



Naturalnej wielkości modele przyrządów obserwacyjnych Kopernika znajdują się w Muzeum Techniki NOT w Warszawie

NA WARSZTACIE



MODELE PRYZRĄDÓW OBSERWACYJNYCH KOPERNIKA

Do naszych czasów nie zachowały się oryginalne przyrządy obserwacyjne używane przez Mikołaja Kopernika, gdyż zostały one zniszczone, niektóre już za jego życia. Wielki astronom pozostawił jednak opisy swych narzędzi, toteż można było dość dokładnie odtworzyć ich wygląd. Dziś rekonstrukcje tych przyrządów możemy oglądać w muzeach poświęconych Kopernikowi oraz w zakładach, które zajmują się popularyzacją astronomii.

My również możemy zrobić modele przyrządów obserwacyjnych Kopernika. Nie będzie to trudne ani kosztowne, bo wszystkie trzy przyrządy wielkiego astronoma (kwadrant słoneczny, sfera armilarna i trójkąt paralaktyczny) były wykonane z drewna i są niezwykle proste w budowie. Trzeba oczywiście pamiętać, że za pomocą nich nie było można oglądać powierzchni planet i Księżyca ani też dostrzec na niebie większej liczby gwiazd. Takie obserwacje umożliwia luneta, która w tamtych czasach nie była jeszcze znana.

Przyrządy obserwacyjne Kopernika służyły jedynie do pomiarów kątowych na sferze niebieskiej, która zdaniem starożytnych astronomów miała być zewnętrzną granicą Wszechświata. Powierzchnia jej stanowiła i nadal stanowi odniesienie dla wszelkich pomiarów astronomicznych, przy których były i nadal są używane trzy podstawowe układy współrzędnych: równikowy, ekliptyczny i horyzontalny.

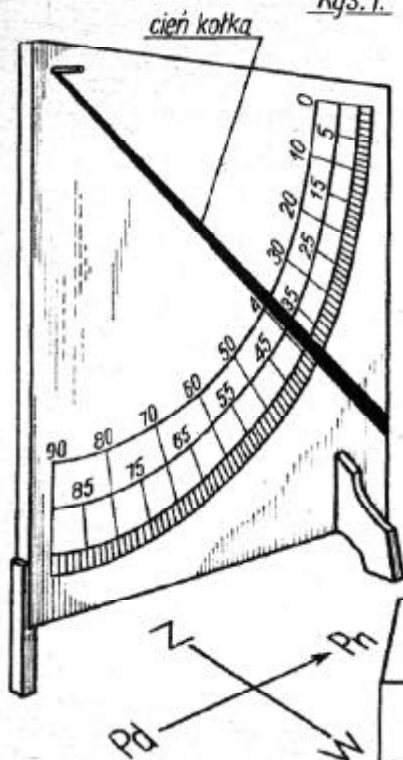
Kolem odniesienia w pierwszym układzie jest równik niebieski, będący w istocie projekcją równika ziemskiego na sferę niebieską. Drugi układ tworzy płaszczyzna pozornej drogi Słońca, opisującego w swym rocznym ruchu wielkie koło ekliptyki na tle gwiazdozbiorów zodiaku. Trzeci wreszcie układ, związany z miejscem obserwacji, oparty jest na płaszczyźnie horyzontu miejscowego.

Kwadrant słoneczny

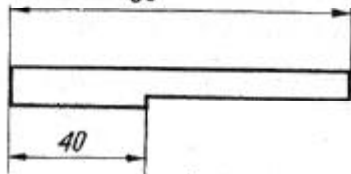
Najprostszym przyrządem obserwacyjnym Kopernika był niewątpliwie kwadrant słoneczny i jego też model najłatwiej jest wykonać (rys. 1). Przyrządem tym wielki astronom mierzył wysokość kątową Słońca w prawdziwe południe — podczas równonocy wiosennej i jesiennej, a także w najdłuższym i najkrótszym dniu roku. Na tej podstawie wyznaczał zarówno szerokość geograficzną miejsca obserwacji, jak i kąt nachylenia ekliptyki względem równika.

Przyrząd ten (fot. 1) stanowił drewniany kwadrat, którego powierzchnia była starannie wyrównana. W jednym jego rogu była wyrysowana ćwiartka koła, podzielona na 90 równych części, a każda z nich na 6 podziałek. W środku koła przytwierdzony był prostopadłe do powierzchni kwadratu cylindryczny kolek, który rzucał cień od Słońca. Położenie cienia zależne jest oczywiście od kierunku padania promieni słonecznych i zmienia się w ciągu roku.

Rys.1.

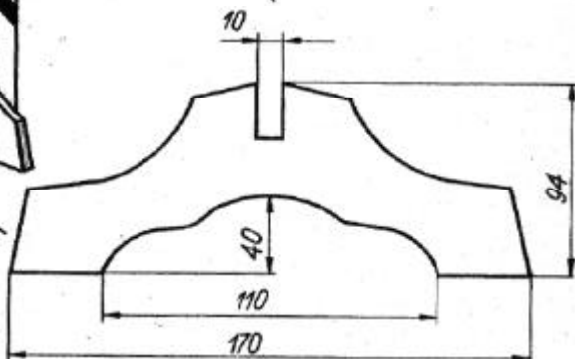


90



Rys.2.

Rys.3.



Model kwadrantu słonecznego zrobimy ze sklejki grubości około 10 mm, z której wytniemy kwadrat o boku 300 mm. Jedną powierzchnię wyciętego kwadratu dokładnie wygładzimy papierem ściernym, a następnie w którychś z rogów narysujemy cyrklem trzy koncentryczne ćwiartki koła. Promień naj-

większego koła wynosi około 260 mm i jest podzielony na 90 równych części. Części tych nie będziemy dzielić na mniejsze podziałki, gdyż przyrząd wykonany będzie w zbyt małej skali.

W środku koła, a więc dokładnie w tym miejscu, gdzie znajdowało się ostrze cyrkla, wywiercimy otwór o śred-

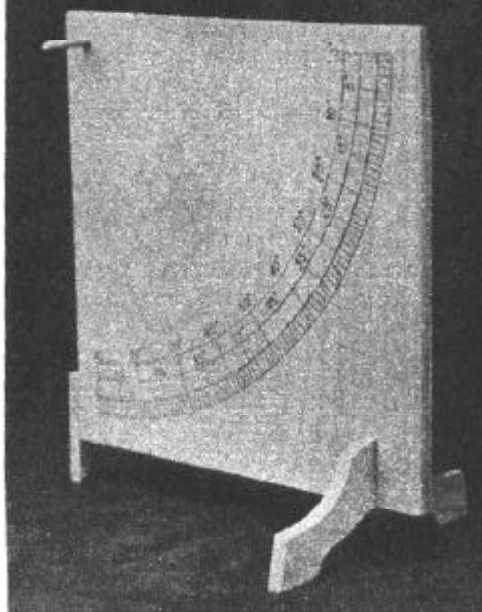
nicy około 5 mm. W otworze tym zamocujemy cylindryczny kolek o średnicy około 5 mm i długości około 40 mm. Podczas obserwacji będzie on rzucił cień od Słońca na powierzchnię kwadrantu i wskazywał wysokość Słońca względem horyzontu. Będzie to można odczytać na podziałce, którą oznaczymy od 0 do 90°.

Powierzchnia kwadrantu podczas obserwacji musi być ustawiona dokładnie pionowo, toteż do jednego boku przybijemy cienkimi gwoździkami kwadratową beleczkę o wymiarach $10 \times 10 \times < 90$ mm (rys. 2). Musi ona być tak przybita, aby jeden jej koniec wystawał ponad dolny brzeg kwadrantu dokładnie na 40 mm. W drugim końcu wytniemy odpowiednie wgłębienie i umocujemy w nim podpórkę, którą również zrobimy ze sklejki grubości około 10 mm (rys. 3).

Podane wymiary modelu kwadrantu słonecznego Kopernika są oczywiście tylko orientacyjne i każdy może je zmieniać we własnym zakresie. Należy przy tym zaznaczyć, że im model będzie większy, tym większą dokładność uzyskamy podczas obserwacji. Oryginalny kwadrant Kopernika miał powierzchnię o boku ponad 1,5 m, a więc miał wysokość niemal dorosłego człowieka.

Nie ulega wątpliwości, że każdy będzie chciał dokonać za pomocą modelu kwadrantu słonecznego próbnych obserwacji. W tym celu musimy przyrządzić urządzenie dokładnie w płaszczyźnie miejscowego południka, czyli w kierunku północ-południe. Kwadrant musi być ustawiony odpowiednio także w płaszczyźnie poziomej, to znaczy, że pion spuszczonej z kołka powinien dokładnie pokrywać się z kreską skały wyznaczającą kąt 90°. Następnie w południe obserwujemy kierunek padania promieni słonecznych i już po kilku dniach przekonamy się, że wysokość Słońca względem horyzontu nieustannie się zmienia.

Szczególnie wyraźnie będzie to widać wiosną i jesienią, gdyż latem i zimą wysokość Słońca zmienia się stosunkowo



Fot 1

wolno. A zatem trzeba prowadzić obserwacje przez dłuższy okres czasu, żeby zauważyć jakąś zmianę. Warto jednak zmierzyć wysokość Słońca podczas stanowiska letniego (około 22 czerwca) i porównać ją z wysokością w czasie stanowiska zimowego (około 22 grudnia).

Sfera armilarna

Najbardziej skomplikowanym przyrządem obserwacyjnym Kopernika była sfera armilarna (fot. 2). Odtwarzała ona wzajemne położenie dwóch układów współrzędnych: geograficznych, związanych z miejscem obserwacji, oraz ekliptycznych, w których przedstawiony jest ruch Słońca, Księżycy i planet. Tym przyrządem wielki astronom wyznaczał szerokość i długość ekliptyczną ciał niebieskich.

Sfera armilarna Kopernika składała się z 6 koncentrycznych obręczy drewnianych, zaopatrzonych w podziałki kątowe i przezierniki. Największa obręcz była na stałe umocowana do odpowied-



Fot. 2

niego stojaka i podczas obserwacji ustawiana dokładnie w płaszczyźnie miejscowego południka. Pozostałe obręcze były ruchome, połączone za pomocą osi wewnątrz obręczy nieruchomej.

Model sfery armilarnej również wykonamy ze sklejk grubości około 10 mm. Pracę rozpoczniemy od wycięcia największej obręczy (rys. 4) i umocowania jej w stojaku. Obręcz ta ma u dołu odpowiednio wyprofilowane poszerzenie, które pogrubimy przez nałożenie z obu jego stron kawałków sklejk grubości około 3 mm dopasowanych kształtem do poszerzenia.

Obręcz zamocujemy w stojaku, który zrobimy z kwadratowej drewnianej bełczki o przekroju 25×25 mm i wysokości 200 mm (rys. 5). W tym celu w jednym końcu bełczki wytniemy wgłębienie szerokości 16 mm i głębokości około 35 mm, a w drugim zaś dwa skrzyżowane pod kątem prostym wgłębienia szerokości 10 mm i głębokości 35 mm. W górnym wycięciu bełczki zamocujemy największą obręcz sfery, w dolnym

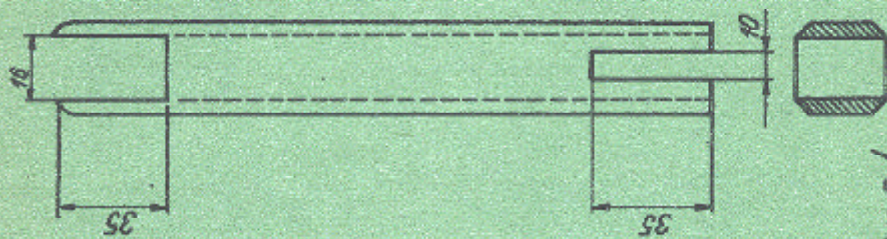
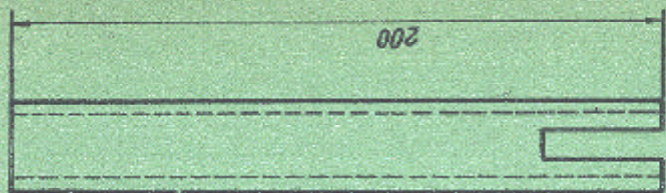
zaś dwie podpórki wycięte ze sklejki grubości 10 mm (rys. 6).

W ten sposób otrzymamy podstawową część sfery armilarnej. Teraz przystąpimy do wykonania pozostałych obręczy, które umownie nazwiemy A, B i C (rys. 7). Obręcze te wytniemy piłą włóśnicową ze sklejki grubości około 10 mm, a następnie ich krawędzie starannie wygładzimy papierem ściernym. Średnice obręczy są zależne od średnicy obręczy największej, muszą bowiem swobodnie wchodzić jedna w drugą.

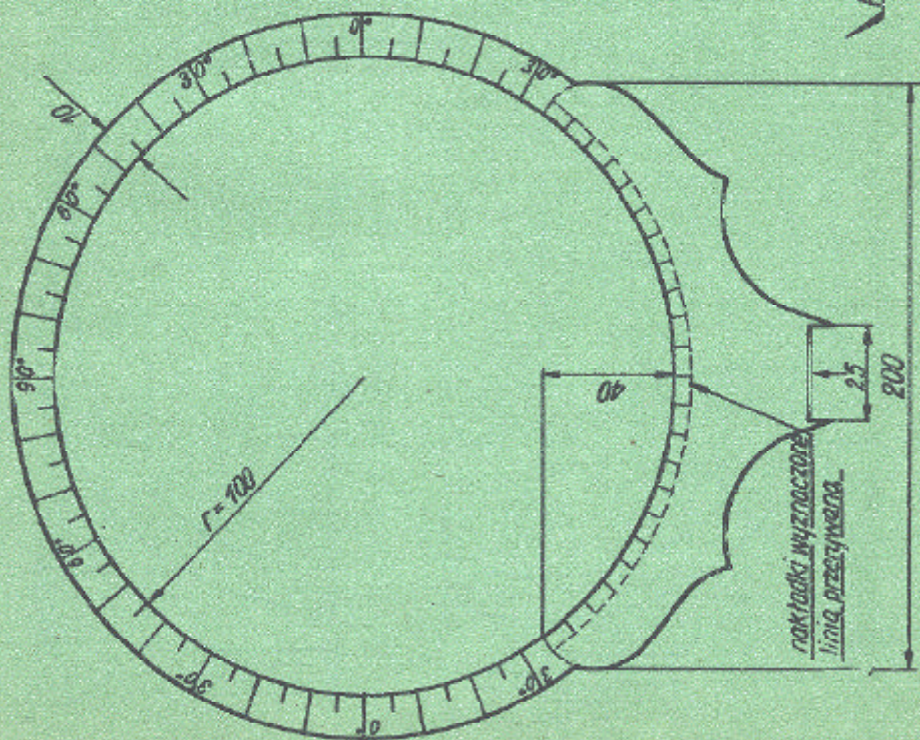
Najtrudniejsza do wykonania jest obręcz B, ponieważ składa się ona właściwie z dwóch obręczy (rys. 7 i rys. 8), trwale ze sobą połączonych pod kątem prostym. Jedna z nich (rys. 8) składa się z dwóch połówek, połączonych za pomocą kleju (może być butapren) na czopy płaskie. Obręcz ta będzie przedstawiać płaszczyznę ekliptyki, czyli pozorną drogę Słońca na niebie.

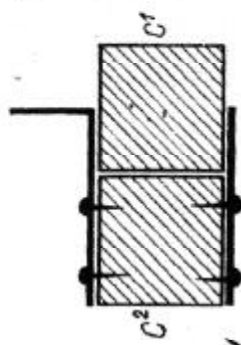
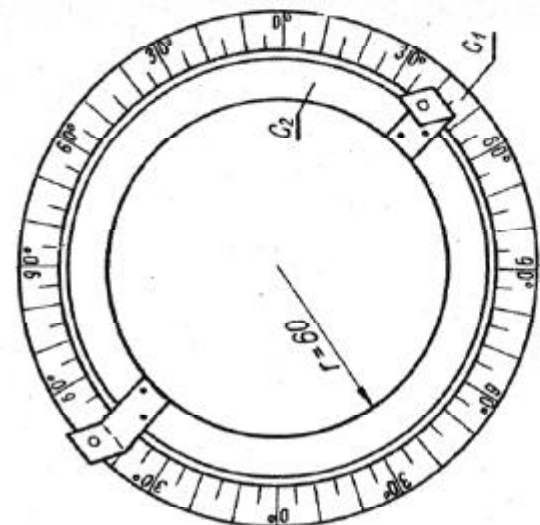
Obwód obręczy składającej się z dwóch połówek podzielimy na 12 równych odcinków i pośrodku każdego z nich narysujemy znaki zodiaku w następującej kolejności: Baran, Byk, Bliźnięta, Rak, Lw, Panna, Waga, Niedźwiadek, Strzelec, Koziorożec, Wodnik i Ryby. Rysowanie rozpoczniemy od znaków Raka i Koziorożca, w których Słońce znajduje się na początku lata i zimy. Znaki te narysujemy w miejscach, gdzie obie obręcze krzyżują się ze sobą. Pierwszy z nich musi wskazywać na wyższe położenie Słońca, drugi zaś niższe. Wyznaczymy je przez obrót obręczy ekliptyki o 180° , ustawiając ją przedtem w płaszczyźnie obręczy A. Czynność tę wykonamy oczywiście już po zmontowaniu sfery armilarnej.

Najmniejsza w przyrządzie jest obręcz C, która także składa się z dwóch części. Nie są one jednak ze sobą połączone, gdyż obręcz C2 musi się obracać w płaszczyźnie obręczy C1 (rys. 9). Na obręczy tej będą umocowane przezierniki, za pomocą których można będzie celować na wybrane ciało niebieskie i na po-

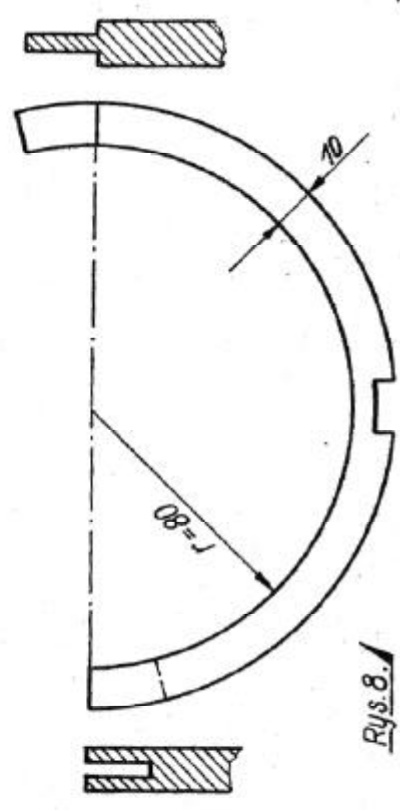
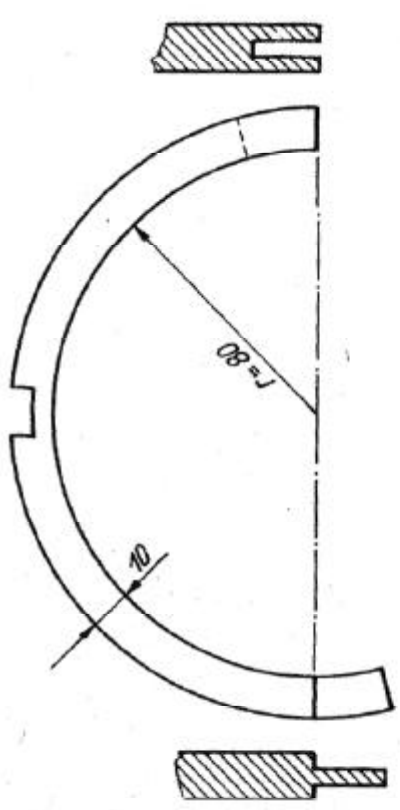


Rys. 4 Rys. 5.

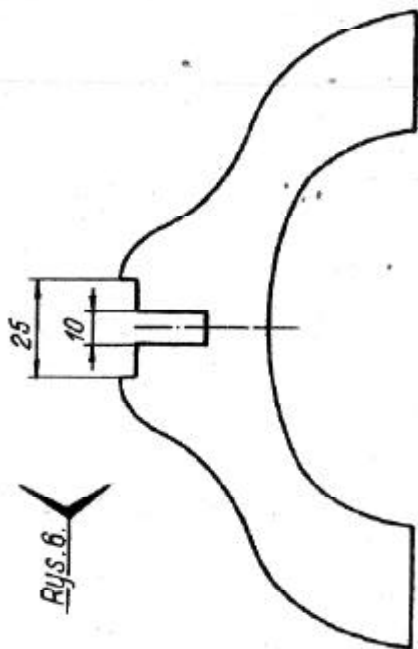
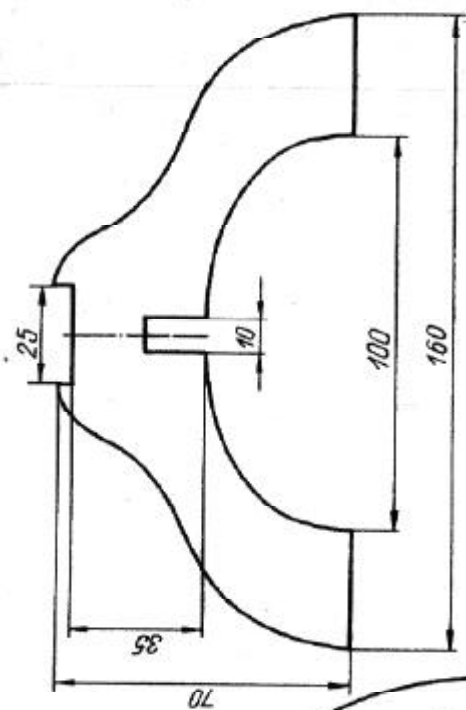




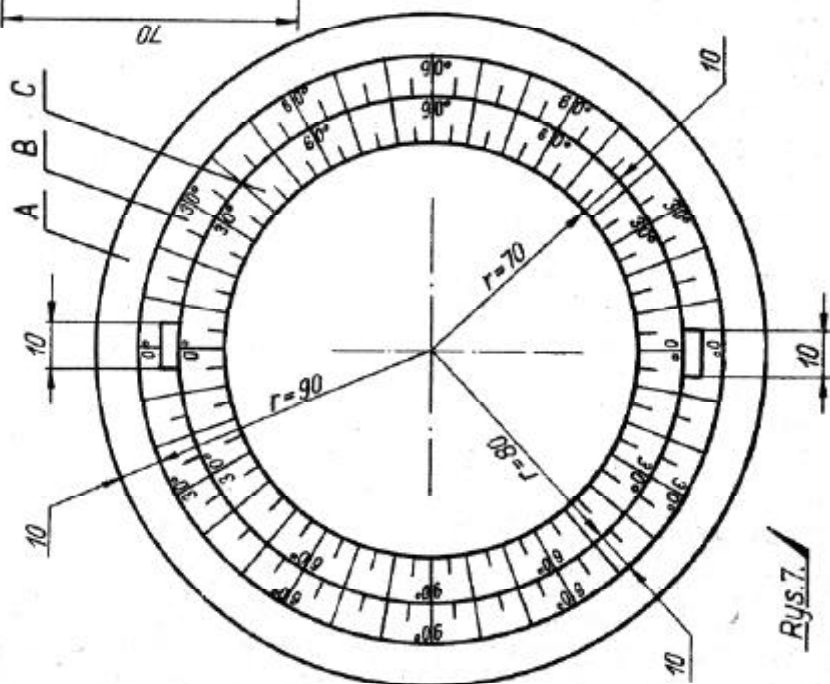
Rys. 9.



Rys. 8.



Rys. 6



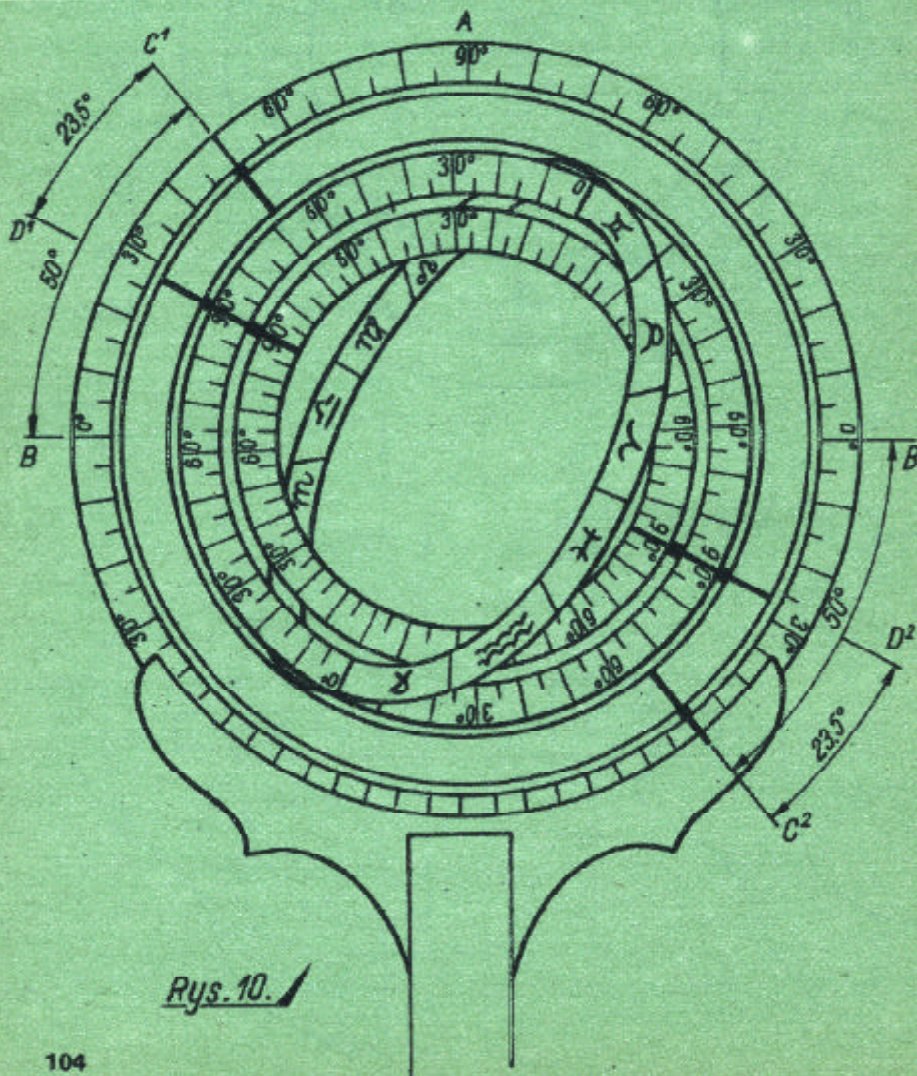
Rys. 7

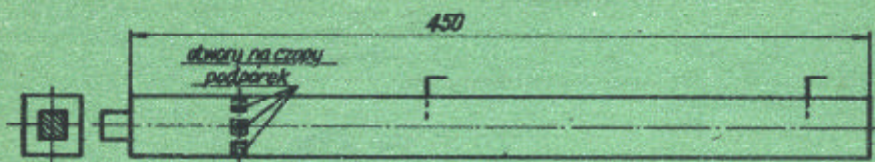
działce odczytywać jego szerokość ekliptyczną. Przezierniki zrobimy z pasków cienkiej blachy, które umocujemy tak, aby obręcz C2 nie mogła wypaść z obręczy C1.

Po przygotowaniu wszystkich obręczy przystąpimy do montażu sfery armilarnej. Obręcze połączymy za pomocą osi, które zrobimy z kawałków drutu nie-

dzianego grubości około 2 mm. Oś wciśniemy w wywiercone w obręczach otwory.

Jest to dość skomplikowana operacja, gdyż obręcz A musi być połączona z największą (nieruchomą) obręczą tak, aby jej oś była nachylona w stosunku do horyzontu pod kątem 50° , będzie ona bowiem przedstawiać oś świata i jej





Rys. 11.

nachylenie zależne jest od szerokości geograficznej miejsca obserwacji. Pozostałe obręcze (B i C) muszą obracać się na osi, która jest nachylona do osi świata pod kątem $23,5^\circ$. Te obręcze przedstawiają płaszczyznę ekliptyki i jej bieguny (rys. 10).

Na nieruchomej obręczy, podobnie jak na obręczach B i C, narysujemy podziałki stopni. Najlepiej zrobić to jeszcze przed wycięciem obręczy, gdyż potem trudno będzie wykonać podziałki starannie.

Trójkąt paralaktyczny

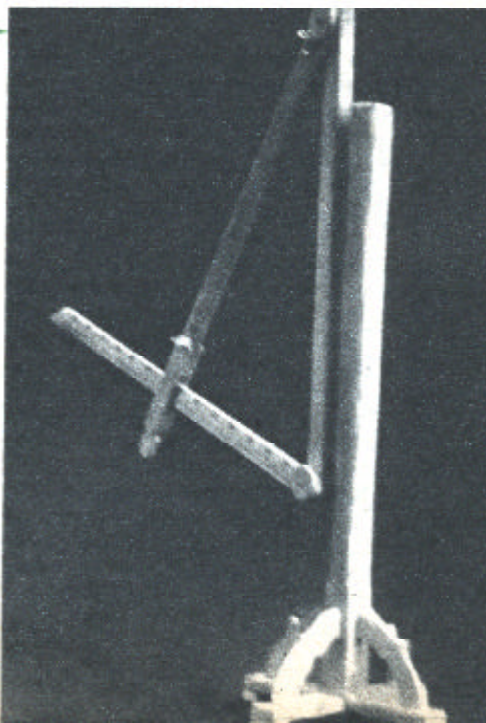
Trzecim przyrządem obserwacyjnym Kopernika był trójkąt paralaktyczny (fot. 3), za pomocą którego można było mierzyć odległość kątową między zenitem a obserwowanym ciałem niebieskim. Wielki astronom stosował trójkąt paralaktyczny głównie do pomiaru paralaksy Księżyca, czyli kąta, pod którym widać promień Ziemi z najbliższego sąsiada kosmicznego. Znając bowiem ten kąt można łatwo obliczyć odległość Księżyca od naszej planety, wyrażoną w jej promieniach.

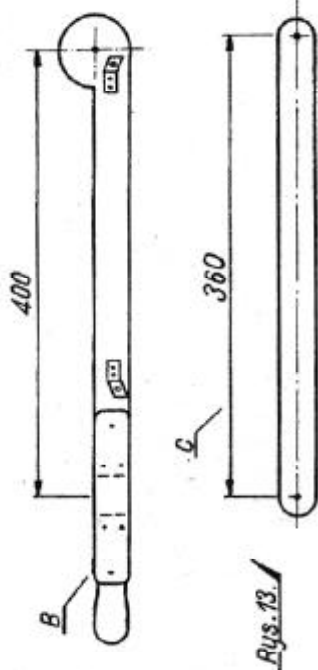
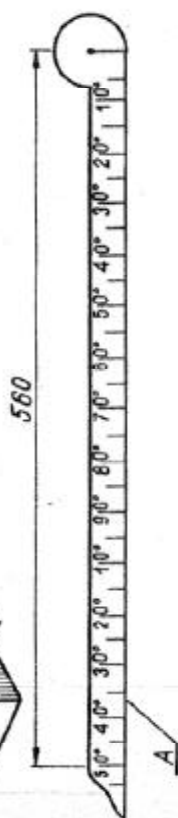
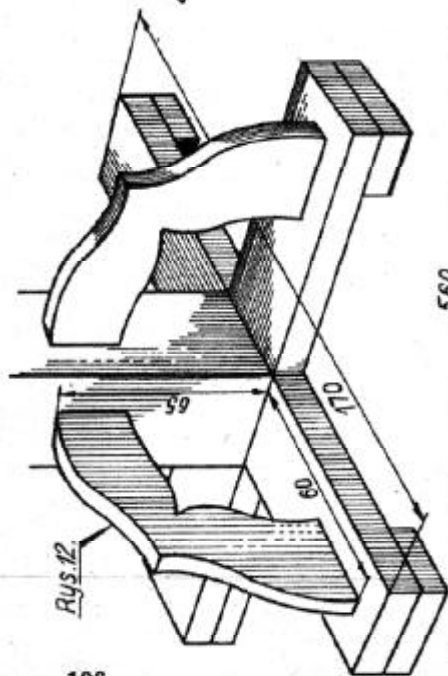
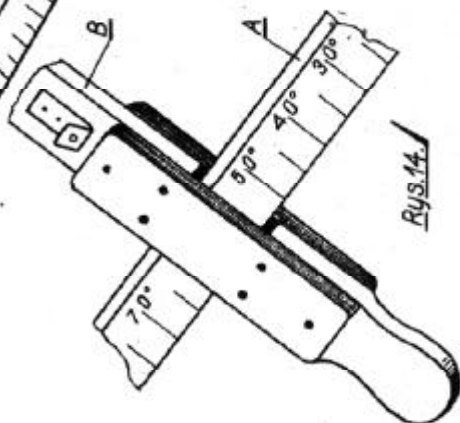
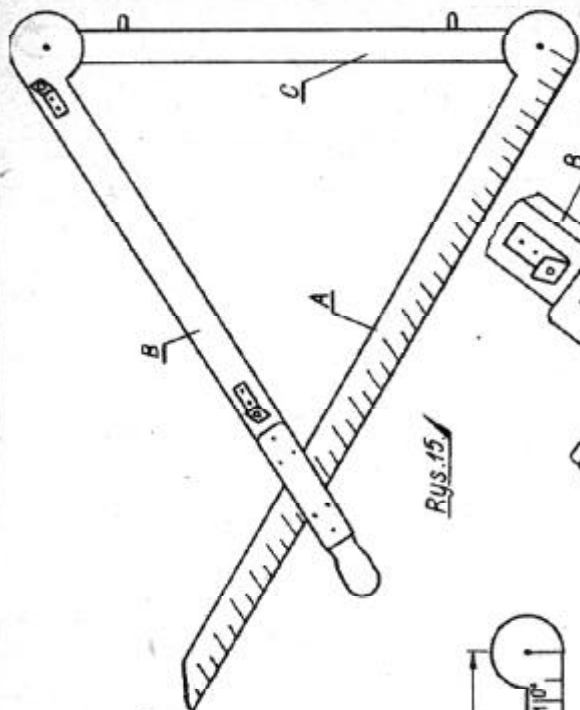
Przyrząd składał się z trzech listew drewnianych, tworzących trójkąt równoramienny o zmiennej podstawie. Jeden z boków był umocowany na odpowiednich zawiasach do stojaka, dokoła którego cały trójkąt można było obracać. Drugie ramię, wyposażone w przeciwniki, można było dowolnie nachylać w płaszczyźnie pionowej, przesuując

jego koniec wzdłuż boku trzeciego podzielonego na 1414 części.

Wykonanie modelu rozpoczniemy od sporządzenia stojaka, składającego się z kwadratowej beleczki drewnianej o przekroju 25×25 mm i długości około 450 mm (rys. 11). Beleczkę zamocujemy na krzyżaku, podobnie jak mocuje się choinkę świąteczną. Z każdej strony belecзки stojaka umocujemy podpórki wyciętą ze sklejki grubości około 10 mm. Jeden koniec podpórki łączymy na czop

Fot 3





z beleczką stojaka, drugi zaś — z ramieniem krzyżaka (rys. 12).

Następnie ze sklejki grubości 10 mm wytniemy listwę (A) szerokości około 15 mm i długości 560 mm (rys. 13). Listwa powinna być zakończona kółkiem o średnicy około 30 mm i podzielona na 142 części. Druga listwa (B) powinna mieć długość około 400 mm, z jednej strony powinna być zakończona kółkiem o średnicy około 30 mm, z drugiej zaś odpowiednio wyprofilowanym uchwytem. Tuż przy uchwycie listwę przecniemy poprzecznie i oddzielone od siebie dwie części listwy rozsuniemy na odległość około 25 mm, po czym połączymy je dwoma paskami cienkiej sklejki. W ten sposób w listwie powstanie otwór, w którym będzie mogła przesuwać się listwa z podziałką (rys. 14).

Zakończone kółkami końce obu listew przybijemy gwoździkami do końców beleczki (C), która powinna mieć długość około 360 mm i przekrój 15×15 mm (rys. 15). Gwoździ nie należy zbyt silnie wbijać, aby listwy mogły się wokół nich swobodnie obracać. Belecza powinna być wyposażona w dwa druczane uchwyty zamocowane do jej boku, służące do zawieszenia powstałego z listew i beleczki trójkąta na hakach wbitych w belkę stojaka (patrz rys. 11). Obserwacje będziemy przeprowadzać za pomocą przezierników, które wykonamy z dwóch pasków cienkiej blachy i zamocujemy z dwóch końców listwy (B).

Posługiwanie się trójkątem paralaktycznym jest stosunkowo łatwe i nie wymaga specjalnych objaśnień. Przyrząd powinien być tak ustawiony, aby listwa A (rys. 15) wyznaczała kierunek pionowy. Listwę z przeziernikami ustawiamy tak, aby w otworkach przezierników widać było obserwowane ciało niebieskie. Następnie odczytujemy na drugiej listwie odległość kątową danego ciała od zenitu w momencie wykonywania obserwacji.

Stanisław R. Brzostkiewicz