apollo, w którym astronauta w 3-osobowej kabinie mają osiągnąć Księżyc.

Dwa bliźnaczy satelity Sentry z 16. X. 1963 r. służą do wykrywania doświadczeń jądrowych w przestrzeni kosmicznej. Masa każdego wynosi 250 kg. Orbita obydwu są kołiste, odległe od Ziemi o 42000 km. Okres obiegu wynosi 88^h. Należy zaznaczyć, że dwa Sentry i Explorer XVIII to kolejno: szósty, siódmy i ósmy satelity wieczne, które — nie zaczepiając o atmosferę ziemską — mają na zawsze pozostać na swych orbitach.

Na zakończenie tego przeglądu podamy jeszcze liczbę satelitów i sond kosmicznych „na chodzie” na dzień 15. X. 1963 r., według *Weltraumfahrt*, nr 6. Na orbitach przebywało w tym dniu jeszcze 58 obiektów, w tym 8 sond kosmicznych (satelity tajne pominięto). W tej liczbie było 6 radzieckich i 52 amerykańskie.

Jan Gadomski

Jeszcze jedna eks-nowa gwiazdą podwójną

Opierając się na obserwacjach z lat 1958, 1961 i 1962 znany badacz gwiazd eks-nowych Merle Walker odkrył podwójność jeszcze jednej gwiazdy tego typu, a mianowicie gwiazdy — T Aur. Wybór jej do dokładniejszych obserwacji nasunęło podobieństwo krzywej spadku jasności gwiazdy po eksplozji w roku 1891 do krzywej DQ Her (Nowa Her 1934), której podwójny charakter odkrył Walker w 1954 roku.

Obserwacje wykonano za pomocą fotometru fotoelektrycznego współpracującego z 91 cm teleskopem Crossleya w Obserwatorium Licka. T Aur jest gwiazdą słabą — jej jasność i wskaźniki fotometrii trójbarwnej przedstawiają się następująco: $V = 14.0^m92$, $B - V = +0.0^m28$, $U - B = -0.0^m64$. Aby zwiększyć mierzoną ilość światła nie używano filtrów barwnych, jedynie do ucięcia ultrafioletu służył specjalny filtr bezbarwny (GG 13).

Pierwsze obserwacje wskazały tylko na istnienie zmian jasności o charakterze nieregularnych fluktuacji o amplitudzie około $0^m.2$. Później okazało się, że wśród tych nieregularnych na pozór wahań jasności wyróżnić można płytkie minimum powtarzające się co 4^h54^m o głębokości zmieniającej się z cyklu na cykl w granicach $0.0^m10 - 0.0^m28$. Po dokonaniu standardowej w wypadku eks-nowych czynności nałożenia na siebie obserwacji z wielu nocy okazało się, że średnia głębokość minimum głównego jest równa 0.0^m18 . Krzywa zmian jasności nie wykazuje istnienia minimum wtórnego. Na te zaćmieniowe zmiany jasności nakładają się własne zmiany jasności jednej z gwiazd o amplitudzie 0.0^m12 , przy czym okres ich zawiera się w granicach od jednej do 20 minut. Ze

względem na niewielką jasność układu dokładniejszego wyznaczenia okresu tych zmian można dokonać tylko za pomocą większego teleskopu.

Zaćmienia składnika (jednego z dwu) są częściowe, niemożliwa jest jednak dokładniejsza analiza układu, bo jak się okazało nie istnieje geometryczne rozwiązanie systemu. Można tylko stwierdzić, że obie gwiazdy są małe, ich materia silnie skondensowana, a jedna z nich wykazuje fizyczne zmiany jasności.

Ponieważ minima są płytkie i słabo wyróżnione spośród fluktuacji, istnieje prawdopodobieństwo, iż obserwowane minima są głównym i wtórnym obserwowanymi na przemian. Wówczas okres obiegu składników wzrósłby dwukrotnie. Obie gwiazdy musiałyby mieć jednakową jasność powierzchniową i jednakowy typ widmowy, bo widmo T Aur nie jest złożone. Jednak prawdopodobieństwo istnienia dwóch eks-nowych w układzie podwójnym jest jak się wydaje bardzo małe, a wszystkie dotychczas badane podwójne eks-nowe zawierają drugi składnik późnego typu widmowego.

Jak dotychczas podwójność prawie wszystkich eks-nowych stwierdzano na podstawie obserwacji fotometrycznych.*) Tylko wówczas jednak można dostrzec zaćmieniowe zmiany jasności, gdy w płaszczyźnie orbit składników leży, przynajmniej w przybliżeniu, Słońce. W ten sposób możemy odkryć tylko od jednej trzeciej do jednej szóstej wszystkich układów podwójnych, zależnie od rozmiarów gwiazd w porównaniu z wielkością orbity. Walker proponuje, aby dalszych poszukiwań układów podwójnych wśród eks-nowych dokonywać na drodze spektroskopowej, a dopiero później po odkryciu nowych systemów kontynuować ich obserwacje metodami fotometrycznymi.

(wg *The Astrophysical Journal*, tom 138, 2, str. 313)

Slawomir Ruciński

Wyznaczanie wieku pierwiastków chemicznych w Galaktyce

Fizyk amerykański D. Clayton zaproponował nową metodę kosmochronologii — wyznaczania wieku materii kosmicznej. Zwrócił on uwagę na promieniotwórczy izotop renu — Re^{187} , który bardzo powoli — okres połowicznego zaniku wynosi 50 miliardów lat — ulega przemianie w izotop osmu — Os^{187} . Znając względne rozpowszechnienie tych izotopów w Galaktyce Clayton obliczył, że procesy jądrowe, które doprowadziły do powstania renu, odbyły się około 6—10 miliardów lat przed powstaniem układu słonecznego).

(*Priroda*, nr 10, str. 113, 1963 r.)

B. Kuchowicz

NASZ SŁOWNICZEK ASTRONOMICZNY

Okres połowicznego zaniku

Gdy jakaś substancja wysyła promieniowanie α , β lub γ wówczas mówimy, że mamy do czynienia z promieniotwórczością. Wraz z emisją cząstki α lub β następuje zamiana wyrzucającego ją atomu jednego pierwiastka w atom innego pierwiastka. Jeżeli badana substancja złożona jest tylko z atomów jednego pierwiastka, to w miarę upływu czasu atomów tych ubywa, przybywa zaś innych atomów będących produktem

*) Por. art. W. Krzemińskiego, *Urania*, 1964, nr 1, str. 2.

przemiany. Różne pierwiastki przekształcają się (często też używany jest termin — rozpadają się) w różnym tempie. Aby móc porównać prędkość rozpadu umówiono się charakteryzować ją liczbą wyrażającą w jednostkach czasu okres aż do momentu „wyczerpania” się połowy atomów pierwotnego, wyjściowego pierwiastka. Tę liczbę nazywamy okresem połowicznego zaniku danego pierwiastka albo mniej poprawnie okresem półtrwania lub półokresem trwania.

Znane obecnie okresy połowicznego zaniku zamykają się w kolosalnych granicach od niesłychanie małych ułamków sekundy (10^{-16} sec — Be⁸) do wielu miliardów lat (10^{16} lat — Nd¹⁶⁰). Pierwiastki o najdłuższych okresach połowicznego zaniku (dłuższe od 10^8 — 10^9) występują w przyrodzie — pierwiastki te od momentu powstania Ziemi nie zdążyły się jeszcze rozpaść. Pierwiastki o krótszych okresach połowicznego zaniku wytwarza się w sposób sztuczny podczas reakcji jądrowych.

KRONIKA PTMA

Komunikaty

Jędrzejów — Rynek 8, tel. 78. Zwiedzanie zbiorów gnomonicznych dla wycieczek zgłoszonych listownie lub telefonicznie na umówiony termin.

Kraków — Klub KOSMOS przy ul. Sobieskiego 30, III p. czynny jest w każdy poniedziałek, środę i piątek w godz. 17—21. W tym czasie czynna jest biblioteka i czytelnia. W poniedziałki o godz. 18 w sali klubowej odbywa się impreza o tematyce astronomicznej, a w piątki wygłaszane są odczyty z serii „Z Kosmosem na ty”.

Łódź — Zebrania sekcji w czwartek o godz. 19. Prelekcje, pokazy teleskopowe i przeglądy filmów oświatowych wg informacji w sekretariacie i wg komunikatów w prasie.

Poznań — Publiczne pokazy nieba w każdy bezchmurny wieczór wtorkowy i czwartkowy na terenie dostrzegalni PTMA w Parku im. Kasprzaka.

Wrocław — Planetarium na terenie Halli Ludowej organizuje pokazy dla wycieczek po uprzednim zgłoszeniu w sekretariacie Oddziału.

Z KORESPONDENCJI

Jeszcze o „bok pomagay”

W związku z notatką prof. W. Zonna pt. „Notatka po polsku w książce należącej do Kopernika” („Urania” Nr 1/1984, str. 27), chcę podać pewne wyjaśnienia. Przede wszystkim zaś to, że zakończenie mego artykułu pt. „Notatka Kopernika w języku polskim” („Urania” Nr 12/1983, str. 344) winno być następujące: „Zresztą na prof. Birkenmajera powołuje się J. Łoś w rozprawie pt. „Polskość Mikołaja Kopernika” (Kraków 1923), na podstawie której opracowano powyższy artykuł”. Zdanie to zostało opuszczone podczas przepisywania na maszynie, a bez niego ostatnie jedenaście wierszy w moim artykule traci właściwie swój sens. Twierdzenia bowiem, że „bok pomagay” napisał Kopernik nie oparłem o „własne domysły” — jak podaje prof. Zonn — ale tak pisał nie byle kto, bo sam prof. T. Banachiewicz.

Otóż we wspomnianej rozprawie Losia, w której rozpatruje on „bok pomagay” jako filolog, czytamy: „W dopiero co wydany przez prof. Banachiewicza w Krakowie II tomie Rocznika Astronomicznego na str. 1 znajdujemy notatkę następującą: „Bok pomagay” według średniowiecznej chwiejnej pisowni polskiej, zamiast obecnego Boże pomagaj, własnoręczny dwukrotnie powtórzony napis M. Kopernika, odnaleziony przez prof. Birkenmajera...” Nie wiem bowiem, czy prof. Zonnowi wiadomo (nic o tym nie wspomina w swej notatce), że w przedmowie do „Rocznika Astronomicznego Obserwatorium Krakowskiego” na rok 1923 oraz w artykule pt. „Kopernikowe „bok pomagay” opublikowanym w „Roczniku” na rok 1924 (str. 154), prof. Banachiewicz pisze, iż według prof. L. A. Birkenmajera „bok pomagay” to inwokacja Kopernika. Nawet w „Roczniku” na rok 1924 reprodukowane są odpowiednie strony z dzieła „Calendarium magistri Joannis de Monte regio” (reprodukcja w „Urantii” jest fotokopią wykonaną na podstawie oryginału).

Czyż więc mając tak poważne źródło mogłem mieć najmniejszą wątpliwość co do tego, że „bok pomagay” napisał Kopernik? Tak samo zresztą jak ja przekonani byli inni miłośnicy Kopernika, którym znane były prace prof. Banachiewicza i Losia, a którzy nie mieli dostępu do dzieła J. Wasiutyńskiego pt. „Kopernik twórca nowego nieba” (Warszawa 1938). Przypuszczam, że przeoczyłem w wielkim dziele prof. Birkenmajera odpowiednią stronę (str. 521), na której omawia on notatki Hildebranda Ferbera i gdzie marginesowo wspomina o „bok pomagay”. Będąc jednak całkowicie przekonany, że słowa te napisał Kopernik, spodziewałem się od prof. Birkenmajera obszerniejszego omówienia tego tematu (tak zapewne byłoby, gdyby „bok pomagay” napisał Kopernik, bowiem prof. Birkenmajer podkreślał wszystko, co dotyczyło polskości wielkiego astronoma).

Jak z tego wynika, to praca prof. Banachiewicza zrodziła jeszcze jeden mit kopernikowski. Skoro zaś jesteśmy przy mitach, to warto w tym miejscu wyjaśnić jeszcze jedną sprawę, a mianowicie to, czy Kopernik był autorem poematu „Septem Sidera” (pogląd taki do dziś utrzymuje się wśród niektórych wielbicieli Kopernika). Nawet w tak poważnym źródle jak praca prof. Birkenmajera pt. „Mikolaj Kopernik jako uczony, twórca i obywatel” (Kraków 1923), na str. 86 czytamy: „...doszedł nas tylko jeden jedyny nieco większy taki poemat, łaciński. Jest on treści religijnej pt. „Septem sidera”, przez Kopernika samego nigdy nie ogłoszony, wprawdzie krążący niegdyś jako odpis w uniwersyteckich kołach Krakowa, ale wydany drukiem dopiero w drugim dziesiątku XVII-go wieku. Według znawców literatury nadobnej przedstawia on „w niedających się naśladować prostocie i wdzięku” lata dzieciństwa Zbawiciela, mową wiązaną według miary asklepiadesowskiej, w siedmiu pieśniach, zwanych gwiazdami, każda o tyłuż zwrotekach, co razem złożyło się na 49 zwrotek (w rzeczywistości poemat ma 51 zwrotek), upodobnionych przez twórcę do tyłuż gwiazdozbiorów na niebie. Pora powstania tego utworu jest niedokładnie znana, tyle tylko jest pewnym, że było to w młodszych latach naszego astronoma”. Tymczasem praca J. Krótkowskiego (znana w zasadzie tylko specjalistom) pt. „De Septem Sideribus quae Nicolao Copernico vulgo tribuuntur” (Kraków 1926) wyjaśnia, że rzekomy utwór Kopernika powstał dopiero w drugiej połowie XVI w., prawdopodobnie w szkole jezuickiej w Braniewie.

Zresztą i problem rzekomego budowania przez Kopernika wodociągów na Warmii jest ciągle aktualny, mimo że wiele na ten temat pisano,

a między innymi i w „Uranii” (Nr 1/1960, str. 27). Dziś wiemy już, że Kopernik nie budował wodociągów, a tymczasem w niedawno wydanej książce E. J. Pokornego pt. „Tropiciele niebieskich szlaków, średniowiecze i odrodzenie” (Warszawa 1963) na str. 106 czytamy: „Sam Kopernik był nie mniej wszechstronny od innych: zajmował się literaturą starożytną, medycyną, ekonomią, techniką (budował wodociągi) i astronomią”.

Stanisław R. Brzostkiewicz
Dąbrowa Górnicza

KALENDARZYK HISTORYCZNY

5 III 1827 r. zmarł J. Laplace

Był wybitnym francuskim matematykiem i mechanikiem nieba. Napisał pięciotomowy traktat „*Mécanique céleste*” (1799—1825), fundamentalne dzieło w tej dziedzinie, do dziś aktualne. Rozpatruje w nim najważniejsze problemy układu słonecznego jak: kołysanie się osi ziemskiej librację Księżyca, spłaszczenie globu ziemskiego, problem trwałości układu słonecznego i wreszcie zagadnienie ruchu trzech ciał. Stworzył teorię kosmogoniczną układu planetarnego, znaną pod nazwą hipotezy mgławicowej Kanta-Laplace’a. Była to jedna z pierwszych prób wytłumaczenia powstania Słońca i planet.

J. Gadomski

KALENDARZYK ASTRONOMICZNY

Opracował G. Sitarski

Marzec 1964 r.

Wieczorem nad południowo-zachodnim horyzontem świeci pięknym blaskiem Wenus, widoczna jeszcze przez kilka godzin po zachodzie Słońca. Pod koniec miesiąca nastąpią także dobre warunki widoczności Merkurego, którego odnajdziemy wieczorem nisko nad zachodnim horyzontem jako gwiazdę około —1 wielkości. Poza tym wieczorem widoczny jest jeszcze także Jowisz, świecący nad południowo-zachodnim horyzontem jako dość jasna gwiazda (około —1.6 wielkości, znacznie słabszy od Wenus) w gwiazdozbiorze Ryb.

Urana łatwo odnajdziemy przez lornetkę w gwiazdozbiorze Lwa, a Neptuna przez lunetę w gwiazdozbiorze Wagi. Pluton przebywa także w Lwie, ale jest dostępny tylko przez wielkie teleskopy. Mars i Saturn przebywają na niebie zbyt blisko Słońca i są niewidoczne.

Przez większe lunety możemy też próbować odnaleźć na granicy gwiazdozbiorów Woźnicy i Bliźniat dwie słabe (około 12 wielkości gwiazdowej) planetoidy: Thalię i Parthenopę. Obie planetki widoczne są w pierwszych godzinach nocy w dogodnych warunkach obserwacyjnych.

7^d18^h36^m Obserwujemy początek zakrycia 1 księżycą Jowisza przez tarczę planety.

8^d Po zachodzie Słońca na tarczy Jowisza widoczny jest do 18^h50^m cień jego 1 księżycą.

9^d Obserwujemy koniec zaćmienia 2 księżycą Jowisza. Księżyc ten ukryty początkowo w cieniu planety i z wieczora niewidoczny, pojawi

się nagle o 19^h37^m w odległości równej prawie połowie średnicy tarczy planety od jej prawego brzegu (patrzac przez lunetę odwracającą).

12^d6^h Niewidoczne złączenie Saturna z Księżycem.

13^d Górne złączenie Merkurego ze Słońcem.

16^d3^h Niewidoczne złączenie Jowisza z Księżycem.

17^d7^h Złączenie Wenus z Księżycem. Wieczorem nad południowo-zachodnim horyzontem obserwujemy w pięknej konfiguracji trzy ciała niebieskie: Wenus, Jowisza oraz sierp Księżyca.

20^d15^h10^m Początek wiosny astronomicznej. Słońce znajduje się w punkcie równonocy wiosennej (jego długość ekliptyczna, a także rekta-scensja, wynosi wówczas 0°) i wstępuje w znak Barana. Jednakże w tym czasie Słońce nie przebywa w gwiazdozbiorze Barana, ponieważ punkt równonocy wiosennej na skutek zjawiska precesji stale zmienia swoje położenie wśród gwiazd (przesuwając się około 50 sekund łuku w ciągu roku) i obecnie leży w gwiazdozbiorze Ryb. Natomiast znaki Zodiaku (czyli 12 równych części na jakie została podzielona ekliptyka począwszy od punktu równonocy wiosennej) zachowały swoje nazwy od czasów Hipparcha, kiedy leżały jeszcze w gwiazdozbiorach o tych samych nazwach.

Dla łatwiejszego przyswojenia sobie nazw kolejnych znaków Zodiaku przytaczam poniżej ośmiowiersz, który na uroczystości 50-lecia pracy naukowej profesora Felicjana Kępińskiego wręczyła jubilatowi jedna z jego byłych slychaczek (wierszyk ten autorka ułożyła jeszcze na ławie studenckiej):

„Barana, Byka i Bliźnięta
każdy z nas łatwo zapamięta;
w pobliżu Raka Lew jaśnieje,
a obok Panna promienieje;
Waga, Niedźwiadek, Strzelec żwawy
i Koziorożec bez obawy
mkną po niebie, a hen dalej
Wodnik i Ryby błyszczą stale.” (W. S.)

31^d24^h Złączenie Merkurego z Jowiszem. Tego wieczora odnajdziemy nad południowo-zachodnim horyzontem trzy planety: Wenus, Jowisza i Merkurego, przy czym Jowisz i Merkury widoczne są blisko siebie nad horyzontem.

Momenty wszystkich zjawisk podane zostały w czasie środkowo-europejskim.

Odległości bliskich planet

Data 1964	WENUS				MARS			
	od Słońca		od Ziemi		od Słońca		od Ziemi	
	j. a.	ml km	j. a.	ml km	j. a.	ml km	j. a.	mln km
II 21	0.721	107.7	1.074	160.6	1.382	206.6	2.377	354.4
III 2	0.720	107.6	1.006	150.4	1.382	206.5	2.379	354.3
12	0.719	107.5	0.935	139.7	1.382	206.7	2.360	354.2
22	0.718	107.4	0.861	128.7	1.385	207.0	2.360	353.9
IV 1	0.718	107.4	0.785	117.3	1.388	207.6	2.360	353.6

Marzec 1964 r.

PLANETY I PLANETOIDY

Data 1964	1 ^h czasu środk.-europ.		Warszawa		1 ^h czasu środk.-europ.		Warszawa	
	α	δ	wsch.	zach.	α	δ	wsch.	zach.
M E R K U R Y								
	h m	o	h m	h m				
III. 1	22 12	-23.5	6 24	15 59				
11	23 20	-6.3	6 12	17 06				
21	0 30	+2.7	5 57	18 23				
31	1 37	+11.7	5 36	19 38				
Pod koniec miesiąca widoczny wieczorem nisko nad zachodnim horyzontem (około -1 wielk. gwiazd.).								
M A R S								
III. 1	22 39	-9.7	6 30	16 46				
11	23 08	-6.6	6 02	16 52				
21	23 37	-3.5	5 36	16 58				
31	0 06	-0.3	5 09	17 03				
Niewidoczny.								
S A T U R N								
III. 1	22 00	-13.5	6 12	15 46				
21	22 09	-12.8	5 00	14 41				
IV. 10	22 17	-12.1	3 43	13 34				
Niewidoczny.								
M E R K U R Y								
	h m	o	h m	h m				
III. 1	22 12	-23.5	6 24	15 59	1 22	+9.3	7 13	21 09
11	23 20	-6.3	6 12	17 06	2 05	-14.0	7 10	21 37
21	0 30	+2.7	5 57	18 23	2 48	-18.3	6 48	22 07
31	1 37	+11.7	5 36	19 38	3 31	-21.8	6 27	22 34
Świeci pięknym blaskiem nad zachodnim horyzontem jako Gwiazda Wieczorna (około -3.8 wielk. gwiazd.).								
J O W I S Z								
III. 1	22 39	-9.7	6 30	16 46	1 17	+6.9	7 42	20 50
11	23 08	-6.6	6 02	16 52	1 25	-7.8	7 04	20 24
21	23 37	-3.5	5 36	16 58	1 33	+8.6	6 29	19 57
31	0 06	-0.3	5 09	17 03	1 42	+9.5	5 53	19 31
Widoczny jeszcze wieczorem w gwiazdozbiórze Ryb jako jasna gwiazda około -1.8 wielkości.								
U R A N								
III. 1	22 00	-13.5	6 12	15 46	10 40	+9.3	16 49	6 29
21	22 09	-12.8	5 00	14 41	10 36	+9.7	15 24	5 08
IV. 10	22 17	-12.1	3 43	13 34	10 34	+9.9	14 03	3 48
Widoczny przez całą noc w gwiazdozbiórze Lwa (6.7 wielk. gwiazd.).								
	α	δ	w połud.		α	δ	w połud.	
N E P T U N								
	h m	o	h m					
III. 2	15 03.4	-15 25'	3 59					
22	15 02.5	-15 20	2 40					
IV. 11	15 00.9	-15 13	1 20					
Widoczny prawie całą noc w gwiazdozbiórze Wagi (około 7.7 wielk. gwiazd.).								
Planetoida 23 THALIA								
II. 25	6 02.6	+84 48	19 20					
III. 6	6 12.4	+34 36	18 50					
16	6 25.3	+34 16	18 23					
26	6 40.8	+33 48	18 00					
IV. 5	6 58.2	+33 12	17 38					
Około 12 wielk. gwiazd. Widoczna w pierwszej połowie nocy na granicy gwiazdozbiórów Woznicy i Bliźniąt.								
P L U T O N								
	h m s	o	h m					
III. 1	11 19 32	+19 54'6	0 17					
22	11 17 35	+20 06.8	22 52					
IV. 11	11 15 49	+20 14.4	21 32					
Widoczny w gwiazdozbiórze Lwa tylko przez wielkie teleskopy (15 wielk. gwiazd.).								
Planetoida 11 PARTHENOPE								
6 21.0	+22 05	19 38						
6 23.5	+22 21	19 02						
6 28.6	+22 33	18 27						
6 35.9	+22 41	17 55						
6 45.2	+22 44	17 25						
Około 12 wielk. gwiazd. Widoczna w pierwszych godzinach nocy w gwiazdozbiórze Bliźniąt.								

Planetoidy rozpoznajemy po ich ruchu wśród gwiazd, porównując rysunki z kilku nocy okolicy nieba według podanych wyżej współrzędnych (epoka 1950.0).

Marzec 1964 r.

S Ł O Ń C E

Data	1 ^h czasu środk.-europ.			Szczecin		Poznań		Wrocław		Gdańsk		Kraków		Warszawa		Rzeszów		Białystok	
	l. CZASU	α	δ	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.
III 1	-12.5	22 48	-7.7	6 50	17 40	6 39	17 31	6 38	17 32	6 35	17 02	6 24	17 22	6 23	17 15	6 16	17 14	6 15	17 05
11	-10.2	23 25	-3.8	6 27	17 58	6 16	17 49	6 16	17 49	6 10	17 41	6 03	17 38	6 00	17 33	5 55	17 30	5 52	17 23
21	- 7.4	0 01	+0.2	6 03	18 17	5 53	18 07	5 53	18 07	5 46	18 00	5 41	17 54	5 37	17 51	5 33	17 46	5 28	17 42
31	- 4.3	0 38	+4.1	5 39	18 35	5 30	18 24	5 31	18 23	5 21	18 19	5 20	18 10	5 14	18 09	5 12	18 02	5 04	18 00
IV 10	- 1.2	1 14	+7.9	5 15	18 53	5 06	18 42	5 08	18 40	4 56	18 38	4 58	18 26	4 51	18 25	4 50	18 18	4 40	18 18

K S I Ę Ż Y C

Data	1 ^h czasu środk.-europ.			Warszawa		Data	1 ^h czasu środk.-europ.			Warszawa		Data	1 ^h czasu środk.-europ.			Warszawa		
	α	δ	wsch.	zach.	α		δ	wsch.	zach.	α	δ		wsch.	zach.	α	δ	wsch.	zach.
III 1	12 46	+ 0.6	20 40	7 54	III 11	21 01	-19.9	5 20	14 06	III 21	6 10	+23.0	9 59	2 05				
2	13 32	- 4.3	21 49	8 11	12	21 54	-16.7	5 49	15 23	22	7 10	+23.2	11 1	3 06				
3	14 18	- 8.9	22 58	8 29	13	22 47	-12.5	6 12	16 41	23	8 10	+22.1	12 12	3 54				
4	15 04	-13.2	-	8 49	14	23 39	- 7.5	6 33	18 01	24	9 07	+19.6	13 26	4 31				
5	15 51	-16.8	0 06	9 12	15	0 31	- 2.1	6 54	19 23	25	10 02	+16.2	14 43	5 00				
6	16 39	-19.7	1 11	9 40	16	1 24	+ 3.5	7 13	20 46	26	10 53	+11.9	15 58	5 22				
7	17 29	-21.9	2 14	10 15	17	2 17	+ 9.0	7 35	22 09	27	11 42	+ 7.2	17 11	5 42				
8	18 20	-23.0	3 12	10 59	18	3 13	+14.0	8 00	23 33	28	12 30	+ 2.2	18 23	5 59				
9	19 13	-23.1	4 03	11 53	19	4 10	+18.2	8 31	-	29	13 16	- 2.8	19 34	6 16				
10	20 07	-22.1	4 45	12 55	20	5 09	+21.3	9 10	0 52	30	14 02	- 7.6	20 42	6 33				
										31	14 48	-12.0	21 51	6 52				

Fazy Księżyca:

	d	h
Pełnia	II	27 14
Ostatnia kw.	III	6 11
Nów	III	14 3
Pierwsza kw.	III	20 22
Pełnia	III	28 4
Ostatnia kw.	IV	5 7

Odległość Księżyca od Ziemi	Średnica tarczy	
	d	h
Najw. III	5 18	29.5
Najm. III	17 17	32.5

CONTENTS

W. Zonn — Discovery of Cosmic Bodies of New Type
J. Cwirko-Godycki — Radioastronomia (I)

K. Ziolkowski — Electronic Computers — Modern Devices in Astronomy (III)

Chronicle: A Gigantic Explosion in the Nucleus of M 82 Galaxy. — New Cosmic Bodies (Satellites and Rockets). — One More Binary System of Ex-nova. — Age of Elements in Our Galaxy

Our Astronomical Dictionary
Correspondence: Once More „bok pomagay”

Historical Calendar
Chronicle of P. T. M. A.
Astronomical Calendar

СОДЕРЖАНИЕ

В. Зонн. Открытие новых космических формаций

Е. Цwirko-Годыцки. Радиоастрономия (I)

К. Зюлковски. Электронные вычислительные машины — современное орудие астрономии (III)

Хроника: Грандиозный взрыв в ядре галактики М 82 — Новые небесные тела. — Еще одна постановка оказалась двойной звездой. — Определение возраста химических элементов в Галактике

Наш астрономический словарь
Корреспонденция: Еще раз о „bok pomagay”

Исторический календарь
Хроника Польского Общества Любителей Астрономии
Астрономический календарь

ADRESY ODDZIAŁÓW PTMA

Biała Podlaska — Powiatowy Dom Kultury.

Białystok — ul. Kilińskiego 1, Zakład Fizyki Akademii Medycznej, tel. 5591, wn. 61.

Częstochowa — Al. Pokoju 4, m. 62.

Dąbrowa Górnicza — ul. Okrzei 15 (Zofia Piaskowska). Sekretariat: Czw. godz. 19—20.

Frombork — ul. Katedralna 21. Sekretariat: Wt. Pl. godz. 18—20.

Gdańsk — Ludowe Obserwatorium Astronomiczne, Gdańsk-Oliwa, ul. Piastowska 32, tel. 64-19. Sekretariat: Po. Czw. godz. 17—19.

Gdynia — ul. 10-go Lutego 24 (w biurach PLO).

Gliwice — ul. Marcina Strzody 2 gmach Biura Projektów Przemysłu Węglowego. Sekretariat: Czw. godz. 17—19. Pokazy nieba: Jan Kasza, Ruda Śląska 1, ul. Obronców Wołogradu 32, tel. Zabrze 33-01, wn. 155.

Jelenia Góra — ul. Obronców Pokoju 10 (Szkoła Rzemiosł Budowlanych). Sekretariat: godz. 8—15. Pokazy nieba: Sob. godz. 20—22, ul. Mickiewicza 30/10.

Katowice — ul. Szopena 8, m. 3 (Czary Janiszewski).

Kraków — ul. Solskiego 30, III p. Sekretariat: Pon. Sr. Pl. godz. 12—20

Krosno n/W. — ul. Nowotki 1 I p. (Jan Winiarski).

Łódź — ul. Traugutta 18, pok. 412 tel. 250-02. Sekretariat: Czw. godz. 17-19.

Nowy Sącz — ul. Jagiellońska 50a, tel. 80-52. Sekretariat: Pon. Sr. Pl. 18—20.

Olsztyn — Muzeum Mazurskie I p., tel. 24-74 (W. Radziwinowicz).

Opole — ul. Strzelców Bytomskich 3, (Woj. Dom Kultury) pok. 45. Sekretariat: godz. 16—18.

Ostrowiec Świętokrzyski — Al. 1-go Maja II p. (Zakładowy Dom Kultury).

Oświęcim — ul. Wł. Jagiełły 12. Pokazy nieba: T. Szufa, ul. Młyńska 7.

Poznań — ul. Stary Rynek 9/10. Sekretariat: Wt. Czw. godz. 17—19.

Szczecin — Al. Piastów 19, pok. 206 (Katedra Fizyki Politechniki Szczecińskiej) tel. 470-91, wn. 278.

Szczecinek — ul. T. Kościuskiego 10, m. 3, tel. 25-88.

Toruń — ul. Nowickiego 39/45 (Maria Kędzierska). Sekretariat: Czw. Sob. godz. 18—20. Odczyty: Pon. godz. 18 w Col. Max. UMK.

Warszawa — Al. Ujazdowskie 4. Sekretariat: Wt. Czw. Sob. godz. 18—21.

Wrocław — ul. Piotra Skargi 18a (Wzgórze Partyzantów), tel. 347-32. Sekretariat: godz. 9—11 oraz 18—19.

Red. nac.: A. Wróblewski. Sekr. Red.: G. Sitarski, Red. techn.: A. Cichowicz. Adres Redakcji: Warszawa, Al. Ujazdowskie 4. Rada Redakcyjna: Wł. Zonn (przew.), J. Gadoński, J. Mergentaler, A. Piaskowski, K. Rudnicki, K. Serkowski, A. Słowik, A. Woszczyk. Wydawca: Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii, Zarząd Główny. Warunki prenumeraty — roczna: 72 zł, półroczna: 36 zł, cena 1 egz. 6 zł, dla Członków PTMA — w ramach składki: 60 zł rocznie. Druk: Krakowska Drukarnia Prasowa, Kraków, ul. Wielopole 1 — Zam. 202 — Nakład 3.300 egz. Ark. druk. 2 — G-42

