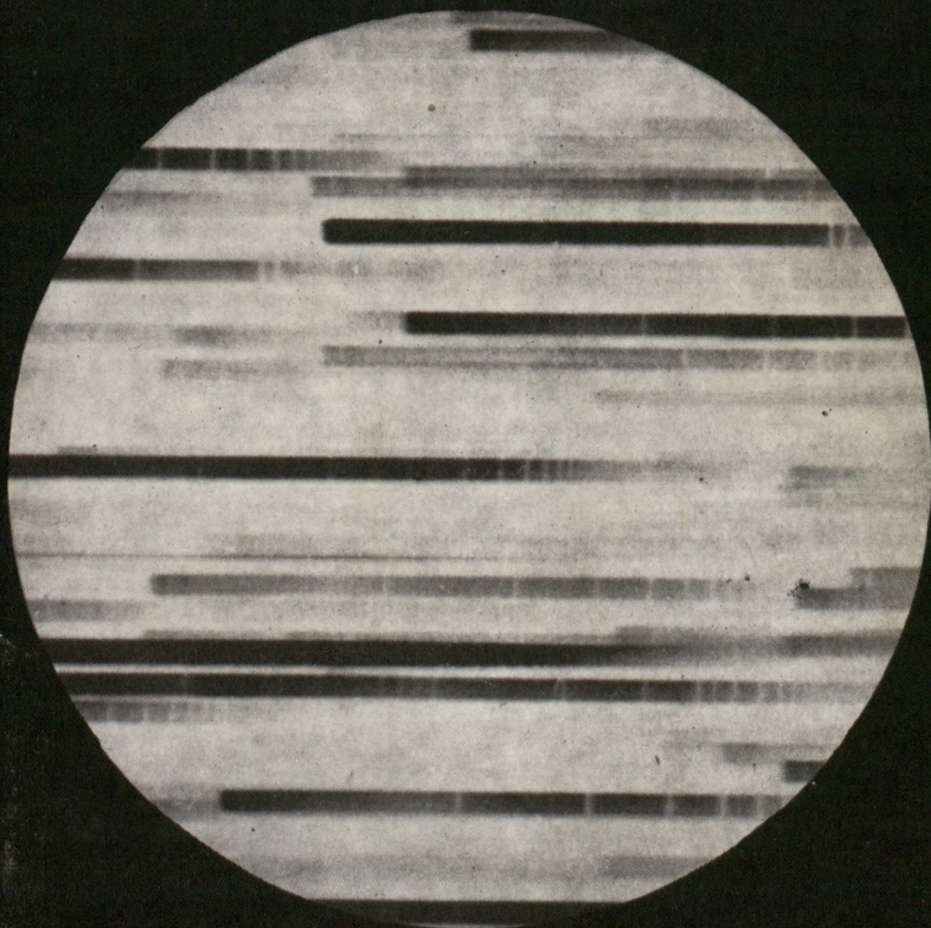




ASTRONOMIA W TORUNIU
MIEŚCIE
MIKOŁAJA KOPERNIKA



W pięćsetlecie urodzin Mikołaja Kopernika szczególnej wagi nabierają sprawy rozwoju astronomii w mieście Jego urodzenia, w mieście Jego młodości. Czy istotnie Toruń godnie reprezentuje polską astronomię, włączając się w nurt najbardziej aktualnych zagadnień tej nauki?

O tym będzie się mógł Czytelnik przekonać przeglądając karty tej książeczki. Ukazano w niej nie tylko historię powstania i rozwoju astronomicznego ośrodka toruńskiego, ale przedstawiono również, jak wygląda praca astronoma, jakimi problemami zajmują się poszczególne działy astronomii, jak astrofizyka, astronomia gwiazdowa, radioastronomia, mechanika nieba — a wreszcie jakie prace naukowe są prowadzone w ośrodku toruńskim.

ASTRONOMIA W TORUNIU
MIEŚCIE
MIKOŁAJA KOPERNIKA

pod redakcją
CECYLII IWANISZEWSKIEJ





75640
TOWARZYSTWO
ASTRONOMIA W TORUNIU
MIEŚCIE
MIKOŁAJA KOPERNIKA

ASTRONOMIA W TORUNIU
MIEŚCIE
MIKOŁAJA KOPERNIKA



BIBLIOTEKA
KOPERNIKAŃSKA

Nr 10



TOWARZYSTWO

AKADEMIA
POLSKICH NAUK

TOWARZYSTWO NAUKOWE W TORUNIU

PRACE POPULARNONAUKOWE NR 20



BIBLIOTECZKA
KOPERNIKAŃSKA

Nr 10

T O R U Ń 1972

274 610

III egz.

ASTRONOMIA W TORUNIU MIEŚCIE MIKOŁAJA KOPERNIKA

pod redakcją
CECYLII IWANISZEWSKIEJ

W Toruniu nad Wisłą przyszedł na świat Mikołaj Kopernik, człowiek wielkiego umysłu, badawca i twórca nowoczesnej astronomii i otworzył drogę do nowożytności. Jest to tytuł do wielkiej chwały dla naszego miasta i dla Mikołaja Kopernika, zobowiązujący równocześnie do pamięci i czci wielkiego człowieka, który się tu urodził. Chcąc ludzi żywych, staramy się nadać naszym uśmiałom taki wyraz, który byłby dla nich miły. Ta zasada obowiązująca również w dziedzinie sztuki, ma być wyznacznikiem wielkich. Kierując kulturą Torunia, powołaliśmy do życia inicjatywę konferencyjną z tą nazwą. Powstał najwięcej umiędowianem i jednym z jej tematów była astronomia, najgłośniejszym wyrazem kultury Kopernika w Polsce jest kontynuowanie nauki, którą on się poświęcił i którą w jakimś stopniu podjął Toruń. W tym celu w Toruniu w 1972 roku Mikołaj Kopernik przyczynił się do rozwoju tej nauki, która jest dla niego w świecie nieznana. W Toruniu, w mieście, w którym się urodził, Mikołaj Kopernik doświadczył wielkiego powodzenia i stał się w jego życiu wielkim odkrywcą.



T O R U Ń 1972

ARCHIWUM
POLSKIEJ AKADEMII NAUK

8 200/2006

Opracowali:

*Alojzy Burnicki, Stanisław Gąska, Stanisław Gorgolewski,
Stefania Grudzińska, Cecylia Iwaniszewska, Wilhelmina Iwanowska,
Andrzej Woszczyk*

*

Redaktor naczelny wydawnictw TNT
ARTUR HUTNIKIEWICZ

*

Komisja Wydawnictw Popularnonaukowych

Przewodniczący
ANDRZEJ TOMCZAK

Członkowie

JANUSZ GILAS, FRANCISZEK PEPŁOWSKI, WANDA ZABŁOCKA

*

Redaktor naukowy
WILHELMINA IWANOWSKA

*

Projekt obwoluty
oraz opracowanie graficzne
ZYGFRYD GARDZIELEWSKI

*

Na obwolucie:

Fragment kliszy z widmami gwiazd,
uzyskanej w Piwnicach przy pomocy teleskopu Schmidta-Cassegraina
z pryzmatem obiektywowym



Printed in Poland

WYDANO Z ZASIŁKU
WOJEWÓDZKIEJ RADY NARODOWEJ
W BYDGOSZCZY

918921

BIBLIOTEKA
UNIWERSYTECKA
W TORUNIU

D. 500/2006



1. Współczesna panorama Starego Miasta Torunia

WSTĘP

WToruniu nad Wisłą przyszedł na świat Mikołaj Kopernik, człowiek wielkiego umysłu, który dał początek nowoczesnej astronomii i otworzył drogi rozwoju naukom ścisłym. Jest to tytuł do wielkiej chwały dla naszego kraju i grodu Kopernika, zobowiązujący równocześnie do pamięci i czci wielkiego człowieka, który się tu urodził. Czcząc ludzi żywych, staramy się nadać naszym uczuciom taki wyraz, który by był dla nich miły. Ta zasada obowiązuje również w stosunku do tych, co odeszli, małych czy wielkich. Krzewiąc kult Kopernika w Polsce i w Toruniu, powinniśmy nasze inicjatywy konfrontować z tą zasadą. Ponieważ największym umiłowaniem i jedyną pasją życia Kopernika była astronomia, najgodniejszym wyrazem kultu Kopernika w Polsce jest kontynuowanie nauki, której on się poświęcał i którą skierował na nowe tory. Nie podejmując się oceny, w jakim stopniu ojczyzna Kopernika przyczynia się do rozwoju tej nauki, zajmującej obecnie w świecie poczesne miejsce, pragniemy przedstawić szerszemu ogółowi czytelników w pięćsetną rocznicę urodzin Mikołaja Kopernika dorobek ośrodka astronomii, który powstał i działa w jego rodzinnym mieście.

Wielkiemu Księciu Litewskiemu i Wielkiemu Księciu Ruskiemu
I. Władysławowi Jagielle Królowi Polskiemu

WYSTAWA
KRAJOWA I MIĘDZYNARODOWA

W Toruniu nad Wisłą przyszedł na świat Mikolaj Kopernik, czo-
wisk wielkiego myśliciela, który doprowadził nowożytną astro-
nomię i stworzył drugą teorię wszechświata. Jest to tytuł do
wielkiej chwili dla naszego kraju i świata. Kopernik, odpow-
iadający równocześnie do panteonu i do wielkiego człowieka, który
się tu urodził. Cóż za dzień i twórcy, którzy się nadają naszym
wzrostom taki wyraz, który był dla nich miłą. To zasada obo-
wiazku również w naszym do tego co obywateli małych czy wiel-
kich. Królestwo nasz Kopernik w Polsce i w Toruniu powstanie
nasze inicjatywę kontynuować i to zasada. Powstanie największym
ugodowieniem i jedyną drogą przez Księstwo było astronomia,
najbardziej wyrazem kultury Kopernika w Polsce jest kon-
tinuowanie nauki, której on się poświęcił i którą się poświęcił
nowej formie. Nie podajmy jej wcale, w jakim stopniu naszym
Kopernik przyczynia się do kontynuacji nauk i umiejętności, które
nie w świecie postać niemiecką, przegany przedstawiciel
ogółowi cywilizacji w pięćdziesiąt laty urodził Mikolaj Ko-
pernika dotychczas obojętności, który powstał i działał w jego
rodzinie niemieckiej.



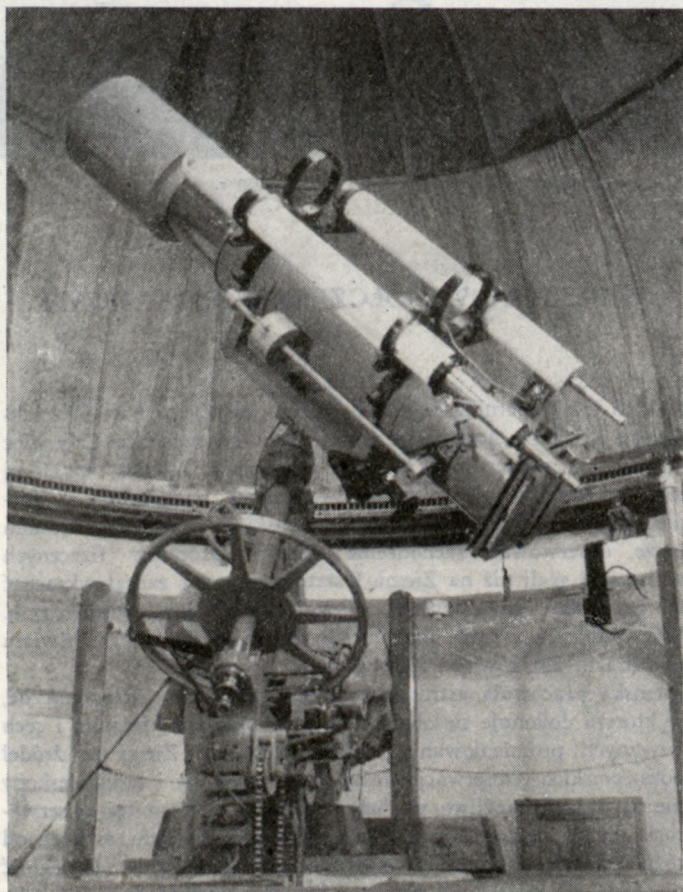
2. Obserwatorium Astronomiczne UMK - stan z 1959 r.

WARSZTAT WSPÓŁCZESNEJ ASTRONOMII

Jak to już Kopernik stwierdził, materia na Ziemi i we Wszechświecie jest jedna, jednakowe też są prawa nią rządzące. Cały więc kosmos to „poszerzona” ziemská pracownia fizyczna, w której materia znajduje się w innych warunkach temperatury, ciśnienia, gęstości. W tej nowej, „pozaziemskiej” pracowni astronom może obserwować zachodzenie różnych procesów fizycznych w szerszej skali niż na Ziemi. Ostatnio człowiek zaczął wkraczać w przestrzeń pozaziemską, używając pojazdów kosmicznych. Przewodniczką w tych, niedalekich zresztą w skali Wszechświata podróżach, jest również astronomia.

Ziemská pracownia astronoma to obserwatorium astronomiczne, w którym dokonuje się obserwacji, czyli pomiaru kierunku i cech fizycznych promieniowania, dochodzącego do Ziemi ze źródeł pozaziemskich. Obserwacje nieba przez teleskopy i radioteleskopy nie są jednak możliwe w dużym mieście, dlatego też obserwatoria muszą się znajdować z dala od miejskiego pyłu, światła, od różnorodnych zakłóceń w odbiorze promieniowania. Odległość placówki od miasta nie powinna być jednak zbyt duża, tak aby zapewniona była łączność z ośrodkami naukowymi, najczęściej uniwersyteckimi, aby umożliwić astronomom dojazdy z miasta na wykonywanie pracy obserwacyjnej i zapewnić opiekę fachowców nad wyposażeniem instrumentalnym.

Podstawowym wyposażeniem obserwatorium są różnego typu teleskopy i radioteleskopy, a obok nich szereg przyrządów takich, jak spektrografy do uzyskiwania widm, fotometry do badania jasności, odbiorniki radiowe. Do opracowania uzyskanych danych używa się często elektronicznych maszyn cyfrowych.



3. Pierwszy teleskop w obserwatorium toruńskim – słynny teleskop Drapera

Każdy teleskop optyczny znajdować się musi w osobnym pomieszczeniu — pawilonie z obracalną, otwieraną kopułą. W pogodne, długie zimowe noce astronom, odziany w grube kożuch, kieruje obiektyw swego teleskopu na wybrany obszar nieba, gdzie bada interesujące go ciała niebieskie, przebywając nieraz po kilka-

naście godzin na mrozie. W lecie warunki obserwacji są mniej uciążliwe, ale noce są krótsze i uniemożliwiają uzyskanie długich serii obserwacji.

Praca naukowa astronoma to nie tylko obserwowanie nieba w czasie pogodnych nocy, lecz także opracowanie uzyskanych materiałów. Tak więc na przykład zdjęcie, wykonane w czasie ekspozycji trwającej od kilku minut do paru godzin, służy najczęściej jako materiał do wielogodzinnych, a nawet wielotygodniowych pomiarów i obliczeń. Ta mało efektowna, żmudna praca może być również prowadzona na materiale, na przykład na kliszach, uzyskanym znacznie wcześniej. Wreszcie, po opracowaniu obserwacji, astronom przystępuje do interpretacji i opisywania wyników, opierając się na prawach fizyki i metodach matematycznych.

Taka specyfika pracy astronomicznej sprawia, że w tej dziedzinie wiedzy ogromnie szeroko rozwinęła się współpraca między poszczególnymi ośrodkami naukowymi. Astronom odwiedzający inne

4. Jednym z pierwszych etapów opracowania uzyskanych materiałów jest fotometriowanie. Mikrofotometr Zeissa przystosowany do rejestracji widm gwiazdowych



obserwatorium ma nie tylko możliwość nawiązania bezpośredniego kontaktu z innym środowiskiem naukowym, zajmującym się podobną problematyką, ale przede wszystkim, uzyskawszy „przydział” czasu obserwacji przez teleskop, może gromadzić materiały obserwacyjne do dalszego, późniejszego ich opracowywania; oczywiście, o ile w „przydzielonym” czasie dopisze pogoda. Nie odgrywa to tak istotnej roli w obserwacjach z dziedziny astronomii radiowej.

W astronomii ogromnie ważna jest współpraca międzynarodowa, dlatego też poszczególne obserwatoria wymieniają między sobą informacje o pracach wykonywanych, rozsyłają w ramach międzynarodowej wymiany swe publikacje. W rozwoju astronomii, w upowszechnianiu jej osiągnięć poważną rolę spełnia organizacja zrzeszająca astronomów z całego świata — Międzynarodowa Unia Astronomiczna. W pięćsetlecie urodzin Mikołaja Kopernika nadzwyczajny kongres tej Unii odbył się ma w Polsce.

Z HISTORII ROZWOJU TORUŃSKIEGO OŚRODKA ASTRONOMICZNEGO

POWSTANIE OŚRODKA ASTRONOMICZNEGO W TORUNIU

Za początek istnienia ośrodka astronomicznego w Toruniu można uważać następujące daty:

15 VII 1945 r. — przyjazd do Torunia licznej grupy pracowników uniwersyteckich z Wilna, wśród których znaleźli się też trzej astronomowie: prof. dr Władysław Dziewulski, kierownik Obserwatorium Astronomicznego UMK do 1952 r., prof. dr Wilhelmina Iwanowska, kierownik obserwatorium od 1952 r., dyrektor Instytutu Astronomii od 1969 r., oraz adiunkt dr Stanisław Szeligowski.

24 VIII 1945 r. — uchwała o utworzeniu Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w rodzinnym mieście astronoma. Na Wydziale Matematyczno-Przyrodniczym tego uniwersytetu utworzone zostały dwie katedry: astronomii i astrofizyki (w innych uniwersytetach było w owym czasie po jednej katedrze astronomii).

4 XII 1945 r. — pierwszy wykład z astronomii dla studentów I roku nowo kreowanego uniwersytetu, a więc rozpoczęcie normalnych zajęć dydaktycznych na uczelni.

Przybyli do Torunia astronomowie mieli przed sobą dwa zadania:

— zorganizowanie obserwatorium astronomicznego dla rozpoczęcia normalnej pracy naukowej,

— prowadzenie zajęć dydaktycznych na kierunku astronomicznym, tak aby spośród wychowanków uczelni dobierać stopniowo młodszych pracowników naukowych, asystentów.

OBSERWATORIUM ASTRONOMICZNE

Po dłuższych badaniach okolic miasta astronomowie zdecydowali się wybrać jako teren budowy przyszłego Obserwatorium Astronomicznego UMK majątek Piwnice, przejęty przez władze uczelni jako majątek doświadczalny. Położony 12 km na północo-zachód



5. Budowa pierwszego pawilonu obserwacyjnego w 1948 r.: 5-metrowa kopuła zbudowana w Toruniu, w całości przetransportowana do Piwnic i bez pomocy dźwigu zamontowana na wierzchołku budynku

od miasta, jest on oddzielony od Torunia pasem lasu, którego część stanowi rezerwat przyrody.

Współrzędne geograficzne Piwnic wynoszą: długość geograficzna $1^{\text{h}}14^{\text{m}}\text{E}$, szerokość $53^{\circ}06'\text{N}$, wysokość — 90 metrów nad poziomem morza.

Ponieważ nie można było w kraju zbudować teleskopu ani uzyskać w owym trudnym czasie dewiz na jego zakup za granicą, rozpoczęto w 1946 r. starania o wypożyczenie teleskopu od któregoś z zasobniejszych ośrodków zagranicznych. Starania te zostały pomyślnie zakończone: w czerwcu 1947 r. nadszedł do Torunia „zasłużony“ astrograf Drapera o średnicy obiektywu 20 cm, z pryzmatami obiektywowymi, wypożyczony przez profesora Harlow Shapleya, dyrektora Harvard College Observatory w Cambridge w Stanach Zjednoczonych. Teleskop ten został umieszczony w pierwszym pawilonie obserwacyjnym z obracalną 5-metrową kopułą, ukończonym jesienią 1948 r. Pierwsze zdjęcie astrografem Drapera wykonano w Piwnicach 24 VII 1949 r.

12 Przedstawia ono obszar nieba w gwiazdozbiornie Orła.



6. Ofiarodawca teleskopu Drapera prof. Shapley (pierwszy z lewej) i prof. Lindblad (z prawej) w czasie wizyty w obserwatorium toruńskim w 1964 r. w towarzystwie prof. Iwanowskiej

Może warto tu przytoczyć jako anegdotę wypowiedź profesora Shapleya, odwiedzającego obserwatorium w Piwnicach w 1964 r.: „Po pierwszej wojnie światowej pożyczyłem jeden teleskop 20-centymetrowy obserwatorium krakowskiemu, po drugiej wojnie — drugi taki teleskop obserwatorium toruńskiemu. Trzeciej wojny nie będzie, bo nie mamy w Harvard więcej teleskopów 20-centymetrowych!”

Dwa następne z kolei teleskopy zostały zmontowane w Toruniu z zakupionych za granicą części: optycznych w Szwecji za symboliczną zapłatę, dzięki pośrednictwu profesora Bertila Lindblada, dyrektora obserwatorium sztokholmskiego, zaś mechanicznych, to jest układu osi — w Anglii. Po dorobieniu na miejscu tubusów* i podstaw obserwatorium uzyskało tak zwaną kamerę Schmidta o średnicy lustra 35 cm i reflektor paraboliczny** o średnicy

* Tubus — część mechaniczna teleskopu, mająca kształt rury, w której osadzone są soczewki lub lustra.

** Reflektor paraboliczny — teleskop, w którym obraz obserwowanego ciała niebieskiego otrzymuje się przez odbicie od zwierciadła wklęsłego o przekroju paraboli.

WYDAWNICTWO
UNIWERSYTETU MIKOŁAJA KOPERNIKA

BULLETIN
OF THE ASTRONOMICAL
OBSERVATORY IN TORUN
N^o1
BIULETYN
OBSERWATORIUM
ASTRONOMICZNEGO
W TORUNIU



NAKŁADEM KSIĘGARNI NAUKOWEJ
T. SZCZESNY I S-KA TORUN 1946

7. Okładka pierwszego Biuletynu Obserwatorium Astronomicznego w Toruniu

lustra 25 cm. Oba te instrumenty, również wyposażone w pryzmaty obiektywowe, wymagały nowych, osobnych pomieszczeń; kamera została w 1953 r. zmontowana prowizorycznie w drewnianej budce, wybudowanej przez astronomów własnymi rękami, a dopiero od 1958 r. można było rozpocząć pracę za pomocą tych teleskopów w nowych pawilonach.

14 Materiały obserwacyjne, zebrane jeszcze przed II wojną w obserwatorium wileńskim, opracowane następnie w Toruniu, postu-

żyły do ogłoszenia drukiem pierwszych prac naukowych ośrodka toruńskiego. W czerwcu 1946 r. wydano pierwszy zeszyt naukowego wydawnictwa astronomicznego: „Biuletyn Obserwatorium Astronomicznego w Toruniu“, którego pięćdziesiąt zeszytów zamyka liczbę około 200 prac badawczych. Wykaz tych prac znajdzie czytelnik na końcu książeczki.

Wydanie pierwszego zeszytu własnych publikacji miało dla ośrodka znaczenie nie tylko prestiżowe. Przez rozesłanie tego wydawnictwa w ramach bezpłatnej wymiany wydawnictw do kilkuset obserwatoriów zagranicznych — nawiązany został kontakt naukowy i zaczęła napływać literatura naukowa z całego świata. Otrzymywane publikacje, a także ofiarowane przez Bibliotekę Uniwersytecką w Poznaniu dublety cennych wydawnictw (katalogów gwiazd i map nieba), stanowiły zaczątek księgozbioru. Biblioteka obserwatorium toruńskiego liczy obecnie ponad 7000 tomów.

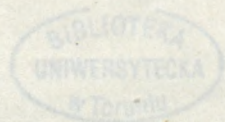
STUDIA ASTRONOMICZNE

Na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika od początku istnieje astronomiczny kierunek studiów. Studia trwają pięć lat i kończą się uzyskaniem dyplomu magisterskiego. W czasie pierwszych trzech lat studenci astronomii słuchają przede wszystkim wykładów z matematyki i fizyki wspólnie ze studentami fizyki, zapoznając się równocześnie z podstawami astronomii. Dwa ostatnie lata natomiast poświęcone są głównie wykładom astronomicznym.

Obecnie można specjalizować się na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika w następujących dziedzinach:

- astrofizyce,
- astronomii gwiazdowej,
- radioastronomii,
- mechanice nieba.

Pierwszy dyplom magisterski na kierunku astronomii wydano w 1950 r. Do 1972 r. uzyskało go 68 osób. Absolwenci mają prawo nauczania fizyki i astronomii w szkołach średnich. Zatrudnienie absolwentów kształtuje się w następujący sposób: 35% pracuje w ośrodku toruńskim (UMK i PAN), 13% w innych szkołach wyższych, 17% w szkolnictwie średnim, 20% w instytucjach naukowo-badawczych, 15% w placówkach oświatowych i innych. W Obserwatorium Astronomicznym UMK w Piwnicach odbywa-





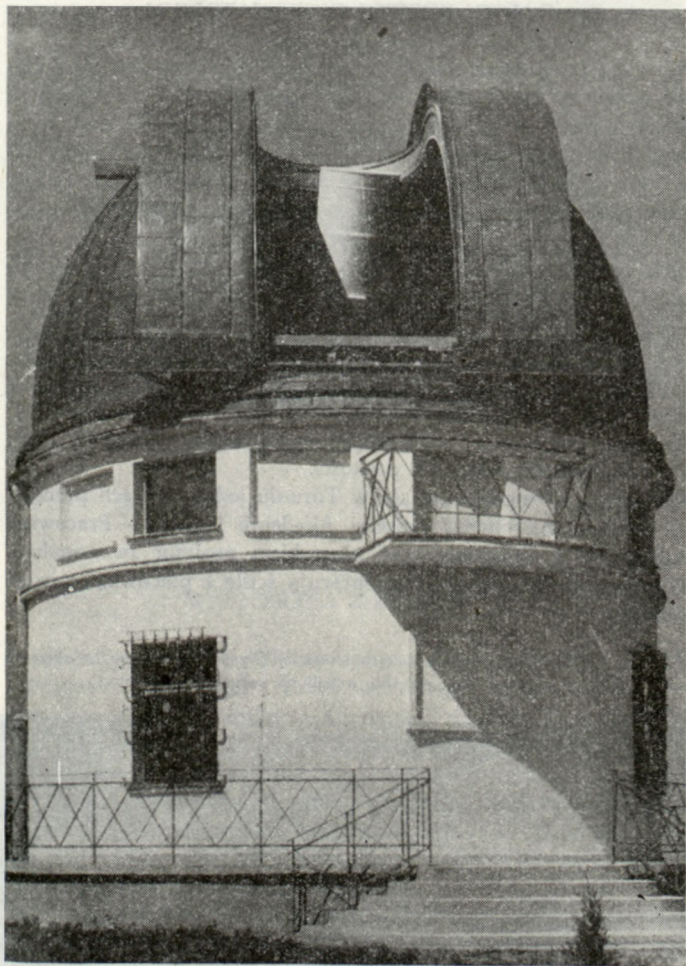
8. Oddany do użytku w 1957 r. budynek Obserwatorium Astronomicznego w Piwnicach, mieszczący pracownie naukowe i techniczne

ją się letnie praktyki wakacyjne studentów astronomii z innych ośrodków uniwersyteckich. Na stażach naukowych przebywało tu także kilkunastu astronomów z zagranicy.

Astronomowie z ośrodka toruńskiego prowadzą również wykłady dla studentów na kierunkach fizyki, matematyki, geografii i biologii. W zajęciach tych brało udział do 1971 r. ponad 3000 osób. Zapoznanie się z podstawowymi wiadomościami ze współczesnej astronomii jest szczególnie ważne dla przyszłych nauczycieli, gdyż nauczanie astronomii w szkołach średnich bywa zwykle powierzane nauczycielom fizyki lub geografii.

Od 1947 r. zdolniejszych studentów starszych lat studiów astronomicznych angażowano do obserwatorium jako zastępców asystentów, by w miarę uzyskiwania dyplomów magisterskich i doktoratów, awansowali stopniowo na stanowiska asystentów i adiunktów, a z czasem docentów i profesorów.

Na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika od 1959 do 1971 r. obroniono prace doktorskie z astronomii 16 osób. Habilitacji przeprowadzono 7, pierwszą w 1947 r.



9. Budynek teleskopu Schmidta-Cassegraina oddany do użytku w 1962 r.

BIBLIOTEKA
UNIwersytecka
w Torunlu

DALSZY ROZWÓJ OBSERWATORIUM

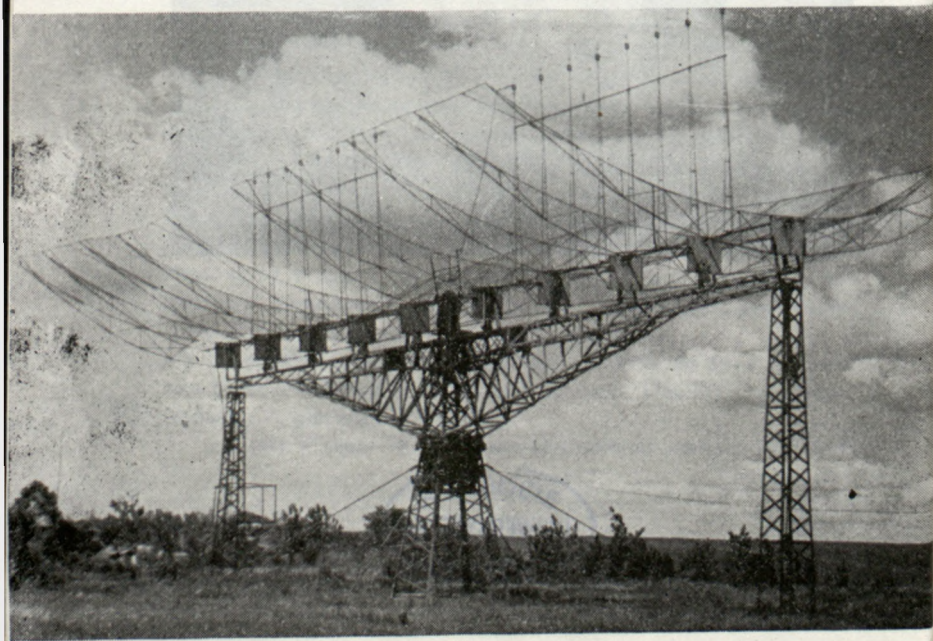
W miarę zwiększania zadań badawczych i dydaktycznych stopniowo zwiększał się personel naukowy i techniczny, a z tym wiązała się konieczność uzyskania nowych pomieszczeń. W 1957 r. na terenie wydzielonej w obrębie majątku Piwnice parceli obserwatorium zakończono budowę specjalnego gmachu, mieszczącego pracownie naukowe i techniczne, warsztat i pokoje noclegowe.

W 1962 r. ośrodek toruński uzyskał nowoczesny teleskop średnich rozmiarów. Był to teleskop Schmidta-Cassegraina, o średnicy lustra 90 cm, zakupiony w firmie Zeiss (Jena, NRD) przez Polską Akademię Nauk wspólnie z Ministerstwem Szkolnictwa Wyższego, a użytkowany przez astronomów z całego kraju.

Pod koniec lat pięćdziesiątych w ośrodku toruńskim podjęto badania nad promieniowaniem ciał niebieskich w dziedzinie fal radiowych. Od 1958 r. prowadzone są codzienne obserwacje Słońca w wybranych zakresach częstości.

W 1957 r. utworzona została w Toruniu jedna z trzech pracowni Zakładu Astronomii Polskiej Akademii Nauk — Pracownia Astrofizyki I, działająca pod kierunkiem profesor Iwanowskiej. Pracownicy tej placówki współpracują ściśle z placówką uniwersytecką.

10. Jedna z pierwszych anten w obserwatorium w Piwnicach — antena cylindryczna o wymiarach 12×26 m, ruchoma wokół osi poziomej i pionowej





11. Wizyta 12 astronomów radzieckich w 1950 r.

WSPÓLPRACA Z ZAGRANICĄ

Pracownicy naukowcy Obserwatorium Astronomicznego UMK i Pracowni Astrofizyki I PAN wielokrotnie przebywali za granicą na wielomiesięcznych stażach naukowych, a także brali udział w różnych zjazdach i konferencjach naukowych, wygłaszając na nich referaty. Odwiedzane przez nich kraje to: Anglia, Australia, Belgia, Czechosłowacja, Francja, Holandia, Kanada, Niemiecka Republika Demokratyczna, Niemiecka Republika Federalna, Stany Zjednoczone Ameryki Północnej, Szwajcaria, Szwecja, Węgry, Włochy, Watykan, Związek Radziecki.

W Obserwatorium Astronomicznym UMK w Piwnicach przebywali również astronomowie z Anglii, Australii, Belgii, Czechosłowacji, Francji, Holandii, Jugosławii, Kanady, Niemieckiej Republiki Demokratycznej, Mongolii, Stanów Zjednoczonych Ameryki Północnej, Szwecji, Węgier, Włoch, Związku Radzieckiego. Pierwszym doktorem honoris causa Uniwersytetu Mikołaja Kopernika był w 1959 r. astronom — wspomniany wyżej profesor Bertil Lindblad, dyrektor obserwatorium sztokholmskiego.

Astronomowie z ośrodka toruńskiego są członkami Międzynarodowej Unii Astronomicznej i Polskiego Towarzystwa Astrono-



12. Pierwszy doktor honoris causa UMK – prof. Bertil Lindblad, dyrektor Obserwatorium Astronomicznego w Sztokholmie, po wręczeniu dyplomu doktorskiego

micznego, jak również Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii. Biorą też czynny udział w pracach Towarzystwa Naukowego w Toruniu, głównie w dwóch jego komisjach: astronomicznej i kopernikańskiej. Znaczną część swych prac badawczych drukują w wydawnictwach tego Towarzystwa. Wspomnieć należy, że profesor Dziewulski był długoletnim prezesem Towarzystwa Naukowego w Toruniu.

PROFESOR WŁADYSŁAW DZIEWULSKI (1878–1962)
PIERWSZY KIEROWNIK OBSERWATORIUM
ASTRONOMICZNEGO UMK

20 Kreśląc rozwój historyczny astronomicznego ośrodka toruńskiego, nie sposób nie poświęcić paru słów sylwetce pierwszego kierownika obserwatorium — prof. dra Władysława Dziewulskiego. Po przybyciu do Torunia w 1945 r. działał jako jeden z pierwszych,



13. Pierwszy dyrektor obserwatorium toruńskiego, prof. Dziewulski, przed zbudowanym na wileńskiej dokumentacji pawilonem teleskopu Drapera, wiosną 1953 r.

niestrudzonych organizatorów uczelni, był jej pierwszym prorektorem, mimo iż już wówczas osiągnął wiek emerytalny. Jednakże przez 15 lat swej aktywnej działalności organizacyjnej, naukowej i dydaktycznej wycisnął niezatarte piętno na wszystkim, co Go



14. Profesor Władysław Dziwulski przy okularze celownicy teleskopu Drapera

otaczało. Dzięki swej niesłychanej skromności, zrozumieniu innych, poczuciu sprawiedliwości i taktu potrafił załatwić wiele spraw trudnych, łagodzić zadrażnienia, nawiązywać harmonijną współpracę, uczyć i wciągać do pracy młodych.

Prace naukowe profesora Dziwulskiego grupowały się w trzech dziedzinach: mechanice nieba, astronomii gwiazdowej i fotometrii. W grupie pierwszej dominowały prace z zakresu badania zakłóceń w ruchu planetoid. Do astronomii gwiazdowej należały prace nad badaniem statystycznym ruchów różnych grup gwiazd, w szczególności prądów gwiazdnych i obrotu tak zwanego układu lokalnego, to jest najbliższego otoczenia Słońca. W dziedzinie fotometrii zajmował się profesor Dziwulski obserwacjami fotograficznymi wielu gwiazd zmiennych, a obserwacje wizualne tych gwiazd prowadził przez wiele dziesiątków lat. Te drobniagowe

znaczania dokładnych okresów zmian jasności, służących do wyliczenia, w jakiej fazie swego blasku dany obiekt w określonym czasie się znajduje.

Profesor Dziewulski był członkiem rzeczywistym Polskiej Akademii Nauk, jak również wielu towarzystw naukowych w kraju i za granicą. W 1961 r. otrzymał najwyższą godność Uniwersytetu Mikołaja Kopernika — tytuł doktora honoris causa. Był wielokrotnie wyróżniany odznaczeniami państwowymi za zasługi dla nauki polskiej i dla naukowego rozwoju regionu.

Zmarł w 1962 r., otoczony powszechnym szacunkiem i miłością.

Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 1972, 120 stron, 120 zł

Zakład Mechaniki Nieba

Trzy wymienione zakłady reprezentują kierunki dydaktyczne i specjalizacje prac naukowo-badawczych

Ważnym elementem Instytutu Astronomii UMK jest w składzie i jego wydziałach

Pracownia Astrofizyki i Zakład Astronomii PAN,

z sekcjami astrofizyki i radioastronomii.

Ogólna liczba personelu obejmuje liczy obecnie (1972 r.) 5 osób.

w tym 28 pracowników naukowych, z których 12 jest na etatach państwowych, 9 — na etatach Polskiej Akademii Nauk.

WYPOSAŻENIE OPTYCZNE OBSERWATORIUM ASTRONOMICZNEGO

linzety i teleskopy

Ogólnie wiadomo, iż astronomowie przy badaniach nieba podlegają się lunetami (teleskopami). W szczególności obserwacje obiektów słabiej widzialnych sąsiadzi widzą gołym okiem, a ponadto — w wypadku Słońca, Księżyca, planet i innych obiektów najbliższych — znacznie powiększonych. Jedynym wyjątkiem astronomów — widzą one niepowiększonymi gołym okiem. Wyjątkiem są w tym klasa fotograficzna lub jakis 25



15. Panorama Obserwatorium Astronomicznego UMK w Piwnicach - 1963 r.

16. Prof. Wiesław Dziwulski przy Obserwatorium Astronomicznym UMK w Piwnicach

szczenia. Dzięki swej indywidualnej, wspaniałej wytrzymałości w tych, przetrwał sprawadłowo i także potrafił walczyć z trudnymi sprawami trudnymi, legość zniszczenia, niewątpliwie wspaniałym współpracownikem i walczył do pracy młodych.

Prace naukowe profesora Dziwulskiego grupowały się w trzech dziedzinach: mechanice nieba, astronomii gwiazdowej i fotometrii. W grupie pierwszej dominowały prace z zakresu badań zakłóceń w ruchu planetoid. Do astronomii gwiazdowej należały prace nad badaniem struktury ruchów własnych grup gwiazd, w szczególności prądów gwiazdowych i obszaru tak zwanego układu lokalnego, to jest najbliższego otoczenia Słońca. W dziedzinie fotometrycznej zajmował się profesorem Dziwulski obserwacjami fotograficznymi widm gwiazd gwiazdowych, z obserwacji widmowe tych gwiazd prowadzi przez wiele dziesiętych lat. Te długotrwałe

22 badania gwiazd zmieniających swą jasność są potrzebne do wy-

PRACA NAUKOWA

RAMY ORGANIZACYJNE

Wraz z przyjęciem przez Uniwersytet Mikołaja Kopernika nowych form organizacyjnych w 1969 r. Zespół Katedr Astronomii i Astrofizyki został przekształcony na Instytut Astronomii UMK, w skład którego wchodzi:

Obserwatorium Astronomiczne w Piwnicach,
Zakład Astrofizyki i Astronomii Gwiazdowej,
Zakład Radioastronomii,
Zakład Mechaniki Nieba.

Trzy wymienione zakłady reprezentują kierunki dydaktyczne, a równocześnie specjalizację prac naukowo-badawczych.

Poza tym na terenie Instytutu Astronomii UMK działa w ścisłej z nim współpracy

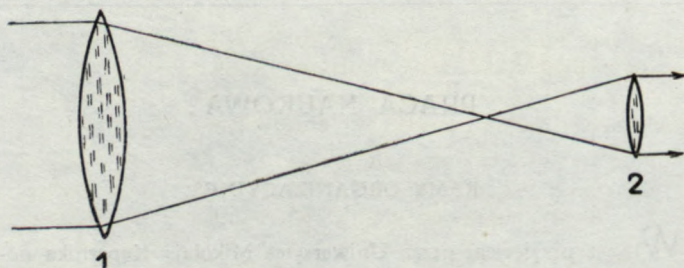
Pracownia Astrofizyki I Zakładu Astronomii PAN,
z sekcjami: astrofizyki i radioastronomii.

Ogółem cały personel ośrodka liczy obecnie (1972 r.) 45 osób, w tym 28 pracowników naukowych, z których 19 jest na etatach uniwersytetu, 9 — na etatach Polskiej Akademii Nauk.

WYPOSAŻENIE OPTYCZNE OBSERWATORIUM ASTRONOMICZNEGO

Lunety i teleskopy

Ogólnie wiadomo, iż astronomowie przy badaniach nieba posługują się lunetami (teleskopami). Narzędzia te umożliwiają obserwowanie obiektów tysiące razy słabszych aniżeli widziane gołym okiem, a ponadto — w wypadku Słońca, Księżyca, planet i innych obiektów rozciągniętych — znacznie powiększonych. Jednakże współczesny astronom — wbrew dość rozpowszechnionym poglądom — rzadko obserwuje ciała niebieskie wizualnie, tzn. okiem. Wyręczają go w tym klisza fotograficzna lub jakis



16. Klasyczna luneta astronomiczna
1 - obiektyw, 2 - okular

inny nowoczesny odbiornik promieniowania, np. fotopowielacz lub przetwornik obrazu.

Klasyczna luneta to obiektyw (soczewka lub układ soczewek) i umieszczony w ognisku obiektywu okular, przez który obserwator spogląda. Nowoczesny teleskop to głównie wklęsłe (paraboliczne, kuliste lub inne) lustro, stanowiące obiektyw, i umieszczona w ognisku kasetka z kliszą fotograficzną lub fotometr fotoelektryczny.

Korzyści, jakie daje możliwość fotografowania nieba, są wielorakie:

1. Klisza fotograficzna — mimo iż jest mniej czuła niż oko — posiada właściwość kumulowania (gromadzenia) padającego na nią światła. W rezultacie im dłużej kliszę naświetlamy, tym słabsze obiekty zostaną na niej zarejestrowane.
2. Jednocześnie można fotografować pewien obszar nieba i uzyskać na kliszy obrazy setek lub nawet wielu tysięcy gwiazd.
3. Wyniki pomiarów można w każdej chwili skontrolować. Kiedyś jakość obserwacji zależała od doświadczenia obserwatora, a także od jego samopoczucia. Dziś zdjęcie może wykonać nawet początkujący obserwator. Właściwe opracowanie materiału odbywa się dopiero później, po wywołaniu klisz.

Fotoelektryczne metody obserwacji pozwalają na jednoczesne obserwowanie tylko jednej gwiazdy, lecz uzyskujemy bardzo dokładne pomiary jasności.

Jeżeli przed obiektywem lunety (teleskopu) umieścimy pryzmat, to na kliszy otrzymamy obrazy gwiazd już nie w postaci punktów, lecz rozciągniętych smug, zwanych widmami. Dla zoriento-

wania się w bogactwie różnorodnych widm sklasyfikowano je, uwzględniając zależność wyglądu widma od temperatury, gęstości, masy gwiazdy. Jeżeli więc dla jakiejś gwiazdy uzyskamy jej widmo, już od pierwszego wejrzenia można określić z niego temperaturę powierzchniową gwiazdy i niektóre inne parametry.

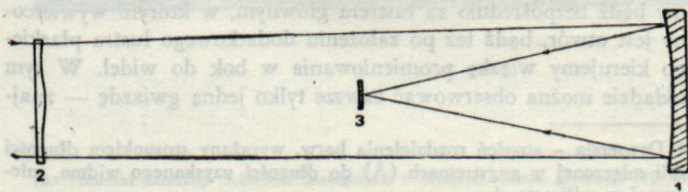
Wskutek rotacji Ziemi niebo obraca się, chcąc więc swobodnie prowadzić obserwacje, trzeba lunetę przesuwac za ruchem sfery niebieskiej. Każda luneta jest umieszczona na tzw. montażu paralaktycznym, to jest układzie mechanicznym, pozwalającym na jej obrót wokół dwóch prostopadłych osi, z których jedna jest równoległa do osi obrotu Ziemi. Takie rozwiązanie wymaga przesuwania lunety podczas obserwacji tylko w jednej współrzędnej. Siłą napędową są obecnie z reguły silniki elektryczne synchroniczne bądź kontrolowane impulsami sekundowymi z zegara. Najnowocześniejsze rozwiązanie to napęd elektryczny sterowany elektronicznie.

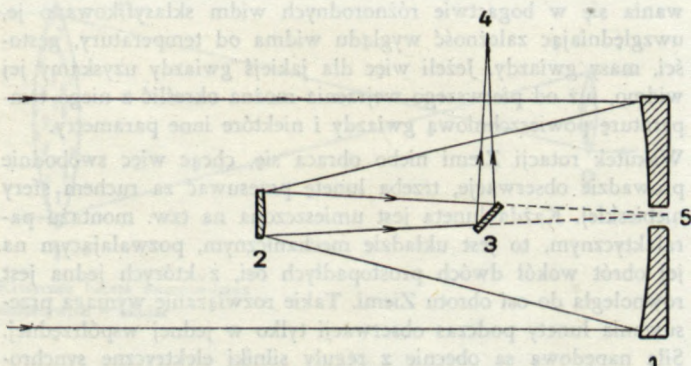
Każda większa luneta ma z reguły dwie lunetki pomocnicze, służące do nastawiania i prowadzenia teleskopu w czasie obserwacji. Obserwatorium posiada następujące lunety i teleskopy:

1. Teleskop Schmidta-Cassegraina, będący układem zwierciadlano-soczewkowym. Lustro główne — sferyczne (odcinek powierzchni kuli) — ma średnicę czynną 90 cm i ogniskową 180 cm. Na przedzie teleskopu umieszczona jest płyta korekcyjna (coś w rodzaju soczewki), której zadaniem jest usuwanie aberracji sferycznej głównego lustra, czyli wady powodującej nieostrość obrazu. Ma ona średnicę 60 cm. Tak więc światłosiła teleskopu w układzie Schmidta wynosi 1:3. Światłosiłą nazywamy stosunek faktycznej średnicy obiektywu do długości ogniskowej.

17. Teleskop Schmidta

1 - lustro główne sferyczne, 2 - płyta (soczewka) korekcyjna, 3 - powierzchnia ogniskowa





18. Teleskop w systemie Cassegraina

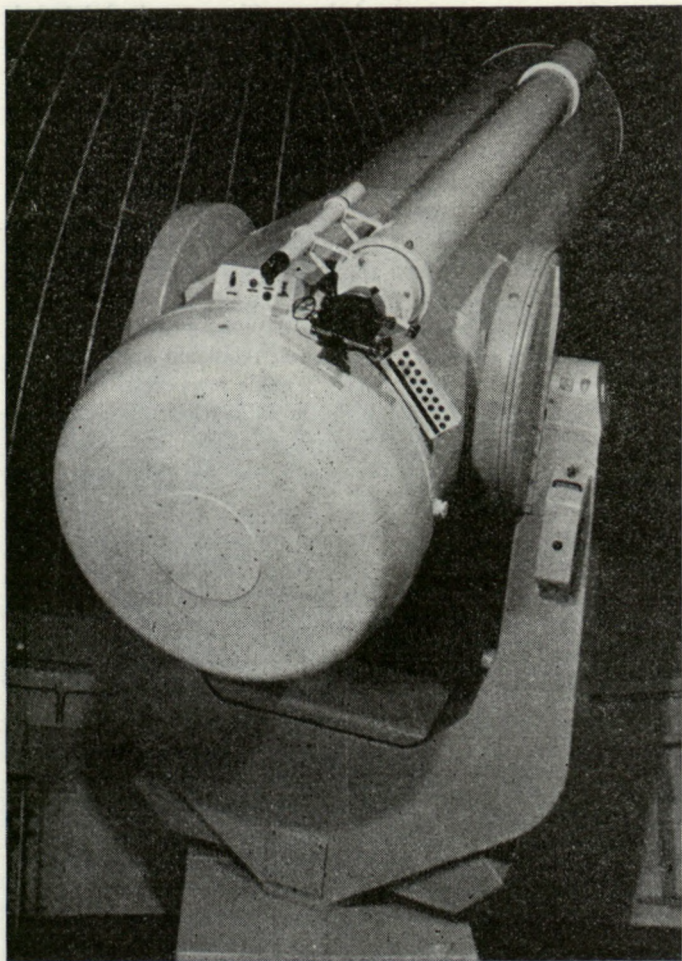
1 - wklęsłe lustro główne, 2 - lustro wypukłe, 3 - ewentualne lustro płaskie dla łamanego ogniska Cassegraina, 4 - łamane ognisko Cassegraina, 5 - proste ognisko Cassegraina

Powierzchnia ogniskowa w teleskopach typu Schmidta jest wypukła, o krzywiznie takiej samej, jaką ma lustro główne. W celu uzyskania ostrych obrazów na całym obszarze stosunkowo dużego (blisko $5^\circ \times 5^\circ$) pola widzenia teleskopu, trzeba kliszę odpowiednio wyginać. Umożliwiają to specjalnej konstrukcji kasety. Klisze mają rozmiar 16×16 cm, a strzałka tego wygięcia wynosi 2 mm.

Teleskop Schmidta jest wyposażony w dwa pryzmaty obiektywowe o średnicach 60 cm, dających dyspersję* około 250 oraz $560 \text{ \AA}/\text{mm}$ w rejonie długości fali 4340 \AA . Teleskop ma montaż paralaktyczny widłowy.

Jeśli usuniemy z teleskopu płytę korekcyjną oraz kasetę, a przed ogniskiem umieścimy specjalne lustro wypukłe, uzyskamy w ten sposób efektywne wydłużenie ogniskowej teleskopu do 13,5 m (światłosiła 1:15). Teleskop pracuje wtedy w tzw. układzie Cassegraina. Urządzenie rejestrujące promieniowanie umieszczamy bądź bezpośrednio za lustrem głównym, w którym wywiercony jest otwór, bądź też po założeniu dodatkowego lustra płaskiego kierujemy wiązkę promieniowania w bok do wideł. W tym układzie można obserwować zawsze tylko jedną gwiazdę — znaj-

* Dyspersja — stopień rozdzielenia barw, wyrażany stosunkiem długości fali mierzonej w angstromach (Å) do długości uzyskanego widma, mierzonej w milimetrach.



19. Toruński teleskop Schmidta-Cassegraina o średnicy lustra głównego 90 cm - od 1962 r. największy polski teleskop

dującą się na osi optycznej teleskopu. Obrazy gwiazd leżących poza osią optyczną są bardzo silnie zniekształcone różnymi błędami optycznymi sferycznego lustra głównego.

Odbiornikiem promieniowania jest tu z reguły fotometr fotoelektryczny, zawieszany z jednej strony wideł. Pożądane byłoby, żeby z drugiej ich strony był umieszczony spektrograf szczelinowy — przyrząd do uzyskiwania widm pojedynczych gwiazd, lecz w dużej dyspersji i o dużej zdolności rozdzielczej. Urządzenie takie byłoby rozwiązaniem idealnym, choćby ze względu na to, iż można by prowadzić obserwacje nawet przy niezbyt sprzyjającej pogodzie, a taką mamy w Polsce najczęściej.

Teleskop Schmidta-Cassegraina waży 14 ton, w tym jego części ruchome (widły i tubus) 6 ton. Montaż teleskopu jest wykonany z wysoką precyzją mechaniczną. Wszystkie jego części są doskonale wyważone. Dzięki temu do napędu teleskopu wystarcza mały silnik elektryczny o mocy zaledwie 35 W. Średnica kopuły wynosi 8 m. Teleskop i kopuła zostały wykonane w znanej firmie optycznej Carl Zeiss, Jena, NRD.

2. Astrograf Drapera. Jest to typowa luneta fotograficzna z 4-soczewkowym obiektywem typu Petzvala, o średnicy 20 cm i ogniskowej 126 cm. Przez tę lunetę (podobnie jak przez teleskopy Schmidta) okiem spojrzeć nie można. Napęd mechaniczny (opadający ciężarek), kontrolowany jest wahadłem sekundowym. Wyposażenie dodatkowe stanowią podwójny pryzmat obiektywowy oraz siatka dyfrakcyjna *, zakładana na obiektyw i umożliwiająca dalsze opracowanie zdjęć.

Astrograf Drapera ma sławną przeszłość. Z jego pomocą zostały wykonane pionierskie prace astrofizyczne w Harvard College Observatory: pierwszy i do dziś używany katalog widm gwiazdowych Henry Draper Catalogue, zawierający klasyfikację widm przeszło 225 tysięcy gwiazd do 9 wielkości, pierwszy standardowy katalog jasności gwiazd okolicy biegunowej (NPS) i inne fundamentalne prace. Astrograf Drapera ma światowy rekord liczby wykonanych zdjęć: 59 tysięcy klisz otrzymanych w ośrodku macierzystym oraz ponad 5 tysięcy uzyskanych w Piwnicach.

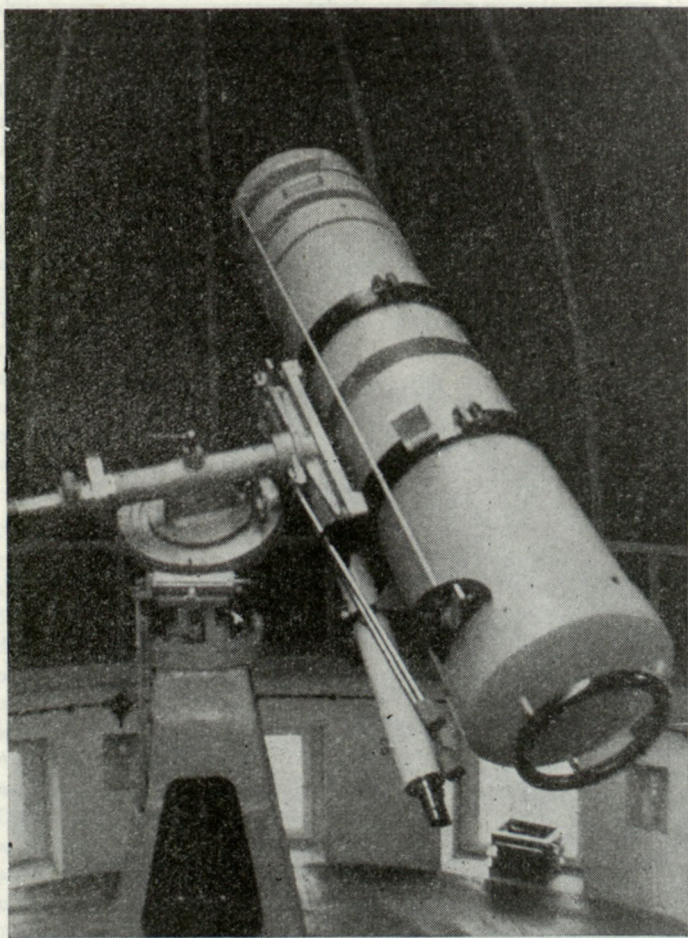
3. Kamera Schmidta o wymiarach: lustra 35 cm, płyty korekcyjnej 30 cm i ogniskowej 75 cm. Instrument ten pracuje wyłącznie

30 * Siatka dyfrakcyjna — układ bliskich, równoległych do siebie drutów, powodujących uginanie się światła.



Widok ten, jak i oczywiście różnego rodzaju pomysłowych
zabawianin astronomów UMK jest typowym obserwatorium
amatorskim.

Chybaż nie pytając, że pomysłowca otrzymał od
gwiazdy, która, pisaną, czyli jako jest ich ilość, data stała



charakterystyczny obraz ponad 5 tysięcy gwiazdek w Piwnicach.

1. Kamera Schmidta o wymiarach: lustra 35 cm, płyty koordynacyjnej 40 cm i ogniskowej 73 cm. Instrument ten pracuje wyłącznie

1. Wzrost 1,80 m, ciężyca 70 kg, ciężyca 70 kg, ciężyca 70 kg.

21. Kamera Schmidta o średnicy lustra 35 cm, pracująca w Piwnicach od 1953 r.

z pryzmatem obiektywowym. W kasie umieszcza się nie szklane klisze, lecz okrągłe błony fotograficzne o średnicy 8 cm. Napęd teleskopu: silniczek synchroniczny. Średnica kopuły wynosi 5 m. Części optyczne zostały wykonane w Szwecji.

4. Teleskop paraboliczny o średnicy lustra 25 cm i ogniskowej 140 cm. Jest on zbudowany w systemie Newtona: wiązka światła odbita od lustra parabolicznego przed ogniskiem zostaje skierowana w bok przy pomocy płaskiego lusterka, ustawionego pod kątem 45° do osi teleskopu. U góry tubusa jest umieszczony pryzmat obiektywowy o średnicy 25 cm. Napęd teleskopu stanowi motorek synchroniczny. Części optyczne pochodzą ze Szwecji.

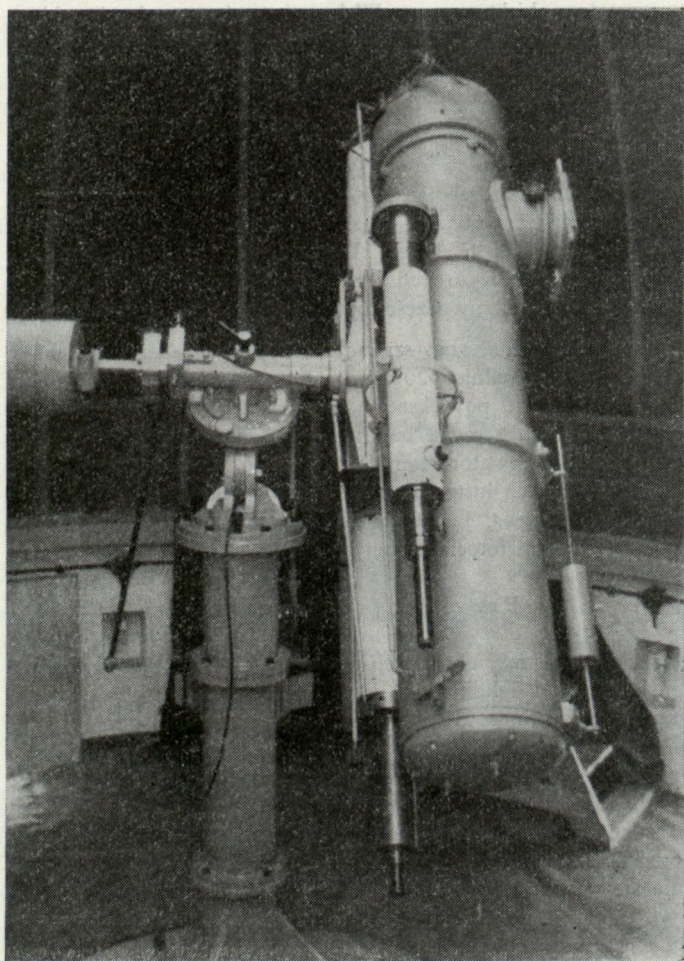
5. Luneta wizualna, tzw. szukacz komet, firmy Zeiss. Obiektyw soczewkowy o średnicy 20 cm ma ogniskową równą 133 cm. Można uzyskiwać powiększenia w granicach od 21x do 220x. Luneta ta ma nietypową budowę — obiektyw i okular są nieruchome, a obserwator zajmuje zawsze tę samą pozycję. Układ dwóch ruchomych lusterek pozwala na wygodne obserwowanie dowolnej części nieba. Luneta ta pracuje okresowo z jednokanałowym fotometrem fotoelektrycznym.

Przyrządy pomocnicze

Ogromna większość obserwacji przeprowadzonych opisanymi wyżej lunetami i teleskopami jest dokonywana metodą fotograficzną. Naświetlona klisza poddana jest normalnej obróbce chemicznej (wywołanie, utrwalenie, płukanie, suszenie) w ciemni fotograficznej. Dobrze wyposażona pracownia fotograficzna jest nieodłączną częścią nowoczesnego obserwatorium.

Stosując orientacyjny podział, obserwatoria astronomiczne można podzielić na astrometryczne i astrofizyczne. Te pierwsze interesują się wyznaczeniami pozycji, odległości i ruchów gwiazd i innych ciał niebieskich. Domeną tych drugich jest wyznaczanie ilości i jakości promieniowania, dochodzącego do nas od badanych obiektów. Jedno i drugie podejście wymaga użycia zarówno innych lunet, jak i oczywiście różnych przyrządów pomocniczych. Obserwatorium astronomiczne UMK jest typowym obserwatorium astrofizycznym.

Odpowiedź na pytanie, ile promieniowania otrzymujemy od gwiazdy, komety, planety, czyli jaka jest ich jasność, dają nam tzw. zdjęcia integralne. Na kliszy na jasnym tle mamy obrazy



Opowiedz na pytanie ile promieniowania otrzymujemy od gwiazdy komety planety czyli jaka jest ich jasność. Jaka jest

22. 25-centymetrowy teleskop paraboliczny (Newtona), uruchomiony w 1958 r.



23. Mikrofotometr integralny

gwiazd w postaci mniej lub więcej zaczerwionych punktów. Należy tu zauważyć, iż astronom robi pomiary tylko na negatywach; tzw. pozytywy, czyli odbitki są bezwartościowe z punktu widzenia wyznaczeń ilościowych. Obrazy gwiazd jaśniejszych są na kliszy bardziej zaczerwione niż gwiazd słabszych. Zaczerwienia mierzy się za pomocą mikrofotometru.

Zdjęcia integralne wykonuje się, stosując zazwyczaj rozmaite kombinacje filtrów. W wyniku tego otrzymuje się dla poszczególnych gwiazd różne jasności z różnych zdjęć. Taka różnica dwóch jasności określa barwę gwiazdy, barwa zaś jest funkcją temperatury powierzchniowej gwiazdy.

Znacznie pełniejszą odpowiedź na pytanie dotyczące „jakości” odbieranego promieniowania dają zdjęcia widmowe. Mierzy się je także za pomocą mikrofotometru, połączonego z samopisem. Obserwatorium ma jeden mikrofotometr firmy Hilger, przystosowany do pomiaru zaczerwień zdjęć integralnych, oraz dwa mikrofotometry firmy Zeiss, pracujące w łączności z samopisem firmy Kipp — do pomiarów widm. W toku jest praca nad auto-

matyzacją pomiarów widm. Wiele czasochłonnych czynności wykonywać będzie maszyna elektronowa.

Pomiar widma oznacza często nie tylko omówione wyżej zarejestrowanie rozkładu natężeń, lecz również dokładne zmierzenie położenia linii absorpcyjnych i emisyjnych w widmie. Takie pomiary robi się tzw. komparatorem. Jest to bardzo precyzyjny przyrząd, pozwalający mierzyć położenia (odległości) z dokładnością do dziesięciotysięcznych części milimetra. W obserwatorium w Piwnicach znajdują się dwa komparatory Abbego, produkcji firmy Zeiss.

Obserwatorium dysponuje ponadto wieloma innymi przyrządami pomocniczymi, jak np. mikroskopami do oglądania widm, chromatrami, maszynami do liczenia itd.

Radioteleskopy oraz urządzenia z nimi współpracujące są omówione w rozdziale poświęconym radioastronomii.

ASTROFIZYKA I ASTRONOMIA GWIAZDOWA

Przedmiot badań

Astrofizyka jest działem astronomii, który zajmuje się badaniem stanu fizycznego i składu chemicznego materii we Wszechświecie. Początek badań astrofizycznych przypada na przełom XIX i XX stulecia, gdy fizyka osiągnęła odpowiednio wysoki poziom rozwoju, a technika obserwacji astronomicznych wzbogaciła się o nowe metody, głównie metodę analizy widmowej. Korzeniami swymi jednak wyrasta astrofizyka współczesna, tak jak cała astronomia i wszystkie nauki ścisłe, z dzieła Kopernika, który wprowadził myśl ludzką z ciasnej Ziemi w bezmiar Kosmosu.

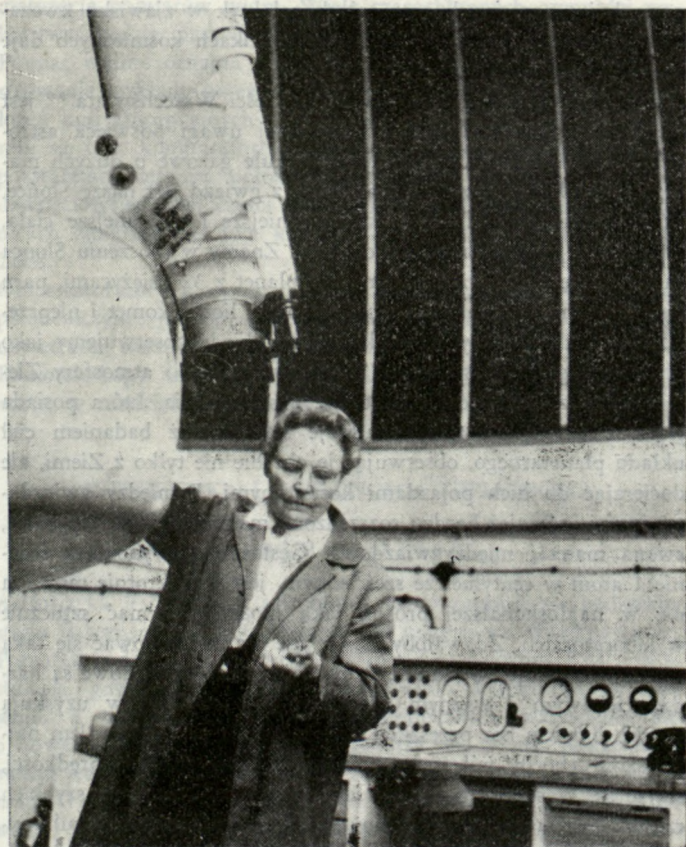
Astrofizyka stanowi przedłużenie fizyki poza ściany laboratoriów ziemskich w przestrzeni Wszechświata. Posługuje się ona pojęciami i prawami fizyki w założeniu wielokrotnie sprawdzonym, że te same prawa działają w całym Wszechświecie. Z drugiej strony astrofizyka wzbogaca fizykę i rozszerza jej pole badań, operując znacznie szerszym zakresem stanów materii. Spotykamy we wnętrzach gwiazd temperatury rzędu dziesiątków milionów stopni, gęstości nuklearne w gwiazdach neutronowych i prawie absolutną próżnię w przestrzeni międzygalaktycznej, szybkie cząstki o olbrzymich energiach w promieniowaniu kosmicznym, zjawiska niestacjonarne o gigantycznej skali w wybuchach gwiazd

nowych i supernowych oraz całych galaktyk w zjawisku kwazarów*. Wiele praw fizyki tylko w warunkach kosmicznych daje się ustalić i sprawdzić.

Ponad połowa materii znanej obecnie części Wszechświata** jest skupiona w gwiazdach, toteż najczęściej uwagi poświęca astrofizyka tym obiektom. Gwiazdy są to kule gazowe o dużych masach i wysokich temperaturach. Jedną z gwiazd jest nasze Słońce. W otoczeniu gwiazd mogą istnieć mniejsze i chłodniejsze ciała, związane z gwiazdami siłami ciężenia. Znamy w otoczeniu Słońca całą rodzinę takich ciał, złożoną z 9 planet z 32 księżycami, paru tysiącami małych planetek, wciąż rosnącej liczby komet i nieprzeliczonej liczby drobnych bryłek, które niekiedy obserwujemy jako meteory („gwiazdy spadające”), gdy wpadną do atmosfery Ziemi. Jedną z dziewięciu planet jest nasza Ziemia, która posiada jeden księżyc. Astrofizyka zajmuje się również badaniem ciał układu planetarnego, obserwując je obecnie nie tylko z Ziemi, ale docierając do nich pojazdami kosmicznymi. Pomiędzy gwiazdami istnieje również bardzo rozrzedzona materia gazowa i pyłowa, zwana materią międzygwiazdową. Gęstość jej, wynosząca średnio 1 atom w centymetrze sześciennym, jest wielokrotnie mniejsza niż w najdoskonalszej próżni, jaką można otrzymać sztucznie w laboratoriach. Zdawałoby się, że nie warto zajmować się taką nicością. Okazuje się jednak, że próżnie międzygwiazdowe są bardzo ciekawym i ważnym ośrodkiem — jony gazów uzyskują w nich bowiem bez przeszkód (bez zderzeń) pod działaniem najsłabszych choćby pól magnetycznych bardzo znaczne prędkości, stając się cząstkami o olbrzymich energiach. Strumienie szybkich cząstek nazywamy promieniami kosmicznymi lub korpuskularnymi. Cząstki te bombardują naszą Ziemię, ale na szczęście nie docierają do jej powierzchni, ponieważ zatrzymuje je atmosfera ziemska. Kosmonauci wyruszający w podróż pozaziemską muszą się zabezpieczać przed działaniem promieni kosmicznych. Zatem również materią międzygwiazdową zajmuje się astrofizyka, tym

* Kwazary — obiekty około sto razy jaśniejsze od galaktyk, emitujące bardzo silne promieniowanie radiowe.

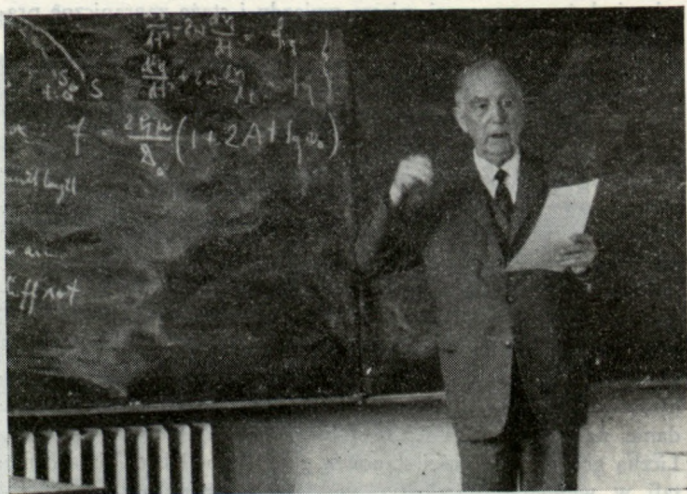
** Obecne obserwacje optyczne i radiowe sięgają do odległości około 10 miliardów lat świetlnych; 1 rok świetlny jest to odległość, z której światło dociera do nas w ciągu roku; światło a także fale radiowe rozchodzą się z prędkością 300 000 kilometrów na sekundę.



24. Współtwórcza toruńskiego obserwatorium i dyrektor Instytutu Astronomicznego UMK, astrofizyk prof. Iwanowska przy teleskopie Schmidta-Cassegraina

bardziej że według panujących obecnie poglądów gwiazdy powstają z kondensacji materii międzygwiazdowej.

Astrofizyka bada pojedyncze gwiazdy, natomiast zespołami ich zajmuje się astronomia gwiazdowa. Wiemy, że gwiazdy nie są rozrzucone beładnie w przestrzeniach Wszechświata. Występują one w oddzielnych skupiskach, zwanych galaktykami, liczących, jak np. nasza Galaktyka, około 10^{11} gwiazd. Rozmieszczeniem



25. Jeden z twórców współczesnej astronomii gwiazdowej prof. Lindblad w czasie wykładu w obserwatorium w Piwnicach w 1964 r.

gwiazd i materii międzygwiazdowej w naszej Galaktyce, ich ruchami, zróżnicowaniem ich własności fizyko-chemicznych w różnych regionach Galaktyki, powiązaniem gwiazd z materią międzygwiazdową zajmuje się astronomia gwiazdowa. Wreszcie badaniem świata galaktyk zajmuje się astronomia pozagalaktyczna. Jednym z jej działów jest kosmologia, zajmująca się zagadnieniem budowy Wszechświata jako całości.

W tej galerii przedmiotów i zagadnień astrofizycy toruńscy, zgrupowani w Zakładzie Astrofizyki i Astronomii Gwiazdowej Instytutu Astronomii UMK oraz w Sekcji Astrofizyki Pracowni PAN, liczących łącznie 14 pracowników naukowych, zajmują się wieloma problemami.

Astrofizyka

W dziale tym badania opierają się na widmach gwiazd, planet i komet, fotografowanych bądź za pomocą własnych teleskopów z pryzmatami obiektywowymi, bądź uzyskiwanych w obserwatoriach zagranicznych przy pomocy dużych teleskopów i spektrografów szczelinowych, dających widma w dużej dyspersji. Temu

celowi służą w znacznej mierze wyjazdy i staże zagraniczne pracowników naukowych.

Poniżej podano ważniejsze problemy opracowywane w ośrodku toruńskim.

Badania gwiazd osobliwych

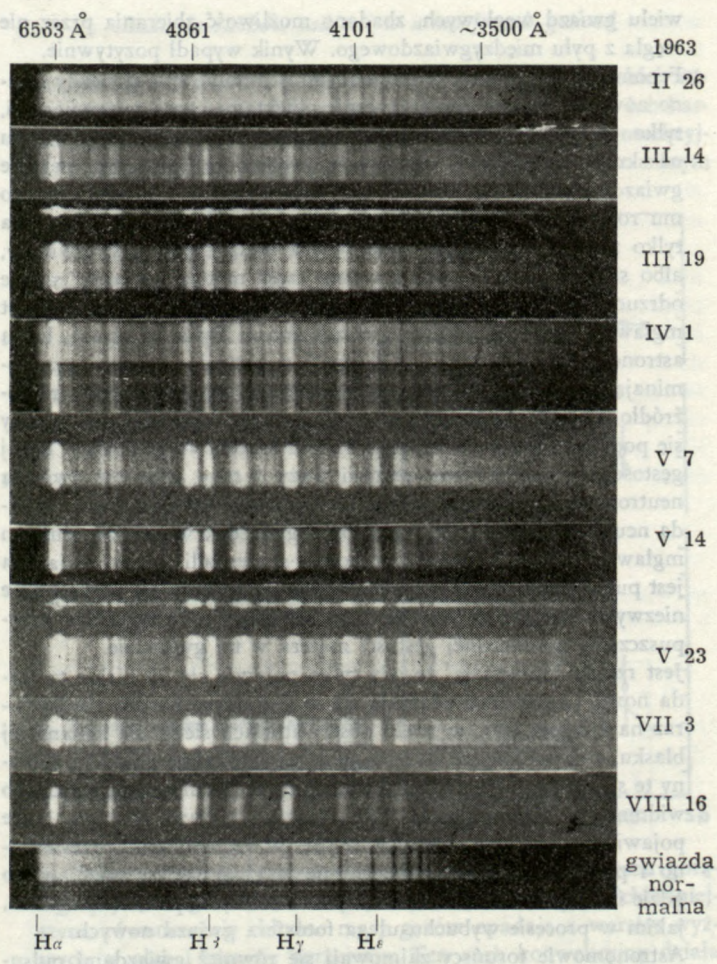
Ogromna większość gwiazd układa się w ciąg „normalnych” gwiazd o różnych masach i temperaturach, lecz o jednakowym w przybliżeniu składzie chemicznym, gdzie najobfitszym pierwiastkiem jest wodór, stanowiący około 70% masy gwiazdy, drugim z kolei — hel (ok. 28%), a wszystkie pozostałe pierwiastki, głównie metale, stanowią małą domieszkę (ok. 2%). Taki skład chemiczny ma Słońce, które jest gwiazdą normalną. Ale są wśród gwiazd wyjątki, których widma odbiegają od normalnych — nazywamy je osobliwymi. Celem naszych prac jest zbadanie, na czym polega ich osobliwość i co ją spowodowało.

Liczną grupę osobliwości stanowią gwiazdy o słabych liniach metali w widmach. Zawierają one jeszcze mniej par metali niż gwiazdy normalne. Nazywamy je gwiazdami drugiej populacji — w odróżnieniu od gwiazd normalnych, które zaliczamy do populacji pierwszej. Wyróżniają się one również rozmieszczeniem w Galaktyce i ruchami. Stanowią luźniejsze i mniej spłaszczone skupiska gwiazd, obracające się wolniej dookoła osi Galaktyki niż gwiazdy populacji I. Nazywamy je wbrew rzeczywistości gwiazdami szybkimi, ponieważ wydaje się nam, że gwiazdy II populacji mają szybki ruch względem nas.

W ośrodku toruńskim opracowano statystyczne kryteria, oparte na rachunku prawdopodobieństwa, pozwalające stwierdzić według położenia i ruchu jakiegokolwiek gwiazdy, do której populacji ona należy. Takie statystyczne wskaźniki (indeksy) populacji obliczono dla około 4000 gwiazd różnych mas i temperatur. Według tych wskaźników wybiera się przedstawicielki dwóch populacji do porównawczych badań widmowych. Przeprowadzono takie badania widmowe dla szeregu grup gwiazd o różnych masach i temperaturach. Znalezione wśród wszystkich rodzajów gwiazd przedstawicielki obu populacji. Obala to szeroko rozpowszechnioną interpretację, jakoby różna zawartość metali w gwiazdach była wynikiem różnego wieku, i zmusza do poszukiwania innych przyczyn tego zjawiska. Podjęto je w ośrodku toruńskim.

Innymi osobliwościami są gwiazdy o silnych liniach helu i węgla.

40 W tutejszym ośrodku wyznaczono zawartość izotopów węgla dla



26. Seria widm gwiazdy nowej - która wybuchła w gwiazdozbiorze Herkulesa w 1963 r. (NHer 63) - uzyskanych teleskopem Schmidta-Cassegraina. Widoczna wyraźna ewolucja widma w okresie od 26 II do 16 VIII 1963 r. U dołu widmo „normalnej” gwiazdy z absorpcyjnymi liniami wodoru

wielu gwiazd węglowych, zbadano możliwość zbierania przez nie węgla z pyłu międzygwiazdowego. Wynik wypadł pozytywnie.

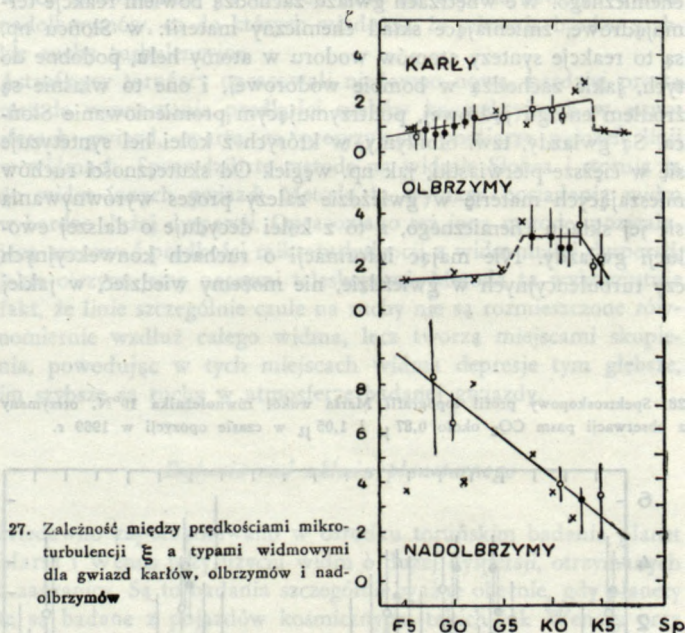
Fenomenem od dawna niepokojącym astronomów są gwiazdy zwane nowymi. Nie są one faktycznie obiektami nowo powstającymi, tylko gwiazdami, które ulegają nagłemu i silnemu rozjaśnieniu na skutek wybuchu. Z nie wyjaśnionych dotąd przyczyn niektóre gwiazdy eksplodują. Zależnie od skali wybuchu i towarzyszącego mu rozjaśnienia nazywamy je nowymi — gdy zostaje odrzucona tylko zewnętrzna otoczka, stanowiąca małą część masy gwiazdy, albo supernowymi — gdy znaczna część materii gwiazdy zostaje odrzucona. Znany produkt wybuchu gwiazdy supernowej jest mgławica znajdująca się w gwiazdozbiórze Byka (Taurus), którą astronomowie nazywają „Krabem“, z powodu kształtu przypominającego kraba, a radioastronomowie oznaczają jako radioźródło Taurus A. Pozostała część gwiazdy wybuchającej kurczy się podczas wybuchu i staje się białym karłem — gwiazdą o dużej gęstości, w której 1 cm^3 materii waży 1 tonę, albo też gwiazdą neutronową supergęstą, w której 1 cm^3 waży 10^8 ton! Taką gwiazdą neutronową jest jedna ze słabych gwiazdek w pobliżu centrum mgławicy Krab. Radioastronomowie stwierdzili, że ta gwiazdka jest pulsarem, czyli że promieniowanie jej zmienia się periodycznie niezwykle szybko, w okresie 0,03 sekundy, co potwierdza przypuszczenie o kolosalnej gęstości materii w tej gwieździe.

Jest rzeczą zrozumiąłą, że gdy tylko pojawia się na niebie gwiazda nowa (supernowe zdarzają się w Galaktyce bardzo rzadko — raz na kilkaset lat), w wielu obserwatoriach śledzi się zmiany jej blasku, a co ważniejsze — zmiany w widmie takiej gwiazdy. Zmiany te są bardzo silne. W obserwatorium w Piwnicach prześledzono widmowo i fotometrycznie kilka jasnych gwiazd nowych, które pojawiły się w ciągu ostatnich 25 lat. W szczególności prześledzono i pomierzono zmiany w widmie ciągłym tych gwiazd, czego gdzie indziej nie robiono, a co daje informacje o przekształcaniach, jakim w procesie wybuchu ulega fotosfera gwiazd nowych.

Astronomowie toruńscy zajmowali się również gwiazdami pulsującymi (nie mylić z pulsarami!). Są to gwiazdy, które mówiąc obrazowo, „oddychają“ — rozszerzają się i kurczą na przemian w okresach od kilku godzin (gwiazdy typu RR Lyrae), do kilku dni (cefeidy), a nawet kilkuset dni (zmiennie długookresowe). Zmieniają one przy tym okresowo swój blask. Między innymi tu-tejsi astronomowie przeprowadzili jeden z pierwszych testów pulsacji gwiazd zmiennych.

Badania ruchów materii w atmosferach gwiazd

W atmosferach gwiazd, podobnie jak w atmosferze ziemskiej, istnieją ruchy gazu mniej lub więcej uporządkowane, mniej lub bardziej gwałtowne. W szczególności wyróżniamy ruchy konwekcyjne*, spowodowane dużym gradientem temperatury, tzn. silnym



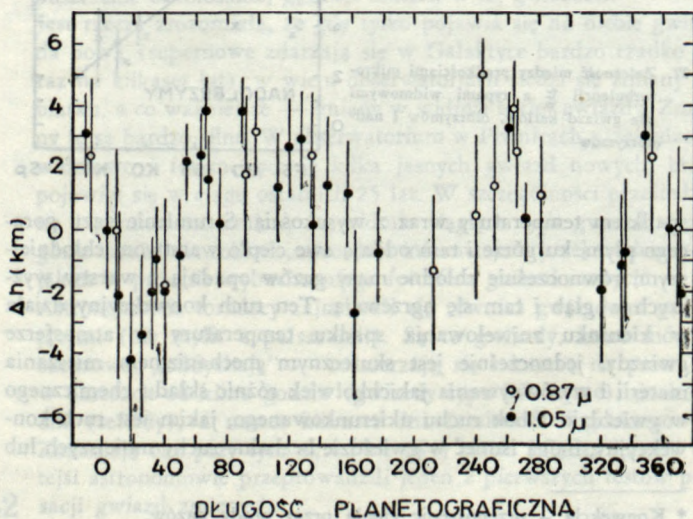
spadkiem temperatury wraz z wysokością. Strumienie gazu gorącego płyną ku górze i tam oddają swe ciepło warstwom chłodniejszym, równocześnie chłodne masy gazów opadają z warstw wyższych w głąb i tam się ogrzewają. Ten ruch konwekcyjny działa w kierunku zniwelowania spadku temperatury w atmosferze gwiazdy, jednocześnie jest skutecznym mechanizmem mieszania materii i wyrównywania jakichkolwiek różnic składu chemicznego w gwieździe. Obok ruchu ukierunkowanego, jakim jest ruch konwekcyjny, mogą istnieć w gwieździe bezładne ruchy mniejszych lub

* Konwekcja – przenoszenie ciepła przez prądy gazów.

większych elementów gazu. Te rodzaje ruchów nazywamy mikro- lub makroturbulencją.

Znajomość ruchów w atmosferach gwiazd jest potrzebna do prawidłowego odtworzenia fizycznej struktury atmosfery gwiazdy, mówiąc językiem fachowym — do zbudowania prawidłowego modelu tej atmosfery, jak również — do prawidłowej oceny jej składu chemicznego. We wnętrzach gwiazd zachodzą bowiem reakcje termojądrowe, zmieniające skład chemiczny materii: w Słońcu np. są to reakcje syntezy atomów wodoru w atomy helu, podobne do tych, jakie zachodzą w bombie wodorowej, i one to właśnie są źródłem energii jądrowej, podtrzymującym promieniowanie Słońca. Są gwiazdy, tzw. olbrzymy, w których z kolei hel syntetyzuje się w cięższe pierwiastki, jak np. węgiel. Od skuteczności ruchów mieszających materię w gwieździe zależy proces wyrównywania się jej składu chemicznego, a to z kolei decyduje o dalszej ewolucji gwiazdy. Nie mając informacji o ruchach konwekcyjnych czy turbulencyjnych w gwieździe, nie możemy wiedzieć, w jakiej

28. Spektroskopowy profil topografii Marsa wokół równoleżnika 10°N , otrzymany z obserwacji pasm CO_2 około $0,87\ \mu$ i $1,05\ \mu$ w czasie opozycji w 1969 r.



mierze skład chemiczny atmosfery gwiazdy, określane z jej widma, jest zachowany również we wnętrzu gwiazdy.

Szybkość ruchów w atmosferach gwiazd wyznaczano dotychczas z kształtu i natężenia linii widmowych. Tą metodą zbadano w toruńskim ośrodku prędkości mikroturbulencji grupy gwiazd, tzw. podolbrzymów, dla których brakowało danych o stanie ruchu w ich atmosferach. Tą metodą bada się obecnie również widma nadolbrzymów, co do których wiadomo, że miewają bardzo szybkie ruchy turbulencyjne.

Astrofizycy toruńscy opracowali niedawno nową, bardziej prostą metodę wyznaczania prędkości ruchów konwekcyjnych w atmosferach gwiazd, opartą na precyzyjnym pomiarze położenia linii w widmach. Sprawdzili tę metodę na widmie Słońca i stosują ją do widm innych gwiazd. Metoda ta wymaga posiadania widm w bardzo dużej dyspersji. Opracowano też inną metodę, pozwalającą szacować prędkości mikroturbulencji z widm małej dyspersji, jakie otrzymujemy naszymi teleskopami. Metoda ta wykorzystuje fakt, że linie szczególnie czułe na ruchy nie są rozmieszczone równomiernie wzdłuż całego widma, lecz tworzą miejscami skupienia, powodując w tych miejscach widma depresje tym głębsze, im szybsze są ruchy w atmosferze badanej gwiazdy.

Badania ciał układu planetarnego

Niedawno zapoczątkowano w ośrodku toruńskim badania planet Marsa i Wenus przy użyciu widm o dużej dyspersji, otrzymanych z zagranicy. Są to badania szczególnie ważne obecnie, gdy planety te są badane z pojazdów kosmicznych, takich jak Wenera oraz Mariner. Otrzymane wyniki pokazują, jak wiele jeszcze wiadomości można otrzymać z obserwacji wykonywanych z Ziemi i jak są one pomocne do badań kosmicznych, znacznie trudniejszych i kosztowniejszych.

Na szczególną uwagę zasługuje praca, w której wyznaczono wysokości terenu na powierzchni Marsa, a także wykonano mapę topograficzną tej planety na podstawie pomiarów natężenia pasm dwutlenku węgla w jej widmie. Dwutlenek węgla stanowi główny składnik atmosfery Marsa. Z natężeń pasm tego związku można określić grubość atmosfery Marsa w danym miejscu powierzchni planety, a stąd — wzniesienia terenu. Okazało się, że wzniesienia na Marsie są tego rzędu, co na Ziemi — dochodzą

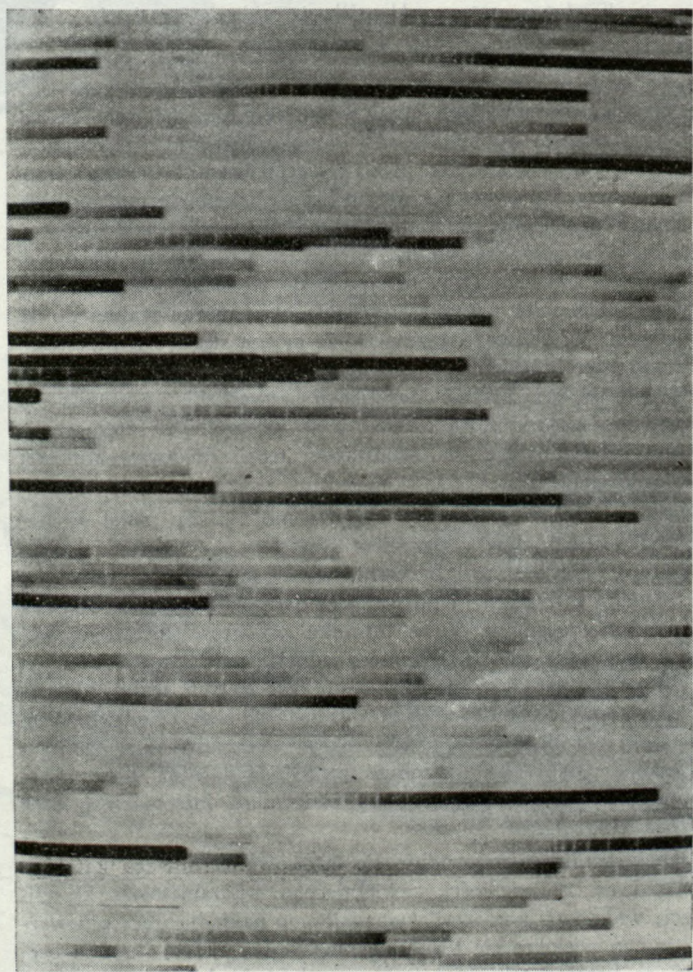
do 10 km. Poza tym ubarwienie powierzchni Marsa nie wiąże się z wysokością terenu, wbrew temu, co przypuszczano. Od dawna prowadzone są w ośrodku toruńskim badania widmowe komet. Komety są to luźne skupiska bryłek, pyłu i gazu o małych masach, lecz dużych objętościach, okrążające Słońce po silnie wydłużonych orbitach. W okresie zbliżenia do Słońca ulegają one silnym zmianom pod wpływem promieniowania elektromagnetycznego (światła) i korpuskularnego (strumieni szybkich cząstek), wysyłanych przez Słońce. Zmiany te, ujawniające się w widmach komet, polegają na uwalnianiu się, niekiedy wybuchowym, gazów z bryłek i cząstek pyłu komety. Formują one, głównie pod działaniem strumieni szybkich cząstek wysyłanych przez Słońce, bogate i zmienne w kształcie warkocz komet. Można powiedzieć, że z zachowania się komet w pobliżu Słońca można odczytać, co się dzieje w przestrzeni okołosłonecznej. Komety są jak gdyby naturalnymi pojazdami kosmicznymi, za pomocą których możemy badać przestrzeń okołosłoneczną. Ośrodek toruński posiada w swym składzie grupę specjalistów w zakresie fizyki komet. Liczne ich prace przyczyniły się do lepszego poznania składu chemicznego tych obiektów i mechanizmów ich świecenia.

Astronomia gwiazdowa

Nie licząc opisanego wyżej problemu populacji gwiazd, który należy zarówno do astrofizyki, jak i astronomii gwiazdowej, opracowywano podane poniżej zagadnienia w tym dziale.

Badanie struktury Drogi Mlecznej w wybranych polach

W pierwszych latach istnienia obserwatorium, po otrzymaniu astrografu Drapera, podjęto badania rozmieszczenia gwiazd i materii międzygwiazdowej w czterech wybranych polach Drogi Mlecznej. Potwierdziły one budowę spiralną naszej Galaktyki i wykazały różnice właściwości optycznych pyłu międzygwiazdowego w zależności od tego, czy patrzymy wzdłuż, czy poprzecznie do ramienia spiralnego Galaktyki. Potwierdza to słuszność wniosku, opartego na innych przesłankach, o wydłużonym kształcie ziaren pyłu międzygwiazdowego i o obecności pola magnetycznego w Galaktyce, ustawiającego te ziarna w określony sposób.



29. Zdjęcie widmowe nieba wykonane teleskopem Schmidta-Cassegraina

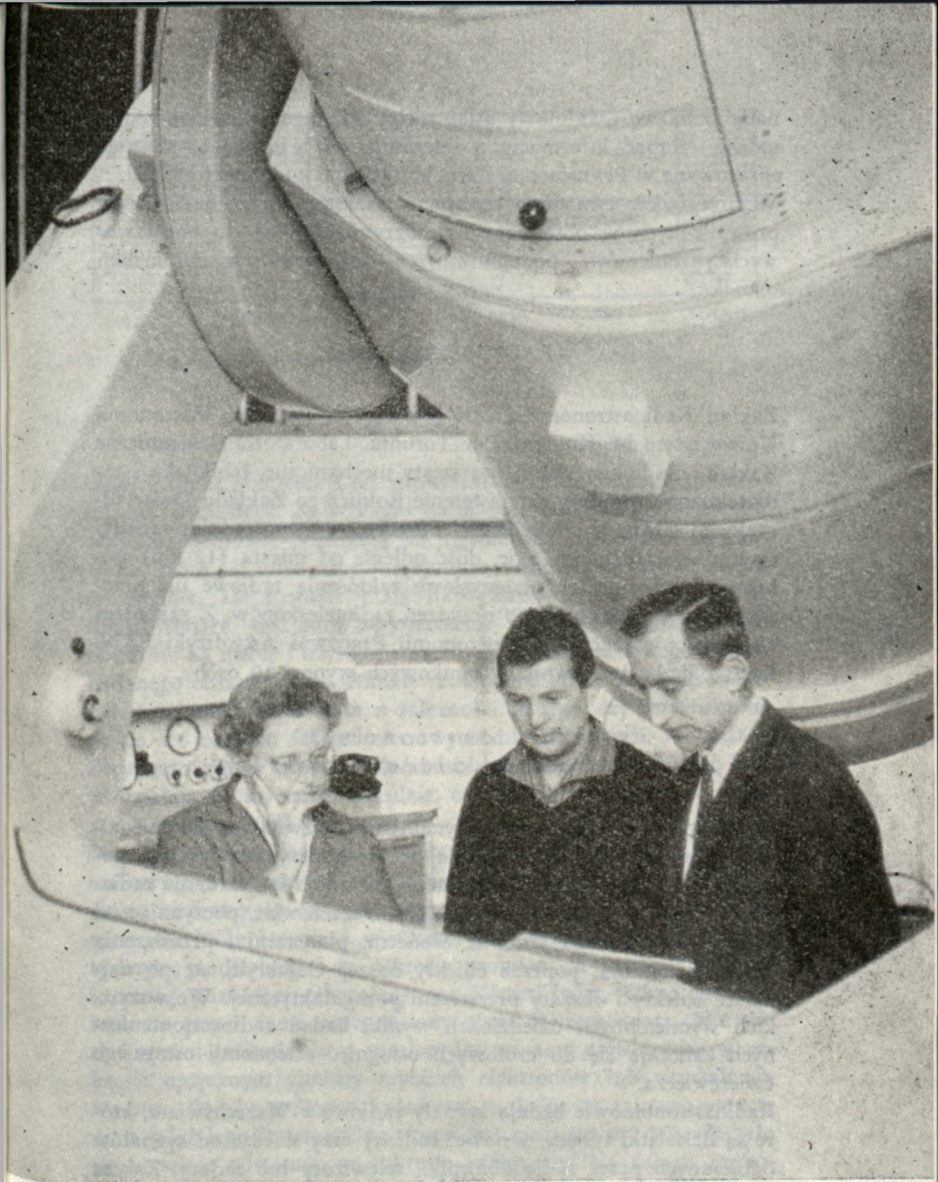
*Wieloparametrowa klasyfikacja widmowa gwiazd.
Widmowy atlas nieba*

Z chwilą otrzymania teleskopu Schmidta z pryzmatami obiektywowymi podjęto — obok badań widmowych gwiazd osobliwych — obszerny program klasyfikacji widmowej gwiazd, stanowiący unowocześnioną i rozszerzoną wersję harwardzkiej klasyfikacji widmowej. Rozszerzenie programu harwardzkiego idzie w dwóch kierunkach: po pierwsze, widma harwardzkie otrzymane toruńskim obecnie astrografem Drapera sięgają do 9 wielkości gwiazdowej, teleskop Schmidta natomiast pozwala otrzymywać widma do 12 wielkości gwiazdowej, co oznacza, że można sięgnąć w przestrzeń prawie czterokrotnie dalej. Z drugiej strony, w ciągu 50 lat, które upłynęły od opracowania klasyfikacji harwardzkiej, postąpiła naprzód analiza widmowa gwiazd, a w szczególności interpretacja widm gwiazdowych na podstawie teorii budowy atmosfer gwiazdnych.

W klasyfikacji harwardzkiej odczytywano z widm małej dyspersji tylko jeden główny parametr atmosfery — średnią jej temperaturę, obecnie zostały opracowane metody — częściowo w ośrodku toruńskim — pozwalające oszacować również ciśnienie i skład chemiczny w sensie stosunku zawartości metali do wodoru. Być może uda się za pomocą jednej z metod „toruńskich” — o których była wyżej mowa — obliczyć z tych widm również prędkość mikroturbulencji w atmosferach gwiazd. Chodzi bowiem o to, by z widm gwiazdowych, masowo otrzymywanych dobrym teleskopem Schmidta (40-minutowe zdjęcie daje na kliszy około tysiąca widm gwiazd), uzyskać maksimum informacji o tych gwiazdach.

W tej chwili nie przewiduje się opracowania nowego katalogu gwiazd do 12 wielkości, zawierającego 4-parametrową klasyfikację widmową, ponieważ wymagałby on nakładu pracy przewyższającego wielokrotnie toruńskie możliwości. Łatwo bowiem ocenić, że katalog taki, sięgający czterokrotnie dalej w przestrzeń (64 razy więcej gwiazd), zawierałby kilkanaście milionów gwiazd. Być może w przyszłości, gdy automatyzacja opracowań widm gwiazdowych, którą obecnie zaczyna się stosować, postąpi naprzód, zadanie takie będzie wykonalne. Na razie celem ośrodka jest wykonanie teleskopem Schmidta zdjęć widmowych całego

48 dostępnego nieba, aby mieć katalog w postaci kliszoteki, której



30. Chwila narady przy teleskopie

nadano nazwę „widmowy atlas nieba“. Z tego materiału będzie można czerpać informacje o interesujących gwiazdach, stosując opracowane w Piwnicach kryteria klasyfikacji widmowej gwiazd. W przeglądzie tym nie wyczerpano wszystkich prac badawczych prowadzonych w obserwatorium, ograniczając się do podstawowych problemów, podejmowanych zespołowo w toruńskim ośrodku.

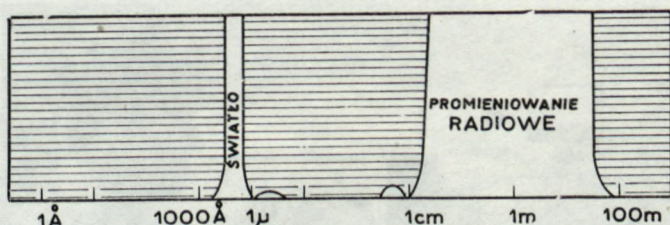
RADIOASTRONOMIA

Zakład Radioastronomii UMK jest częścią Instytutu Astronomii Uniwersytetu M. Kopernika w Toruniu. Laboratoria elektroniczne Zakładu Radioastronomii, warsztaty mechaniczne, biblioteka i radioteleskopy znajdują się na terenie Rolniczego Zakładu Doświadczalnego UMK w miejscowości Piwnice, w bezpośrednim sąsiedztwie obserwatorium. Takie, dość odległe od miasta (12 km) położenie powoduje, że przemysłowe zakłócenia radiowe nie przeszkadzają w pracy czułych urządzeń radioteleskopów. Z zakładem współpracuje sekcja radioastronomii Pracowni Astrofizyki PAN. Łączna liczba pracowników naukowych wynosi 10 osób.

Radioastronomia jako nowa dziedzina wiedzy

Radioastronomia jest nową i dynamicznie rozwijającą się dziedziną astronomii. Główny okres jej rozwoju przypada na lata powojenne, a szczególnie na kilkanaście ostatnich lat. Badania radioastronomiczne obejmują obecnie cały Wszechświat, poczynając od układu planetarnego wraz ze Słońcem, planetami i przestrzenią międzyplanetarną, poprzez obiekty naszej Galaktyki, aż po najdalsze obiekty i obszary przestrzeni pozagalaktycznej. We wszystkich wymienionych dziedzinach wyniki badań radioastronomicznych zaliczają się do czołowych osiągnięć astronomii ostatniego ćwierćwiecza.

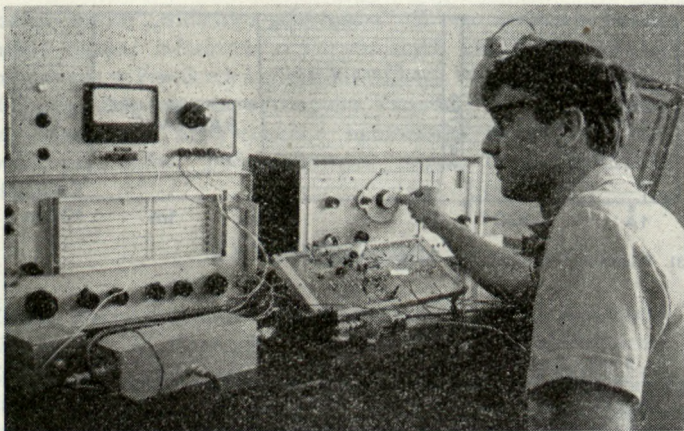
Radioastronomowie badają sygnały radiowe z Wszechświata, które są dziesiątki tysięcy, a nawet miliony razy słabsze od sygnałów odbieranych przez radioodbiorniki, telewizory lub radary. Zakres długości fal odbieranych przez radioteleskopy rozciąga się od fal milimetrowych aż do fal dekametrowych i stanowi tzw. okno radiowe na Wszechświat, które ograniczone jest od strony fal



31. Widzialne i radiowe okna na Wszechświat

długich przez jonosferę i od strony fal krótkich przez nieprzezroczystość atmosfery. Ze względu na słabość odbieranych sygnałów radioastronomowie posługują się ogromnymi systemami antenowymi, które nie tylko zapewniać muszą dostateczną czułość radioteleskopów, ale również mają najwyższe zdolności rozdzielcze, umożliwiające dokładne wyznaczenie pozycji obserwowanych obiektów na niebie i uzyskanie możliwie ostrego radiowego obrazu badanego obszaru nieba. Anteny radioteleskopów różnią się znacznie rozmiarami i kształtem w zależności od tego, czy przeznaczone są np. do odbioru fal milimetrowych czy metrowych. Na falach decymetrowych i krótszych dominują reflektory paraboliczne, które działają na tej samej zasadzie, co i reflektory optyczne, stosowane w astronomii optycznej.

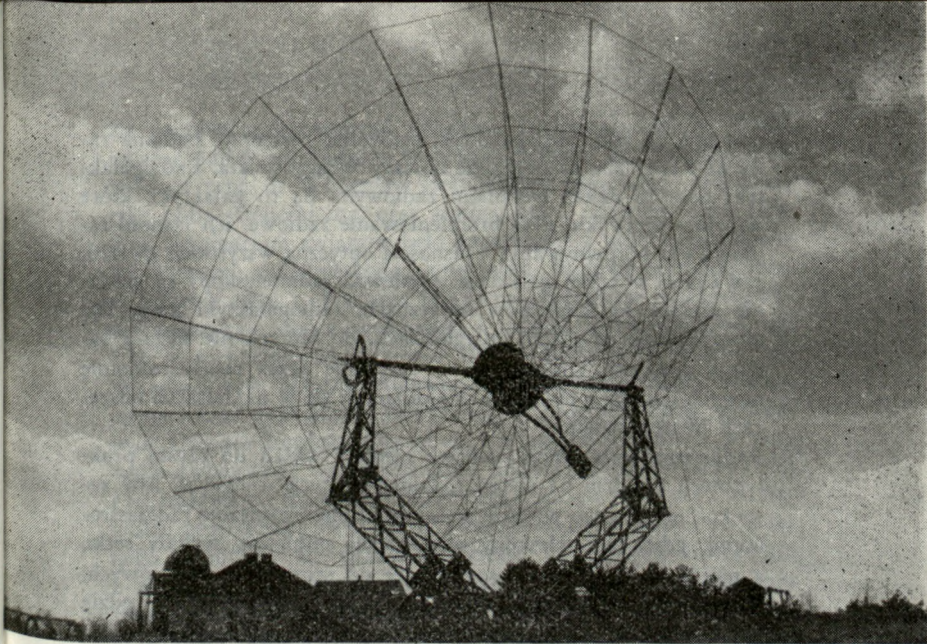
Badania radiowe rozszerzają badania astrofizyczne na zakres fal radiowych i dostarczają wielu nowych danych obserwacyjnych, często niedostępnych w innych częściach widma fal elektromagnetycznych, które łącznie z wynikami w podczerwieni, widmie optycznym, nadfiolecie i w zakresie promieni X pozwalają lepiej i pełniej poznawać otaczający nas Wszechświat. Okno radiowe roztacza przed nami zupełnie inny obraz Wszechświata. Nie widać w nim gwiazd, ale w zamian dostrzegamy niewidoczne w zakresie optycznym chmury szybkich elektronów lub neutralnego wodoru. Podobnie Słońce, które jest spokojne w zakresie optycznym, gdyż jego zmienność optyczna jest mniejsza niż 1%, okazało się zupełnie odmienne w zakresie radiowym. Na falach metrowych Słońce promieniuje mniej silnie od naszej Galaktyki. Ale na tle słabszego promieniowania Słońca spokojnego może w okresach aktywności słonecznej pojawiać się wybuchowa składowa, dzie-



32. Radioastronomia posługuje się niezwykle czułymi odbiornikami promieniowania radiowego, które konstruowane są we własnych pracowniach elektronicznych

siatki tysięcy razy silniejsza, a najsilniejsze znane wybuchy radiowe na Słońcu przewyższają blisko milion razy promieniowanie radiowe Słońca spokojnego. Te wybuchy radiowe występują często łącznie z wybuchami optycznymi, tzw. rozbłyskami chromosferycznymi, którym towarzyszy również emisja promieniowania nadfioletowego, rentgenowskiego oraz silnych strumieni cząstek naładowanych, głównie protonów i elektronów. Przejawy tych zjawisk docierają do naszej atmosfery, powodując zaburzenia jonosferyczne i pośrednio utratę łączności na falach krótkich. Docierające do Ziemi z 1 do 2-dniowym opóźnieniem cząstki naładowane powodują burze magnetyczne i zorze polarne. Obserwacja radiowego promieniowania Słońca pozwala uzyskać 1—2-dniowe ostrzeżenie dla kosmonautów o groźbie promieniowania jonizującego. Jest ono szczególnie groźne dla ludzi, którzy na orbicie pozbawieni są ekranującego działania naszej atmosfery. Można by to porównać z ochronnym działaniem 10-metrowej warstwy wody.

Radioastronomii zawdzięczamy także szereg innych osiągnięć w badaniach Układu Słonecznego, Galaktyki i przestrzeni pozagalaktycznej. Odkrycie aktywności radiowej Słońca i jej powiązań z zjawiskami geofizycznymi, pomiar jednostki astronomicznej z dokładnością do 6 znaków, umożliwiającą dotarcie do Wenus i Mar-



33. Radioteleskop paraboliczny o średnicy lustra 12 m, zbudowany w 1958 r. i służący do obserwacji Słońca na fali 2,36 m

sa, oraz odkrycie wysokiej temperatury Wenus i pasów radiacji wokół Jowisza to kilka przykładów osiągnięć radioastronomii układu słonecznego. Poznanie budowy spiralnej, rozkładu i ruchu wodoru neutralnego w naszej Galaktyce poprzez obłoki nieprzezroczystego dla światła pyłu międzygwiazdowego było możliwe dzięki odkryciu i badaniom linii wodoru neutralnego na fali 21 cm. Promieniowanie wodoru bez trudu przechodzi przez zasłonięte na zawsze przed naszymi oczami obszary Galaktyki.

Do osiągnięć radioastronomii galaktycznej należą badania gwiazd rozbłyskowych, które emitują wybuchy radiowe setki razy silniejsze niż Słońce, oraz wykrycie tzw. pulsarów. Pulsary wysyłają krótkotrwałe błyski radiowe; są one prawdopodobnie szybko wirującymi gwiazdami neutronowymi o rozmiarach około 10 km, gęstości 10^{14} gramów/cm³ i szybkości obwodowej bliskiej szybkości światła.

Wykrycie kwazarów, tzn. obiektów około 100 razy jaśniejszych od galaktyk i emitujących bardzo silnie promieniowanie radiowe, 53

podobne do tzw. radiogalaktyk, pozwoliło rozszerzyć badania radiowe i optyczne na najdalsze obszary Wszechświata. Radiogalaktyki odkryto dzięki badaniom radiowym. Są to galaktyki, które wysyłają niezwykle silne promieniowanie radiowe, ich jasność radiowa jest porównywalna z jasnością optyczną wszystkich gwiazd, zawartych w takiej galaktyce. Ponieważ radioteleskopy są znacznie czulsze od teleskopów optycznych, radiogalaktyki mogą być obserwowane na takich odległościach, do których nie sięgają badania optyczne. Umożliwiło to uzyskanie przez radioastronomię nowych danych o obiektach znajdujących się w najdalszych obszarach Wszechświata.

Radioastronomia wnosi również niemały wkład do czysto praktycznych dziedzin na naszej rodzimej planecie — Ziemi. Aby zaspokoić wyjątkowo wysokie wymagania instrumentalne radioastronomii, gdyż radioteleskopy współczesne odbierają sygnały setki, a nieraz prawie milion razy słabsze od szumów aparaturowych, potrzebne są urządzenia odbiorcze i anteny o niespotykanej gdzie indziej czułości i kierunkowości. Te wysokie wymagania radioastronomii stawiają bardzo trudne zadania przed radioastronomami, którzy nie mogąc nigdzie nabyć gotowych urządzeń o potrzebnych parametrach, sami projektują i wykonują unikalne systemy odbiorcze, antenowe, interferometryczne* i radiolokacyjne. Radioastronomia ma wiele osiągnięć w dziedzinie anten, w elektronice i miernictwie radiowym, które znalazły praktyczne zastosowania w innych dziedzinach nauki i techniki. Wyniki badań radioastronomicznych są rozpowszechniane na całym świecie przez Międzynarodową Unię Astronomiczną (osiągnięcia astronomiczne) oraz Międzynarodową Unię Radiową (osiągnięcia w dziedzinie instrumentów elektronicznych i w technice antenowej).

Rozwój toruńskiej radioastronomii

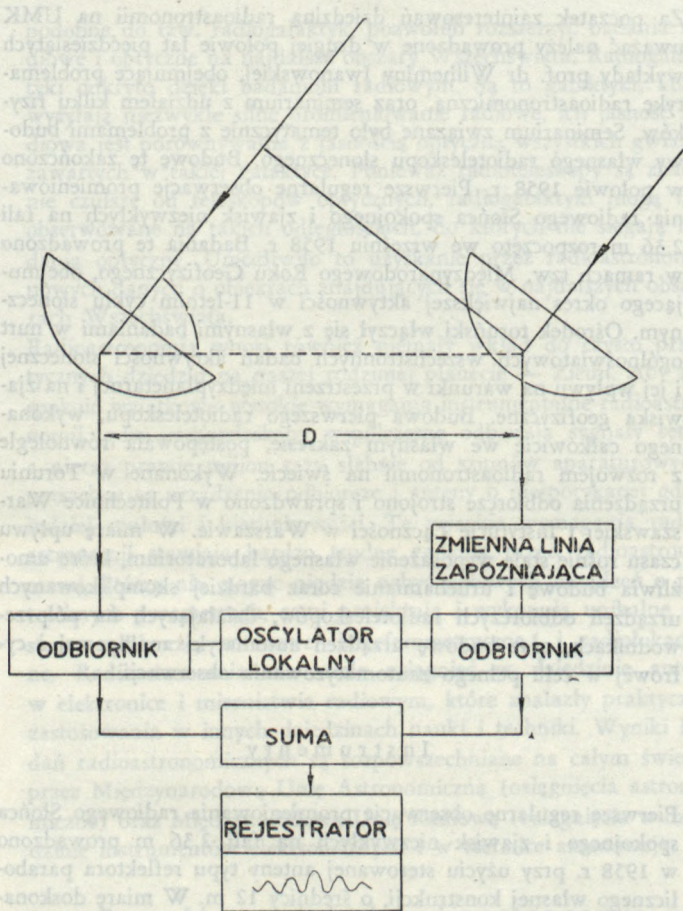
Ośrodek toruński od pierwszych chwil swego istnienia przeprowadzał głównie radiowe badania Słońca i korony słonecznej. Podobnie jak i w innych ośrodkach radioastronomii na świecie, radioastronomowie toruńscy rekrutują się spośród astronomów, fizyków i elektroników.

54 * System interferometryczny wykorzystuje zjawisko nakładania się fal.

Za początek zainteresowań dziedziną radioastronomii na UMK uważać należy prowadzone w drugiej połowie lat pięćdziesiątych wykłady prof. dr Wilheminy Iwanowskiej, obejmujące problematykę radioastronomiczną, oraz seminarium z udziałem kilku fizyków. Seminarium związane było tematycznie z problemami budowy własnego radioteleskopu słonecznego. Budowę tę zakończono w połowie 1958 r. Pierwsze regularne obserwacje promieniowania radiowego Słońca spokojnego i zjawisk niezwykłych na fali 2,36 m rozpoczęto we wrześniu 1958 r. Badania te prowadzono w ramach tzw. Międzynarodowego Roku Geofizycznego, obejmującego okres największej aktywności w 11-letnim cyklu słonecznym. Ośrodek toruński włączył się z własnymi badaniami w nurt ogólnościatowych wszechstronnych badań aktywności słonecznej i jej wpływu na warunki w przestrzeni międzyplanetarnej i na zjawiska geofizyczne. Budowa pierwszego radioteleskopu, wykonanego całkowicie we własnym zakresie, postępowała równoległe z rozwojem radioastronomii na świecie. Wykonane w Toruniu urządzenia odbiorcze strojono i sprawdzono w Politechnice Warszawskiej i Instytucie Łączności w Warszawie. W miarę upływu czasu rośnie stale wyposażenie własnego laboratorium, które umożliwia budowę i uruchamianie coraz bardziej skomplikowanych urządzeń odbiorczych radioteleskopów, działających na półprzewodnikach, oraz budowę urządzeń automatyki analogowej i cyfrowej w celu pełnego zautomatyzowania obserwacji.

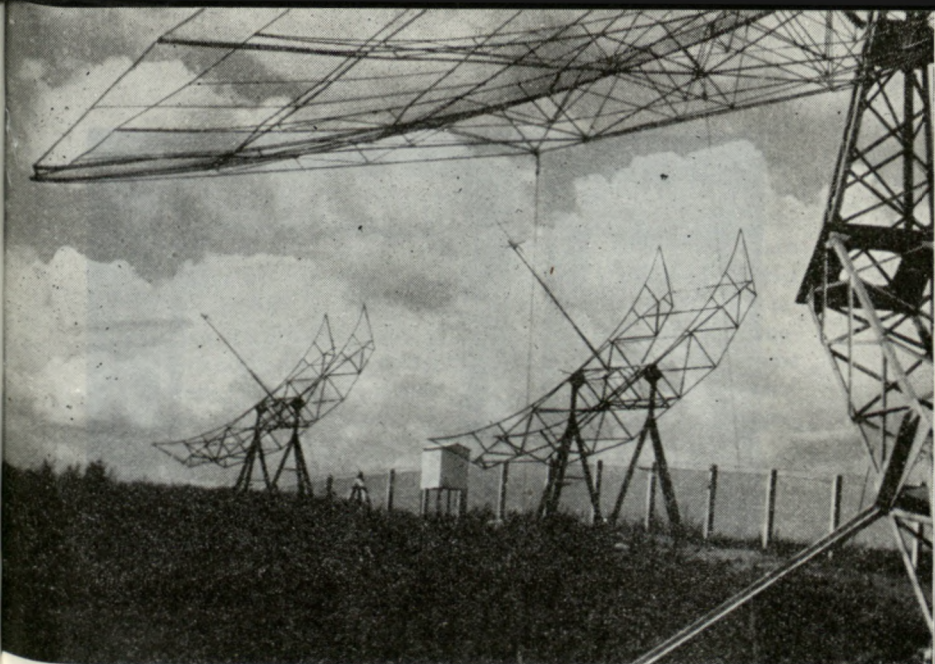
Instrumenty

Pierwsze regularne obserwacje promieniowania radiowego Słońca spokojnego i zjawisk niezwykłych na fali 2,36 m prowadzono w 1958 r. przy użyciu sterowanej anteny typu reflektora parabolicznego własnej konstrukcji, o średnicy 12 m. W miarę doskonalenia techniki odbiorczej wprowadzono uproszczony radioteleskop, który rozpoczął regularną automatyczną służbę obserwacyjną w październiku 1960 r. Antena tego radioteleskopu zawiera dwa reflektory cylindryczno-paraboliczne, działające na zasadzie interferometru. Interferometr posługuje się dwoma lub więcej antenami; sygnały odbierane przez dwie równe anteny mogą się wzajemnie dodawać lub odejmować. W zależności od różnicy dróg sygnału odbieranego zmienia się faza między sygnałami z poszczególnych anten, co daje periodycznie zmieniający się sygnał



34. Schemat interferometru radiowego. D - odległości między antenami

wypadkowy o okresie związanym z odległością radioźródła od równika niebieskiego, odległością między antenami i długością fali odbieranej. Zaletą interferometru jest łatwość odróżniania sygnałów Słońca od innych sygnałów zakłócających odbiór, pochodzą-

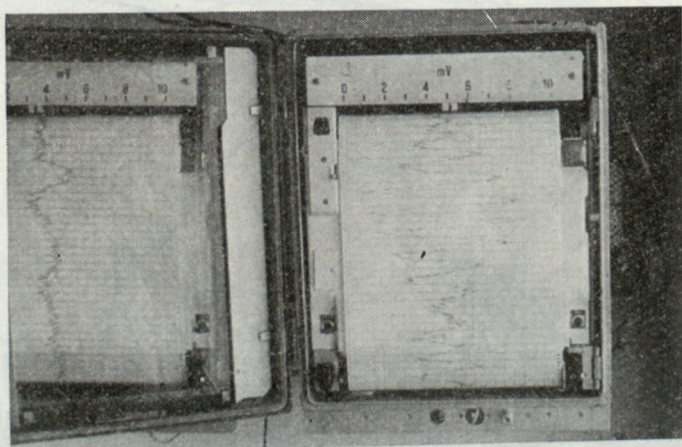


35. Mały interferometr obserwatorium toruńskiego, pełniący regularną automatyczną służbę Słońca nieprzerwanie od 1960 r.

cych z ziemskich lub pozaziemskich źródeł. Instrument ten pracuje już ponad 10 lat w tzw. służbie Słońca.

Drugi interferometr na falę 92 cm uruchomiono w listopadzie 1961 r. przy użyciu nowego typu anten szerokopasmowych, mogących bez przestrajania pracować w zakresie fal od 30 cm do 3 m. W celu zwiększenia precyzji pomiarów intensywności fal radiowych na 92 cm wprowadzono w tym systemie dwie nowe anteny wzorcowe i nowy czuły odbiornik.

Od maja 1963 r. uruchomiono precyzyjny interferometr na falę 2,36 m, który służy do badań obszarów aktywnych na Słońcu w okresie minimum aktywności słonecznej. Instrumentem tym uzyskano wyjątkową wówczas na skalę światową czułość, pozwalającą mierzyć sygnały ze słonecznych centrów aktywnych ponad 100 razy słabsze od sygnałów Słońca spokojnego. Instrument mierzył również precyzyjnie pozycję aktywnego obszaru na tarczy słonecznej z dokładnością większą niż do $\frac{1}{30}$ części średnicy tar-



36. Samopisy trójantenowego interferometru, rejestrujące przejście radioźródła Virgo A.

czy słonecznej mimo niewielkiej bazy interferometru, czyli odległości między antenami, nieco większej od 200 m.

Duży, trójantenowy interferometr, o największej bazie W—Z, równej 1400 m, pracuje od maja 1961 r. na fali 9,2 i służy do obserwacji zewnętrznej korony słonecznej aż poza orbitę Merkurego. Anteny tego interferometru mają powierzchnię od 900 m² do 2700 m². System czułych odbiorników umożliwia obserwację pozycji na niebie i zmian średnicy radioźródeł z dokładnością większą niż do 1 minuty łuku, tzn. ze zdolnością rozdzielczą oka ludzkiego, co jest dużym osiągnięciem, jeśli się zważy, że fale radiowe uginają się około miliona razy silniej niż światło. Badanie korony słonecznej niezależnie od zaćmień Słońca możliwe jest co roku w czerwcu przy użyciu tzw. metody zakrycia radioźródła Taurus A przez koronę słoneczną. Radioźródło to jest pozostałością po eksplozji gwiazdy supernowej w r. 1054, którą obserwowali wówczas astronomowie w Chinach. Promieniowanie radiowe tego odległego od Ziemi o kilka tysięcy lat świetlnych radioźródła przechodzi co roku w pobliżu tarczy słonecznej w połowie czerwca, a na metrowych falach radiowych daje się odczuć wpływ korony słonecznej na rozchodzenie się tych fal w pobliżu Słońca przez

Precyzyjne obserwacje radioastronomiczne wymagają również dokładnych pomiarów czasu, w tym celu zainstalowano przy radioteleskopach zegar kwarcowy, wykonany w całości na tranzystorach. Zegar zasilany jest z sieci poprzez akumulator, gwarantujący ciągłość służby czasu nawet w wypadku 10-dniowej awarii sieci. Zegar ten odmierza czas z dokładnością większą od 1 części na 100 milionów, co odpowiada błędowi mniejszemu od 0,3 sekundy na rok i kalibrowany jest przy użyciu światowych atomowych wzorców czasu. Samoczynne urządzenia włączają codziennie na określony czas instrumenty rejestrujące promieniowanie radiowe wykryte przez radioteleskopy, a zegar kwarcowy automatycznie rejestruje czas obserwacji danego zjawiska.

Prace badawcze ośrodka

Pierwsze badania aktywności słonecznej oraz jej przejawów geofizycznych na fali 2,36 m zostały przeprowadzone w latach 1958—1960. Stwierdzono korelację burz szumowych korony słonecznej na fali 2,36 m z burzami magnetycznymi na Ziemi, rejestrowanymi w Świdrze pod Warszawą. Wykazano również możliwość prog-

37. Anteny radioteleskopów w świetle błyskawic

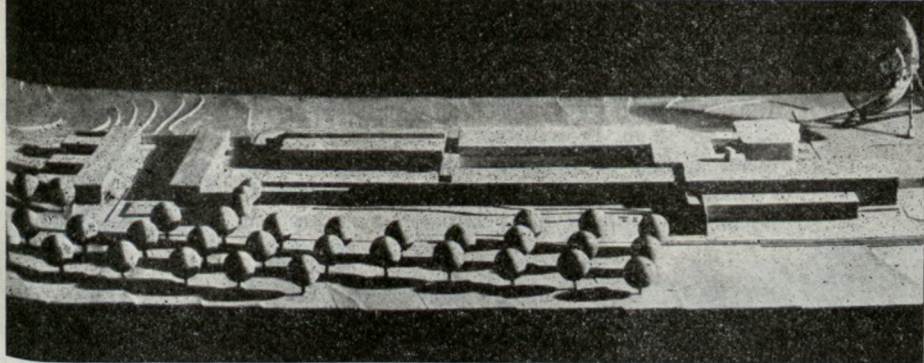


nozy burz magnetycznych z dwudobowym wyprzedzeniem. Prace te przeprowadzono w ramach prac Międzynarodowego Roku Geofizycznego.

Obszary aktywne na Słońcu na fali 2,36 m w okresie minimalnej aktywności badano interferometrem o zdolności rozdzielczej rzędu 1 minuty kątowej. Stwierdzono, że obszary aktywne na Słońcu w okresie bliskim minimum aktywności mają temperaturę równoważną około 1,6 miliona stopni, rozmiary kątowe od jednej piątej do jednej dziesiątej tarczy słonecznej oraz średni czas życia około kilku dni. Zaobserwowano również zmiany ewolucyjne oraz ruchy tych obszarów aktywnych względem tarczy słonecznej.

Częściowe zaćmienie Słońca w dniu 15 II 1961 r. obserwowano na falach 2,36 m i 90 cm przy użyciu 12-metrowego reflektora parabolicznego. Analiza wyników obserwacji wykazała, że na fali 92 cm pojaśnienie brzegu tarczy słonecznej jest znacznie mniejsze niż by to wynikało z teorii, co zostało potwierdzone późniejszymi obserwacjami radioastronomicznymi w ośrodkach zagranicznych i ośrodkiem toruńskim.

Badania korony słonecznej na odległościach około 10—100 promieni słonecznych od Słońca prowadzone są w ośrodku przez prawie cały 11-letni cykl aktywności słonecznej. Metoda obserwacji polega na pomiarze dużym interferometrem na falach metrowych zmian średnicy radioźródła w okresie, gdy przesuwa się ono w pobliżu tarczy słonecznej. Fale radiowe przechodzą wówczas przez koronę słoneczną i rozpraszają się na niejednorodnościach elektronów w koronie, co pozornie zwiększa rozmiary kątowe radioźródła w miarę malejącej odległości kątowej między nim a Słońcem. Z obserwacji tych, dokonywanych na fali 9,2 m, uzyskano nowe dane o zależności rozpraszania fal radiowych od odległości kątowej od tarczy słonecznej. Informują one o strukturze korony na różnych odległościach od Słońca, i to w zależności od fazy cyklu aktywności słonecznej oraz od aktywności słonecznej na fali 2,36 m. Badano również kształt i przestrzenną orientację zewnętrznej korony Słońca. Zaobserwowano także niezwykle zjawiska rozchodzenia się fal radiowych w koronie, które wytłumaczone mogą być jako występujące tam wzmocnienia fal i ich ugięcia na dużych niejednorodnościach koronalnych. Podobne zjawiska były również obserwowane w Związku Radzieckim i w Stanach Zjednoczonych. Wyniki obserwacji promieniowania radiowego Słońca i zjawisk niezwykle na fali 2,36 m i zjawisk niezwykle na fali 92 cm rozsyłane są regularnie od ponad 10 lat zainteresowanym obser-



38. Zdjęcie makiety projektowanego ośrodka radioastronomii

watoriom krajowym i zagranicznym oraz publikowane w „Międzynarodowym Biuletynie Aktywności Słonecznej“ w Zurichu.

Od kilku lat prowadzone są prace projektowe — zgodnie z uchwałą rządową dotyczącą budowy ośrodka radioastronomii UMK w Piwnicach w ramach obchodów 500-lecia urodzin M. Kopernika — nad ośrodkiem radioastronomii wyposażonym w system interferometrów, który pozwoli uzyskać radiowe obrazy nieba na falach metrowych i decymetrowych. Do końca r. 1970 zakończono etap prac projektowych, obejmujących pomieszczenia, wyposażenie laboratoryjne, rozwój kadry i system interferometrów, wyposażonych w cyfrowy spektrograf wielokanałowy i sterującą elektroniczną maszynę cyfrową. Projektowany duży system interferometrów pracuje na zasadzie tzw. syntezy. Metoda syntezy numerycznej umożliwi uzyskanie szczegółowego obrazu nieba z cząstkowych wyników obserwacji, co przy użyciu zwykłej pojedynczej anteny wymagałoby konstrukcji czaszy sterowanego reflektora o średnicy 3 km. Wobec zastosowania tylko 5 anten o średnicy 25 m widać dużą efektywność i ekonomiczność proponowanego rozwiązania. Przewiduje się, że cztery anteny interferometrów tego systemu będą zbudowane na stałych fundamentach, piąta natomiast przesuwana będzie po torowisku o długości 720 m. Projektowany system wyposażony jest w różnorodną nowoczesną aparaturę odbiorczą, pozwalającą na adaptację systemu do nowych obserwacji.

W ośrodku przeprowadza się łącznie z Polską Akademią Nauk badania w dziedzinie aktywności słonecznej. W ramach tych prac 61

uruchomiono naziemny słoneczny spektrograf radiowy na pasmo od 4 do 30 m. Prowadzone są również prace nad satelitarnym spektrografem do obserwacji wybuchów radiowych na Słońcu z pokładu sztucznego satelity Ziemi w zakresie fal hektometrowych, niedostępnych dla spektrografów naziemnych.

MECHANIKA NIEBA

Mechanika nieba obok dynamiki układów gwiazdowych jest działem astronomii zajmującym się dynamiką ruchów ciał niebieskich i wykorzystującym do tego celu metody matematyczne. Jest to więc dział nauki, któremu chyba najlepiej odpowiadają słowa Einsteina: „Jak to się stało, że matematyka, produkt myśli ludzkiej niezależny od doświadczenia, tak wspaniale pasuje do świata realnego?“

W mechanice nieba znajdują zastosowanie najbardziej, wydawałoby się, abstrakcyjne wytwory myśli matematycznej. Nie jest to tylko korzyść jednostronna, bo mechanika nieba dostarcza ciągle nowych problemów i kieruje wymagania ku matematyce. Rachunek różniczkowy został przecież stworzony przez Newtona na wyraźne żądanie „płynące od planet“ w celu opisanie ich ruchów. Wszyscy wielcy twórcy nowoczesnej matematyki byli w takim samym stopniu twórcami mechaniki nieba. Wystarczy tylko wymienić takie nazwiska, jak Newton, Gauss, Lagrange, Laplace, Poincaré, Ljapunow, a obecnie Kołmogorow, Siegel, Moser czy Arnold, którzy złotymi zgłoskami zapisali się w jednej i drugiej dziedzinie.

Te związki widać również w Zakładzie Mechaniki Nieba Instytutu Astronomii UMK — liczącym obecnie czterech pracowników naukowych — tak w doborze kadry naukowej, gdzie przyjmuje się obok astronomów również matematyków, jak i w problematyce naukowej. Ta ostatnia źródłami swymi tkwi w pracach prof. dra Władysława Dziewulskiego, który pierwszy zwrócił uwagę na problem niestabilności orbit małych planet, wywołanej wpływem Marsa. Z jego badań wynika, że orbity małych planet, które przecinają orbitę Marsa, mogą w pewnych warunkach ulegać gruntownym zmianom pomimo małej masy Marsa i wbrew temu, co przedtem twierdzono.

Problem ten był rozwiązywany przez prof. dra W. Dziewulskiego i jego współpracowników metodą numeryczną, tzn. że przy pomo-



39. Spojrzenie na obserwatorium od strony budynku głównego

cy arytmometrów i tablic logarytmicznych rozwiązywano problem dziesięciu ciał. W ten sposób opracowano kilkanaście małych planet.

Problem małych planet jest obecnie kontynuowany przez pracowników tego Zakładu, lecz już w aspekcie kosmogonicznym, tj. pochodzenia wszystkich małych ciał układu planetarnego. Przez małe ciała należy tu rozumieć takie obiekty, jak małe planety, komety i wszelkiego rodzaju meteory. Zagadnienie to jest rozpatrywane pod względem szukania zależności statystycznych pomiędzy elementami orbit tych obiektów, jak również teoretycznego uzasadnienia znalezionych związków.

Problem pochodzenia małych ciał jest jednym z głównych zagadnień kosmogonii układu planetarnego. Licznie wydane dotychczas prace na ten temat, nie dają ostatecznej odpowiedzi na pytanie, skąd się wzięły małe ciała, a w szczególności małe planety i komety. Pracownicy Zakładu Mechaniki Nieba podjęli ten problem, stosując do niego własną metodę.

Dotychczasowe wyniki pozwoliły na wyciągnięcie ogólnego wniosku: najbardziej charakterystycznymi wielkościami opisującymi rozkłady elementów orbit badanych obiektów są rozrzuty tych elementów. Lepiej niż wartości średnie opisują one obserwowane rozkłady, a ponadto, co jest chyba ważniejsze, są mniej czułe na oddziaływanie zakłócające, pochodzące od innych ciał, a więc bardziej stałe w czasie. Najciekawszą i dającą największe możliwości okazała się zależność pomiędzy rozrzutem nachyleń orbit (obliczonym dla poszczególnych zakresów średniej odległości od Słońca) a średnią odległością od Słońca. Związek ten pozwolił, przy pewnych założeniach, na postawienie hipotezy, która z jednej strony mówi o wspólnym pochodzeniu małych ciał, z drugiej — że ciała te powstały drogą rozpadu planety Marsa. Według tej hipotezy pierwotny Mars posiadał większą masę i krążył dalej od Słońca niż obecnie, tzn. w odległości 1,9 jednostek astronomicznych (obecnie 1,5). W pewnym momencie i punkcie przestrzeni nastąpił jego rozpad, część masy, która odpadła, dała początek małym ciałom, natomiast obecny Mars jest główną pozostałością pierwotnej planety.

W części teoretycznej tego problemu uzasadniono, że jeśli pierwotny rozkład elementów orbit był zupełnie przypadkowy, to oddziaływanie grawitacyjne największej planety naszego układu planetarnego — Jowisza — nie mogłoby utworzyć rozkładu obserwowanego obecnie. Wynik ten potwierdza uzyskane z danych obserwacyjnych wnioski.

W trakcie opracowywania wyników obserwacyjnych uzyskano bardzo interesującą zależność pomiędzy średnią masą małych ciał a rozrzutem nachyleń ich orbit w punkcie odległym od Słońca o 1,9 jednostek astronomicznych. Zależność ta pozwoli na dokładniejsze oszacowanie masy Marsa przed rozpadem.

Następnym problemem, którym zajmują się pracownicy Zakładu Mechaniki Nieba, jest problem tzw. rozwiązań periodycznych i stosowania ich do opisu ruchu sztucznych satelitów planet.

Równania różniczkowe, którymi można przedstawić matematycznie ruch sztucznego satelity, w swej ogólnej postaci nie posiadają dotychczas rozwiązań. Istnieją więc dwie szczególne drogi postępowania w tej — wydawałoby się — beznadziejnej sytuacji. Pierwsza — to numeryczne rozwiązywanie tych równań. Droga ta wymaga ciąglego dopływu danych obserwacyjnych, a ponadto,

liczących. Wyniki uzyskane tą metodą mają ograniczoną wartość poznawczą, bo nie pozwalają wyciągnąć ogólniejszych wniosków.

Druga droga postępowania wydaje się bardziej „naturalna”. Satelita przecież, na pierwszy rzut oka, porusza się okresowo — dlaczegoż by więc nie poszukiwać rozwiązań okresowych? Otóż pracownicy Zakładu Mechaniki Nieba poszukują ich metodami analitycznymi. Dotychczas opracowano teorię ruchu periodycznego sztucznych satelitów w polu grawitacyjnym planety dynamicznie symetrycznej względem płaszczyzny równika i osi obrotu, z uwzględnieniem wpływu księżyców naturalnych.

Obecnie opracowywana jest druga teoria ruchu okresowego, wyznaczonego według innych, bardziej ogólnych kryteriów niż poprzednie. Oczekuje się, że nowe rozwiązania będą bardziej przydatne.

Należy zaznaczyć, że te rozwiązania są również rozwiązaniami szczególnymi. Dopóki jednak Wszechświat istnieje i rozwija się według nierozwiązywalnych, w sensie ogólnym, równań różniczkowych, pozostają z konieczności rozwiązania szczególne. Pozwalają one określać w krótkich odcinkach czasu położenie ciał niebieskich (naturalnych i sztucznych) oraz badać warunki dynamiczne, w jakich ciała te poruszają się.

Trzeci i ostatni problem Zakładu Mechaniki Nieba należy zaliczyć do problemów czysto matematycznych. Sprowadza się on do klasyfikacji równań różniczkowych występujących w mechanice nieba z punktu widzenia ich rozwiązywalności tak analitycznych, jak i numerycznych. Dalszym celem tego zagadnienia jest rozpracowanie metod, które pozwalają opisywać i rozpatrywać zjawiska i procesy bez znajomości pełnego rozwiązania. Ta grupa problemów należy do tzw. metod jakościowych badania procesów dynamicznych.



40. Pracownicy naukowi i administracyjno-techniczni Instytutu Astronomicznego UMK i Pracowni Astrofizyki PAN.

Siedzą od lewej: H. Górski, A. Stawikowski, J. Hanasz, A. Świdzińska, N. Maron, S. Gąska, W. Iwanowska, S. Gorgolewski, C. Iwaniszewska, A. Woszczyk, J. Strobel, S. Krawczyk, E. Basińska, E. Górka, Stoją za nimi od lewej: H. Sikorski, A. Buchholz, Z. Turło, M. Wiśniewska, Z. Walczyna, M. Moraczewska, A. Kus, A. Strobel, A. Kaczor, B. Krygier, R. Tyłenda, A. Burnicki. Stoją wzdłuż balustrady, od lewej: H. Wiśniewski, D. Wrukowska, T. Wrukowska, B. Wikierski, A. Wolszczan, S. Kasperczuk, J. Sikorski, P. Olszewski, L. Dybkowski, A. Raczkowski, J. Smoliński, S. Grudzińska, J. Krelowski, J. Krempeć, H. Welnowski.

POPULARYZACJA ASTRONOMII

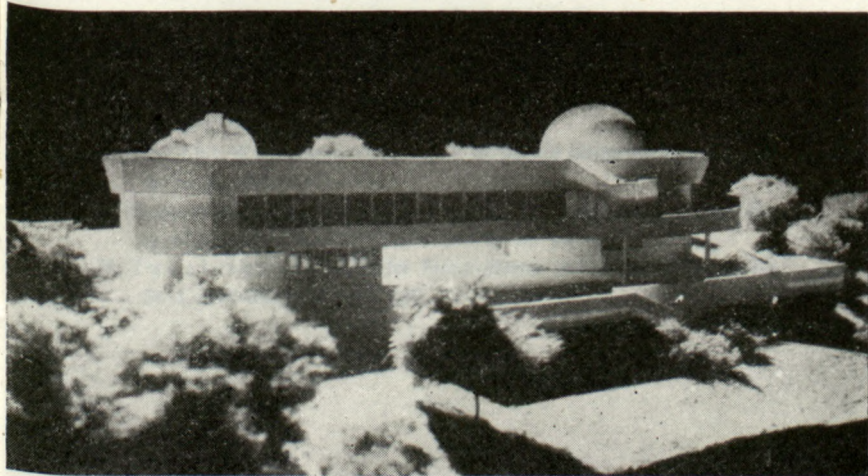
Osobną dziedzinę działalności astronomów toruńskich stanowi popularyzacja astronomii. Rokrocznie wygłaszane są w domach kultury, zakładach pracy i szkołach regionu odczyty astronomiczne. Astronomowie toruńscy są również autorami książeczek popularnonaukowych i afetykułów popularyzujących współczesne zdobycze kopernikańskiej nauki.

Obserwatorium astronomiczne w Piwnicach odwiedzane jest przez liczne wycieczki (około 2000 osób rocznie), dla których organizowane są pokazy i prelekcje. Przyjmuje się głównie wycieczki młodzieży z ostatnich klas szkół średnich i pracowników z zakładów pracy tylko w okresie wiosny i jesieni, po uprzednim telefonicznym uzgodnieniu terminu wizyty.

Na Wydziale Matematyki, Fizyki i Chemii UMK działa Koło Naukowe Studentów Astronomii. Prowadzi ono pracę samokształceniową w formie zebrań referatowych i obozów obserwacyjnych, organizowanych w czasie ferii w górach. Poza tym zajmuje się popularyzacją astronomii, głównie na terenie szkół.

Mówiąc o pracy popularyzacyjnej, nie sposób pominąć działalności Toruńskiego Oddziału Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii (PTMA). Założony w 1952 r. Oddział liczy obecnie

41. Zdjęcie makiety projektowanego Ludowego Obserwatorium Astronomicznego i Planetarium w Toruniu

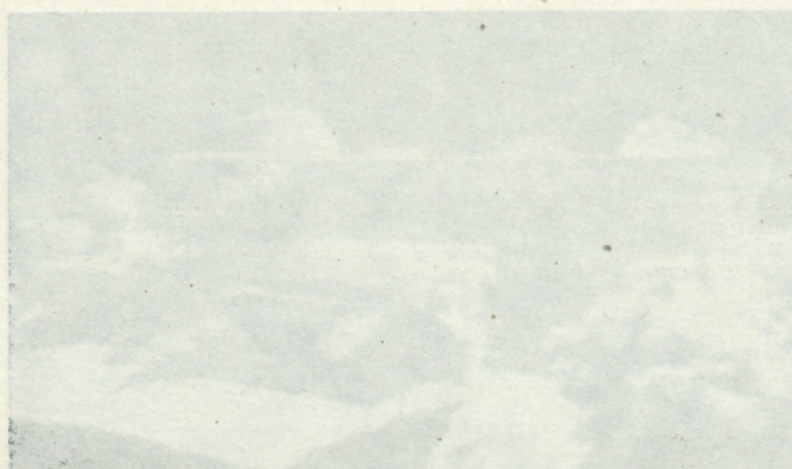


(1971) przeszło 120 członków. Prowadzi ożywioną działalność odczytową (565 publicznych odczytów do r. 1970), organizuje pokazy filmów astronomicznych i astronautycznych (ponad 100 seansów), a także pokazy nieba przez teleskopy. Co roku, w rocznicę urodzin Kopernika, PTMA urządza (ostatnio wspólnie z Muzeum) ogólnomiejską uroczystą Wieczornicę Kopernikańską. Co miesiąc w ratuszu staromiejskim odbywają się „Toruńskie Wieczory Astronomiczne” PTMA, na których prelegenci z Torunia i innych polskich ośrodków astronomicznych przedstawiają najnowsze osiągnięcia astronomii.

Wielkie znaczenie dla popularyzacji kopernikańskiego naukowego poglądu na świat i dydaktyki astronomii w całym toruńsko-bydgoskim regionie miałyby realizacja budowy tzw. Ludowego Obserwatorium Astronomicznego i Planetarium (LOAiP) w Toruniu. O placówkę taką od lat zabiega PTMA. Istnieje już projekt wstępny i decyzja lokalizacji LOAiP w parku miejskim w Toruniu.

Wielkie znaczenie dla popularyzacji kopernikańskiego naukowego poglądu na świat i dydaktyki astronomii w całym toruńsko-bydgoskim regionie miałyby realizacja budowy tzw. Ludowego Obserwatorium Astronomicznego i Planetarium (LOAiP) w Toruniu. O placówkę taką od lat zabiega PTMA. Istnieje już projekt wstępny i decyzja lokalizacji LOAiP w parku miejskim w Toruniu.

Wielkie znaczenie dla popularyzacji kopernikańskiego naukowego poglądu na świat i dydaktyki astronomii w całym toruńsko-bydgoskim regionie miałyby realizacja budowy tzw. Ludowego Obserwatorium Astronomicznego i Planetarium (LOAiP) w Toruniu. O placówkę taką od lat zabiega PTMA. Istnieje już projekt wstępny i decyzja lokalizacji LOAiP w parku miejskim w Toruniu.



PRACE OPUBLIKOWANE

Dorobek naukowy astronomów toruńskich stanowią prace badawcze wykonane w tym ośrodku. Publikowane w wydawnictwach naukowych, głównie w *Studia Societatis Scientiarum Torunensis, Sectio F (Astronomia)*, wydawanych przez Towarzystwo Naukowe w Toruniu (cyt. dalej jako St.), oraz w *Acta Astronomica*, wydawanych przez Polską Akademię Nauk (cyt. jako AA), rozsyłane są do wszystkich obserwatoriów astronomicznych krajowych i zagranicznych jako zeszyty Biuletynu Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu M. Kopernika w Toruniu (cyt. jako BO). Artykuły drukowane są prawie wyłącznie w języku angielskim, który jest głównym międzynarodowym językiem astronomii. Część prac naukowych została opublikowana w czasopiśmie zagranicznych, a wiele streszczeń referatów wygłoszonych na konferencjach międzynarodowych wydrukowano w sprawozdaniach z tych konferencji. Poniżej zamieszczono spis prac wykonanych do końca 1971 r., przy czym tytuły ich podano w brzmieniu polskim.

DZIAŁ I. ASTROFIZYKA I ASTRONOMIA GWIAZDOWA

1. Struktura Drogi Mlecznej

Badanie struktury Drogi Mlecznej w wybranych polach w gwiazdozbiorach Aquila-Sagitta i Cassiopeia

Część I

- W. Iwanowska, *Fotometria fotograficzna*. Wstęp, St. I 2 = BO nr 14, 1, 1956.
A. Lisicki, *Wyznaczenie stałej siatki astrografu Drapera*, St. I 2 = BO nr 14, 6, 1956
R. Rumińska, *Redukcja systemu jasności fotograficznych na skalę międzynarodową*, St. I. 2 = BO nr 14, 10, 1956.
H. Iwaniszewski, *Jasności fotograficzne gwiazd w polu Aquila*, St. I 2 = BO nr 14, 16, 1956.

- A. Lisicki, *Jasności fotograficzne gwiazd w polu Sagitta-Aquila*, St. I 2 = BO nr 14, 28, 1956.
- C. Iwaniszewska, *Jasności fotograficzne gwiazd w polu Sagitta*, St. I 2 = BO nr 14, 41, 1956.
- H. Huttorowicz, *Jasności fotograficzne gwiazd w polu Cassiopeia*, St. I 2 = BO nr 14, 54, 1956.

Część II

- S. Grudzińska, *Fotometria fotowizualna. Jasności fotowizualne gwiazd w polu Sagitta*, St. I 3 = BO nr 15, 1, 1958.
- R. Ampel, *Jasności fotowizualne gwiazd w polu Cassiopeia*, St. I 3 = BO nr 15, 60, 1958.
- S. Gąska, *Jasności fotowizualne gwiazd w polu Aquila*, St. I 3 = BO nr 15, 96, 1958.
- A. Lisicki, *Jasności fotowizualne gwiazd w polu Sagitta-Aquila*, St. I 3 = BO nr 15, 118, 1958.

Część III

- R. Ampel, *Ekstynkcja międzygwiazdowa i rozmieszczenie gwiazd w polu gwiazdozbioru Cassiopeia*, St. II 3 = BO nr 20, 1, 1959.
- C. Iwaniszewska, *Wyznaczenie ekstynkcji i gęstości gwiazd w polu Sagitta*, St. III 2 = BO nr 24, 1960.
- H. Iwaniszewski, *Wyznaczenie ekstynkcji i gęstości gwiazd w polu Aquila*, St. III 5 = BO nr 30, 1, 1962.
- A. Lisicki, *Wyznaczenie ekstynkcji i gęstości gwiazd w polu Sagitta-Aquila*, St. III 6 = BO nr 33, 1, 1964.

Część IV

- R. Ampel, C. Iwaniszewska, *Oszacowanie stosunku gęstości pyłu do neutralnego wodoru w gwiazdozbiorach Cassiopeia i Sagitta*, St. III 4 = BO nr 27, 1, 1962.
- R. Ampel, *Asocjacje Kasjopei: Cas III, Cas IV i Cas V*, AA 14 1 = BO nr 35, 1964.

2. Ruchy gwiazd

- W. Dziewulski, *O ruchu gwiazd olbrzymów*, BO nr 2, 17, 1947.
- H. Gadzikowska, H. Iwaniszewski, *Ruch Słońca w przestrzeni w odniesieniu do gwiazd podwójnych*, BO nr 9, 44, 1950.
- 70 W. Dziewulski, *Ruchy gwiazd szybkich. Część I*, BO nr 10, 3, 1951.

- W. Dziewulski, *Ruchy gwiazd szybkich*. Część II, BO nr 12, 1, 1953.
- W. Dziewulski, *O wyznaczeniu kierunków werteksów na podstawie ruchów swoistych gwiazd podkarłow*, BO nr 12, 12, 1953.
- A. Dziewulska, *Ruchy gwiazd typu widmowego F*, St. II 1 = BO nr 17, 7, 1958.
- W. Dziewulski, *Ruchy gwiazd typu widmowego A*. Część I, St. II 1 = BO nr 17, 1, 1958.
- W. Dziewulski, *Ruchy gwiazd typu widmowego A*. Część II, St. II 1 = BO nr 17, 25, 1958.
- W. Dziewulski, *Ruchy gwiazd typów widmowych A i F*, St. II 1 = BO nr 17, 35, 1958.
- W. Dziewulski, *Uwagi dotyczące roju Ursa Maior*, St. II 4 = BO nr 21, 7, 1959.
- W. Dziewulski, *O ruchu olbrzymów typów widmowych B, A i F w układzie lokalnym*, St. II 4 = BO nr 21, 15, 1959.
- S. Gąska, *Ruchy gwiazd olbrzymów I i II populacji*, St. III 1 = BO nr 23, 1, 1960.

3. Gwiazdy zmienne

- W. Dziewulski, W. Iwanowska (ze współpracą A. Dziewulskiej i M. Mackiewicz), *Obserwacje fotometryczne cefeid w dwóch dziedzinach widma*. Część I, BO nr 1, 3, 1946.
- W. Iwanowska, *Obserwacje fotometryczne cefeid w dwóch dziedzinach widma*. Część II, BO nr 1, 27, 1946.
- W. Dziewulski, *Obserwacje wizualne gwiazdy zmiennej TU Cassiopeiae*, BO nr 1, 38, 1946.
- W. Dziewulski, *Obserwacje wizualne gwiazd zmiennych Z, RR, X i V Lacertae*, BO nr 3, 10, 1947.
- W. Dziewulski, *Obserwacje wizualne gwiazd zmiennych RX i RV Camelopardalis*, BO nr 3, 15, 1947.
- W. Dziewulski, W. Iwanowska, *Obserwacje wizualne gwiazdy zmiennej SU Cygni*, BO nr 3, 18, 1947.
- W. Dziewulski, W. Iwanowska, *Obserwacje wizualne gwiazdy zmiennej SV Vulpeculae*, BO nr 3, 20, 1947.
- W. Dziewulski, *Obserwacje wizualne gwiazdy zmiennej SZ Cygni*, BO nr 4, 14, 1948.
- W. Dziewulski, *Obserwacje wizualne gwiazdy zmiennej RZ Cephei*, BO nr 4, 15, 1948.
- W. Dziewulski, W. Iwanowska, *Obserwacje wizualne gwiazdy zmiennej RX Aurigae*, BO nr 5, 12, 1948.

- A. Dziewulska, *Opracowanie obserwacji wizualnych gwiazdy zmiennej RW Cassiopeiae*, BO nr 5, 13, 1948.
- A. Dziewulska, *Opracowanie obserwacji wizualnych gwiazdy zmiennej AH Cephei*, BO nr 5, 15, 1948.
- W. Dziewulski, *Obserwacje fotograficzne gwiazdy zmiennej X Cygni*, BO nr 6, 3, 1948.
- W. Dziewulski, W. Iwanowska, *Obserwacje wizualne gwiazdy zmiennej X Cygni*, BO nr 6, 10, 1948.
- W. Dziewulski, *Obserwacje wizualne gwiazdy zmiennej S Sagittae*, BO nr 6, 14, 1948.
- W. Dziewulski, *Obserwacje gwiazdy długookresowej χ Cygni*, BO nr 6, 17, 1948.
- W. Dziewulski, *Obserwacje wizualne gwiazdy zmiennej TX Cygni*, BO nr 7, 13, 1949.
- W. Dziewulski, *Obserwacje wizualne gwiazdy zmiennej V367 Cygni*, BO nr 7, 15, 1949.
- W. Dziewulski, C. Łubieńska, H. Iwaniszewski, *Obserwacje wizualne gwiazdy zmiennej długookresowej χ Cygni*, BO nr 8, 4, 1950.
- W. Dziewulski, W. Iwanowska, *Obserwacje wizualne gwiazdy zmiennej KR Cygni*, BO nr 8, 6, 1950.
- W. Dziewulski, *Obserwacje wizualne gwiazdy zmiennej CD Cygni*, BO nr 8, 8, 1950.
- W. Dziewulski, C. Łubieńska, *Obserwacje wizualne gwiazdy zmiennej długookresowej χ Cygni*, BO nr 10, 10, 1951.
- W. Dziewulski, *Obserwacje wizualne gwiazdy zmiennej o Ceti*, BO nr 10, 11, 1951.
- R. Piątkowska, *Obserwacje wizualne gwiazdy zmiennej TT Herculis*, BO nr 10, 13, 1951.
- W. Dziewulski, *Obserwacje wizualne gwiazdy zmiennej SU Draconis*, BO nr 10, 14, 1951.
- W. Dziewulski, *Obserwacje wizualne gwiazdy zmiennej SW Draconis*, BO nr 10, 15, 1951.
- A. Lisicki, *Nowa gwiazda zmienna w Plejadach*, BO nr 10, 17, 1951.
- W. Dziewulski, *Obserwacje fotograficzne gwiazdy zmiennej krótkookresowej UZ Leonis*, St. A III 5 = BO nr 12, 20, 1953.
- W. Dziewulski, *Obserwacje fotograficzne gwiazdy zmiennej krótkookresowej TU Leonis*, St. A III 5 = BO nr 12, 26, 1953.
- W. Dziewulski, *Obserwacje fotograficzne gwiazdy zmiennej krótkookresowej RY Comae*, St. A III 5 = BO nr 12, 30, 1953.

- W. Dziewulski, *Obserwacje fotograficzne gwiazdy zmiennej SV Vulpeculae*, St. A III 5 = BO nr 12, 33, 1953.
- W. Dziewulski, *Obserwacje wizualne gwiazdy zmiennej XZ Draconis*, St. A III 5 = BO nr 12, 41, 1953.
- W. Dziewulski, *Obserwacje wizualne gwiazdy zmiennej długookresowej χ Cygni*, St. A III 5 = BO nr 12, 43, 1953.
- W. Dziewulski, *Obserwacje fotograficzne gwiazdy zmiennej UZ Leonis*, St. I 1 = BO nr 13, 1, 1956.
- W. Dziewulski, S. Grudzińska, *Obserwacje wizualne cefeidy FM Aquilae*, St. I 1 = BO nr 13, 4, 1956.
- W. Dziewulski, *Obserwacje fotograficzne cefeidy SV Vulpeculae*, St. I 1 = BO nr 13, 7, 1956.
- W. Dziewulski, *Obserwacje fotograficzne gwiazdy zaćmieniowej UV Leonis*, St. I 1 = BO nr 13, 10, 1956.
- W. Dziewulski, *Obserwacje fotograficzne gwiazdy krótkookresowej VY Serpentis*, St. I 1 = BO nr 13, 12, 1956.
- W. Dziewulski, *Obserwacje wizualne gwiazdy zaćmieniowej AG Virginis*, St. I 1 = BO nr 13, 16, 1956.
- W. Dziewulski, *Obserwacje wizualne cefeidy SZ Aquilae*, St. I 1 = BO nr 13, 18, 1956.
- W. Dziewulski, A. Burnicki, *Obserwacje wizualne cefeidy TT Aquilae*, St. I 1 = BO nr 13, 20, 1956.
- W. Dziewulski, S. Grudzińska, *Obserwacje wizualne gwiazdy zmiennej długookresowej R Cassiopeiae*, St. I 1 = BO nr 13, 22, 1956.
- A. Stawikowski, *Wskaźnik barwy gwiazdy zmiennej RZ Cephei*, AA 8 1 = BO nr 16, 1, 1958.
- A. Woszczyk, *Wskaźnik barwy gwiazdy zmiennej VZ Cancri*, AA 8 1 = BO nr 16, 7, 1958.
- T. Boenigk, *Wskaźnik barwy gwiazdy zmiennej TU Ursae Maioris*, AA 8 1 = BO nr 16, 13, 1958.
- T. Boenigk, *Wskaźnik barwy gwiazdy zmiennej RR Lyrae*, AA 8 1 = BO nr 16, 17, 1958.
- A. Burnicki, B. Krygier, *Wskaźnik barwy gwiazdy zmiennej EH Librae*, AA 8 1 = BO nr 16, 21, 1958.
- A. Stawikowski, *Wskaźnik barwy gwiazdy zmiennej SU Draconis*, AA 8 1 = BO nr 16, 26, 1958.
- J. Hanasz, *Wskaźnik barwy gwiazdy zmiennej XZ Cygni*, AA 8 1 = BO nr 16, 31, 1958.
- W. Dziewulski, B. Krygier, *Obserwacje wizualne gwiazdy zmiennej krótkookresowej RS Bootis*, St. II 1 = BO nr 17, 39, 1958.

- W. Dziewulski, B. Krygier, *Obserwacje wizualne gwiazdy zmiennej RV Bootis*, St. II 1 = BO nr 17, 41, 1958.
- W. Dziewulski, H. Brzeska, *Obserwacje wizualne gwiazdy zmiennej długookresowej AC Herculis*, St. II 1 = BO nr 17, 43, 1958.
- W. Dziewulski, L. Zaleski, *Obserwacje wizualne gwiazdy zmiennej UV Bootis*, St. II 1 = BO nr 17, 45, 1958.
- W. Dziewulski, *Obserwacje wizualne cefeidy AW Persei*, St. III 1 = BO nr 23, 8, 1960.
- W. Dziewulski, *Obserwacje wizualne zmiennej zaćmieniowej RT Coronae Borealis*, St. III 1 = BO nr 23, 10, 1960.
- W. Iwanowska, *Badania spektroskopowe krótkookresowych gwiazd pulsujących*, *Voprosy Kosmogonii* 7, 299, 1960.
- W. Dziewulski, *Obserwacje wizualne cefeidy T Vulpeculae*, St. III 4 = BO nr 27, 45, 1962.
- W. Dziewulski, *Obserwacje wizualne cefeidy S Sagittae*, St. III 4 = BO nr 27, 49, 1962.
- W. Dziewulski, *Obserwacje wizualne cefeidy DT Cygni*, St. III 5 = BO nr 30, 25, 1962.
- W. Dziewulski, *Obserwacje wizualne cefeidy FF Aquilae*, St. III 5 = BO nr 30, 27, 1962.
- A. Burnicki, *Wskaźniki barwy gwiazd zmiennych typu RR Lyrae. Uwagi wstępne*, AA 15 3 = BO nr 39, 211, 1965.
- A. Burnicka, T. Majewska-Zofka, *Wskaźnik barwy gwiazdy zmiennej CC Andromedae*, AA 15 3 = BO nr 39, 213, 1965.
- J. Smoliński, *Wskaźnik barwy gwiazdy zmiennej X Arietis*, AA 15 3 = BO nr 39, 219, 1965.
- A. Burnicka, *Wskaźnik barwy gwiazdy zmiennej DQ Cephei*, AA 15 3 = BO nr 39, 227, 1965.
- L. Zaleski, *Wskaźnik barwy gwiazdy zmiennej XZ Draconis*, AA 15 3 = BO nr 39, 233, 1965.
- A. Burnicki, *Wskaźnik barwy gwiazdy zmiennej DH Pegasi*, AA 15 3 = BO nr 39, 241, 1965.
- B. Krygier, *Wskaźnik barwy gwiazdy zmiennej AH Persei*, AA 15 3 = BO nr 39, 347, 1965.
- W. Radziszewski, *Wskaźnik barwy gwiazdy zmiennej T Sextantis*, AA 15 3 = BO nr 39, 253, 1965.
- J. Krempeć, *Obserwacje fotometryczne HR Delfina*, AA 20 3 = BO nr 48, 1970.

4. Populacje gwiazd

- W. Iwanowska (ze współpracą M. Frąckowiaka i M. Kazmierczaka), *Badania spektrofotometryczne gwiazd szybkich*, BO nr 9, 25, 1950.
- W. Iwanowska, *Cztery charakterystyki spektroskopowe zmiennych typu gromad*, Transactions IAU 8, 814, 1952.
- W. Iwanowska, *Badania spektrofotometryczne gwiazd typu RR Lyrae*, St. A III 2 = BO nr 11, 1, 1953.
- H. Tomasik, *Fotograficzne gradienty względne gwiazd szybkich*, St. A III 2 = BO nr 11, 19, 1953.
- C. Łubieńska-Iwaniszewska, *Cechy fizyczne i kinematyczne gwiazd typu RR Lyrae*, St. A III 2 = BO nr 11, 25, 1953.
- H. Tomasik, *Kryteria spektrofotometryczne populacji gwiazdnych dla klas F, G, K w małej dyspersji*, St. I 1 = BO nr 13, 24, 1956.
- W. Iwanowska, *Pasma tlenku wanadu jako kryterium populacyjne w widmach zmiennych długookresowych*, Uniw. de Liège, Inst. d'Aph., Coll. in 8° nr 386, 277, 1957.
- W. Iwanowska, *Podsystemy, populacje i masy gwiazd*, Bull. Acad. Pol. Sci. VI 9 = BO nr 18, 1958.
- W. Iwanowska, *Pewne uwagi do problemu populacji gwiazdowych*, Astronomical Journal 65, 348, 1960.
- W. Iwanowska, A. Burnicki, *Przynależność do populacji gwiazd Nowych*, Bull. Acad. Pol. Sci. X 10 = BO nr 32, 537, 1962.
- W. Iwanowska, A. Opaska-Burnicka, *Przynależność do populacji białych karłów*, Bull. Acad. Pol. Sci. X 10 = BO nr 32, 547, 1962.
- W. Iwanowska, J. Kanthak, *Przynależność do populacji mgławic planetarnych*, Bull. Acad. Pol. Sci. XIII 2 = BO nr 37, 155, 1965.
- W. Iwanowska, T. Boenigk, *Przynależność do populacji gwiazd węglowych typu R*, Bull. Acad. Pol. Sci. XIII 2 = BO nr 37, 163, 1965.
- T. Boenigk, W. Iwanowska, *Przynależność do populacji gwiazd węglowych typu N*, Bull. Acad. Pol. Sci. XIII 2 = BO nr 37, 169, 1965.
- T. Boenigk, *Przynależność do populacji gwiazd RV Tauri*, Bull. Acad. Pol. Sci. XIII 2 = BO nr 37, 175, 1965.
- W. Iwanowska, *Statystyczne indeksy populacji*, Vistas in Astronomy (Ed. A. Beer), Pergamon Press, 7, 133, 1965.

- W. Iwanowska, *Statystyczne kryteria typów populacyjnych*, IAU Symposium No 24, *Spectral Classification and Multicolor Photometry* (Ed. K. Loden et al.), Academic Press London, 101, 1966.
- W. Iwanowska, N. Maron, *Statystyka gwiazd późnych typów*, Colloquium on Late Type Stars (Ed. M. Hack), Osserv. Astr. di Trieste, 398, 1966.
- W. Iwanowska, *Statystyczne indeksy populacji gwiazd zmiennych długookresowych późnych klas*, Colloquium on Late Type Stars (Ed. M. Hack), Osserv. Astr. di Trieste 453, 1966.
- W. Iwanowska, N. Maron, *Statystyczne indeksy populacji gwiazd zmiennych typu Mira Ceti*, St. IV 3 = BO nr 41, 1, 1967.
- R. Głębocki, *Przynależność populacyjna gwiazd F, G, K z otoczenia Słońca*, St. IV 3 = BO nr 41, 19, 1967.
- A. Burnicki, *Właściwe wskaźniki barwy i amplitudy zmian blasku gwiazd zmiennych krótkookresowych*, AA 17 2 = BO nr 42, 165, 1967.
- R. Głębocki, *Badanie widm ciągłych gwiazd A, F, G, K różnych typów populacyjnych*, AA 17 2 = BO nr 42, 381, 1967.
- T. Boenigk, *Statystyczne indeksy populacji cefeid*, St. IV 4 = BO nr 44, 1, 1968.
- W. Iwanowska, *Korelacje pomiędzy charakterystykami widmowymi i statystycznymi indeksami populacji gwiazd zmiennych typu Mira*, Astrophysics and Space Science 2, 128, 1968.
- W. Iwanowska, *Statystyczne indeksy populacji gwiazd olbrzymów typu M*, St. IV 6 = BO nr 46, 1, 1970.
- C. Iwaniszewska, *Statystyczne indeksy populacji gwiazd zmiennych typu RR Lyrae*, St. IV 6 = BO nr 46, 13, 1970.
- W. Iwanowska, *Problem populacji gwiazd w ujęciu statystycznym*, Sprawozdanie Komisji 33 IAU w Brighton, sierpień 1970, 16.
- J. Krempeć, *Korelacje między statystycznymi wskaźnikami populacji i charakterystykami widmowymi gwiazd węglowych*, Astrophysics and Space Science 6, 131, 1970.
- W. Iwanowska, *Statystyczne indeksy populacji gwiazd karłów klasy M*, St. V 1 = BO nr 49, 1, 1972.

5. Atmosfery gwiazd

- W. Iwanowska, J. Jacyna, *Spektrofotometryczne obserwacje cefeid RT Aur, SU Cas, T Mon*, BO nr 2, 3, 1947.
- C. Łubieńska, *O różnicy faz pomiędzy krzywą jasności a krzywą prędkości radialnych cefeid*, BO nr 9, 39, 1950.

- W. Iwanowska, P. A. Wayman, *Badanie widm otrzymanych w malej dyspersji dla gwiazd typu M w czerwieni*, Astrophysical Journal 115, 129, 1952.
- W. Iwanowska, *Efekty emisyjne w widmach absorpcyjnych pewnych zmiennych dlugookresowych*, Annales d'Astrophysique 20, 190, 1957.
- A. Stawikowski, *Efekty wzmozczenia magnetycznego linii w widmach gwiazd typu RR Lyrae*, AA 9 5 = BO nr 22, 22, 1959.
- W. Iwanowska, W. E. Mitchell, P. C. Keenan, *Emisja tlenu aluminium w widmie R Serpentis*, Astrophysical Journal 132, 271, 1960.
- R. Głębocki, J. Smoliński, A. Woszczyk, *Widmo ciagle Nowej Herkulesa 1963*, AA 14 4 = BO nr 36, 301, 1965.
- J. Smoliński, R. Głębocki, A. Woszczyk, *Linie emisyjne w widmie Nowej Herkulesa 1963*, AA 15 1 = BO nr 36, 15, 1965.
- S. Grudzińska, *Identyfikacja linii emisyjnych w zakresie od 4800 Å do 8840 Å w widmie gwiazdy o Ceti*, St. IV 2 = BO nr 38, 11, 1965.
- R. Głębocki, P. C. Keenan, *Obserwacje spektroskopowe VV Cephei w fotograficznej podczerwieni*, Astrophysical Journal 150, 529, 1967.
- A. Woszczyk, J. Smoliński, N. Maron, A. Strobel, J. Krempeć, *Fotometryczne i spektrofotometryczne obserwacje Nowej Delfina 1967*, Astrophysics and Space Science 1, 264, 1968.
- S. Grudzińska, *Obecność serii Paschena oraz jej prędkość radialna różnicowa w widmie emisyjnym gwiazdy zmiennej dlugookresowej o Ceti*, St. IV 4 = BO nr 44, 15, 1968.
- R. Głębocki, A. Stawikowski, *Różnice w prędkościach radialnych jako wskaźnik turbulencji*, AA 19 2 = BO nr 43, 87, 1969.
- J. Smoliński, *Wykrycie mikroturbulencji w widmach o malej dyspersji i fotometrii wąsko-pasmowej*, AA 19 2 = BO nr 43, 103, 1969.
- J. Smoliński, *Efekty linii absorpcyjnych w widmach gwiazd o malej zdolności rozdzielczej*, St. IV 6 = BO nr 46, 61, 1970.
- R. Głębocki, *Widmo HR Del (Nowa Delfina 1967) w pierwszych dwóch miesiącach po odkryciu* AA 20 2 = BO nr 47, 99, 1970.
- S. Grudzińska, *Obserwacje fotometryczne i widmowe Nowej Vulpeculae 1968 (1)*, AA 20 3 = BO nr 48, 253, 1970.

- R. Głębocki, J. Strobel, *Szerokości równoważne linii żelaza w podolbrzymach typu F, G, K*, AA 20 4 = BO nr 48, 361, 1970.
- R. Głębocki, *Badanie mikroturbulencji w atmosferach podolbrzymów typów widmowych F, G, K*, Wydawnictwa UMK 1970.
- J. Smoliński, *Badanie turbulencji i składu chemicznego w gwiazdach FO-K4 o wysokiej dzielności promieniowania*, Royal Astronomical Society of Canada Journal 64, 183, 1970.
- R. Głębocki, A. Stawikowski, *Badanie pola prędkości w atmosferach gwiazd. II. Atmosfera Słońca*, AA 21 2 = BO nr 48, 185, 1971.
- J. L. Climenhaga, J. Holts, J. Smoliński, *Stosunek obfitości C^{12}/C^{13} w 10 gwiazdach węglowych*, Bulletin American Astronomical Society 3, cz. I, 9, 1971.
- J. Grygar, J. Smoliński, J. Hutchings, *Widmo Nowej Serpentis 1970 po jej gwałtownym spadku blasku*, Contributions from the Dominion Astrophysical Observatory, Victoria B.C. No 155, 1971.
- J. Hutchings, J. Smoliński, J. Grygar, *Badania spektroskopowe Nowej Serpentis 1970*, Publications from the Dominion Astrophysical Observatory, Victoria B.C. XIV (w druku).
- J. Smoliński, *Zmiany linii widmowych w nadolbrzymach typu FO-K5, Third Trieste Colloquium on Astrophysics „Supergiant Stars”* (ed. M. Hack), Osserv. Astr. di Trieste, 1972.

6. Ciała układu planetarnego

- W. Dziewulski, *Obserwacje meteorów*, BO nr 6, 19, 1948.
- W. Dziewulski, *Obserwacje meteorów*, BO nr 7, 17, 1949.
- Ch. Fehrenbach, L. Haser, P. Swings, A. Woszczyk, *Obserwacje spektroskopowe komety Arend-Roland (1956b)*, Annales d'Astrophysique 20, 145, 1957.
- P. Swings, Ch. Fehrenbach, A. Woszczyk, *Widmo komety 1957c (Encke)*, Comptes Rendus Paris 245, 2152, 1957.
- A. Woszczyk, *O możliwym związku między wtórnymi zmianami blasku komety 1957c (Encke) i aktywnością słoneczną*, Comptes Rendus Paris 246, 1667, 1958.
- W. Dziewulski, *O jasności komety 1956-b*, St. II 2 = BO nr 19, 19, 1959.
- W. Dziewulski, *O jasności komety 1957-d*, St. II 2 = BO nr 19, 21, 1959.

- S. Grudzińska, *Fotometria fotograficzna i fotowizualna komety Arenda-Rolanda (1956b)*, AA 9 5 = BO nr 22, 129, 1959.
- S. Grudzińska *Obfitość jonów CO⁺ w warkoczach kometarnych*, Annales d'Astrophysique 23, 797, 1960.
- S. Grudzińska, *Obfitość molekuł CN, C₂ i CO⁺ oraz cząstek stałych w kometach*, Ciel et Terre 76, 173, 1960.
- P. Mianes, S. Grudzińska, A. Stawikowski, *Obserwacje fizyczne komety okresowej Giacobini-Zinner (1959b)*, Annales d'Astrophysique 23, 788, 1960.
- A. Stawikowski, P. Swings, *Mechanizm wzbudzenia pasm Swan'a w kometach*, Annales d'Astrophysique 23, 585, 1960.
- S. Grudzińska, *Korelacja między zmianami blasku komety Arenda-Rolanda (1956 b) i aktywnością Słońca*, AA 12 2 = BO nr 29, 132, 1962.
- S. Grudzińska, *Korelacja między wtórnymi zmianami blasku komety Mrkosa (1957 d) i aktywnością Słońca*, AA 12 2 = BO nr 29, 136, 1962.
- A. Stawikowski, *Widmo komety Mrkos (1957d) w obszarze 3884-4737*, Bull.Soc.Royal Sci. Liège 31, 414, 1962.
- A. Woszczyk, *Widmo molekuly NH₂; jego zastosowanie do widm kometarnych*, Mem.Soc.Royal Sci. Liège 2, nr 6, 1962.
- A. Woszczyk, *Widmo komety Mrkos (1957d) w obszarze widzialnym*, Bull.Soc.Royal Sci. Liège 31, 396, 1962.
- A. Woszczyk, C. Arpigny, *Mechanizm emisji pasm Swana w kometach*, Bull.Soc. Royal Sci. Liège 31, 382, 1962.
- C. Arpigny, A. Woszczyk, *Mechanizm emisji molekuly NH₂ w kometach*, Bull.Soc.Royal Sci. Liège 31, 390, 1962.
- A. Woszczyk, *Obserwacje fizyczne komety 1959k (Burnham)*, St. III 6 = BO nr 33, 27, 1964.
- A. Stawikowski, J. L. Greenstein, *Stosunek izotopów C¹²/C¹³ w komecie*, Astrophysical Journal 140, 1280, 1964.
- S. Grudzińska, *Widmo komety Ikeyi (1963a)*, St. IV 1 = BO nr 34, 15, 1965.
- S. Grudzińska, *Wybuch blasku komety 1963 III (Alcock 1963b)*, AA 17 2 = BO nr 42, 155, 1967.
- S. Grudzińska, *Notatka o widmie komety 1963 III (Alcock 1963b)*, AA 17 2 = BO nr 43, 161, 1967.
- S. Grudzińska, R. Barbon, *Notatka o widmie komety Rudnickiego 1966e*, AA 17 2 = BO nr 43, 323, 1968.

- A. Woszczyk, *Względne różnice wysokości na Marsie z pomiarów pasm CO₂ w bliskiej podczerwieni*, Symp. No 40 IAU, Texas, 1969.
- A. Woszczyk, *Widmo kometarne w zakresach długości fal λ 3884–3914 i 4180–4752 Å*, St. IV 6 = BO nr 46, 23, 1970.
- A. Woszczyk, *Ciśnienie atmosferyczne i topografia Marsa w świetle analizy podczerwonych pasm CO₂*, Wydawnictwa UMK 1970.
- R. Schorn, A. Woszczyk, E. Barker, L. Gray-Young, *Nowe obserwacje Marsa i Wenus w zakresie 8200 Å*, AAS Kongres, San Francisco 1970.
- E. Barker, R. Schorn, A. Woszczyk, R. Tull, S. Little, *Mars: wykrycie atmosferycznej pary wodnej podczas wiosny i lata na półkuli południowej*, Science 170, 1308, 1970.
- L.D. Gray-Young, R. Schorn, E. Barker, A. Woszczyk, *Obserwacje spektroskopowe Wenus w dużej dyspersji podczas 1968 i 1969: I. Pasma dwutlenku węgla przy 7820 i 7883 Å*, AA, 21 3 = BO nr 48, 329, 1971.
- S. Grudzińska, *Analiza widmowa wybuchu jasności komety 1963 III (Alcock 1963 b)*, Wydawnictwa UMK 1971.

7. Różne

- W. Dziewulski, A. Dziewulska, S. Szeligowski, *Zakrycia gwiazd przez Księżyc obserwowane w obserwatorium astronomicznym*, AA C14, 159, 1951.
- W. Dziewulski, *Zakrycia gwiazd przez Księżyc obserwowane w Obserwatorium Astronomicznym Toruń-Piwnice*, AA C5, 17, 1952 (obserwatorzy: H. Hutorowicz, C. Iwaniszewska, R. Rumińska, W. Dziewulski, H. Iwaniszewski, A. Lisicki).
- W. Dziewulski, *Zakrycia gwiazd przez Księżyc obserwowane w Obserwatorium Astronomicznym Toruń-Piwnice*, AA 7, 154, 1957 (obserwatorzy: W. Iwanowska, C. Iwaniszewska, H. Hutorowicz, R. Rumińska, R. Ampel, W. Dziewulski, S. Gąska, H. Iwaniszewski, A. Lisicki).
- L. Pieczyński, *Wyznaczenie współrzędnych geograficznych Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu M. Kopernika w Piwnicach*, St. II 1 = BO nr 17, 12, 1958.
- W. Dziewulski, *Historia Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu St. Batorego w Wilnie*, Studia i Materiały z Dziejów Nauki Polskiej, Seria C, z. 2, 29, 1959.
- B. But, *Rozkład ekscentryczności orbit gwiazd szybkich. Część I. Gwiazdy południowe*, St. III 3 = BO nr 25, 39, 1961.

- W. Dziewulski, *Rozkład ekscentryczności orbit gwiazd szybkich*. Część II. *Wszystkie gwiazdy*, St. III 3 = BO nr 25, 41, 1961.
- W. Wegner, *Ekstynkcja atmosferyczna w zakresach fotograficznym i fotowizualnym w Obserwatorium Astronomicznym w Piwnicach k. Torunia*, St. IV 1 = BO nr 34, 21, 1965.
- R. Głębocki, *Widmowe badania ekstynkcji atmosferycznej w Piwnicach*, St. IV 1 = BO nr 34, 29, 1965.
- J. Hanasz, *Obserwacje pasma międzygwiazdowego 4430 Å w malej dyspersji*, AA 15 1 = BO nr 36, 31, 1965.
- N. Maron, A. Strobel, *Efektywne długości fali systemów fotometrycznych używanych w Obserwatorium Toruńskim*, St. IV 3 = BO nr 41, 65, 1967.
- L. Zaleski, *Efektywność teleskopu Schmidta 60/90 cm w użyciu z przyzmatami obiektywowymi*. I. *Zasięg teleskopu i nakrywanie się widm*, St. IV 3 = BO nr 41, 59, 1967.
- L. Zaleski, *Efektywność teleskopu Schmidta 60/90 cm w użyciu z przyzmatami obiektywowymi*. Cz. II. *Głębokości linii*, St. IV 4 = BO nr 44, 19, 1968.
- J. Smoliński, *Efektywność teleskopu Schmidta 60/90 cm w użyciu z przyzmatami obiektywowymi*. Cz. III. *Szerokości równoważne linii*, St. IV 5 = BO nr 45, 35, 1970.
- W. Iwanowska, *Analiza spektrofotometryczna widm z przyzmatem obiektywowym*, Proc. of the Third Harvard-Smithsonian Conference on Stellar Atmospheres (Ed. O. Gingerich), M.I.T. Press, Cambridge, Mass., 43, 1969.
- R. Ampel, *Parametry Keplerowskie orbit galaktycznych gwiazd typów O i B*, St. IV 6 = BO nr 46, 49, 1970.
- W. Wegner, *Widmowe badania ekstynkcji atmosferycznej w Piwnicach*, St. V 1 = BO nr 49, 9, 1972.

DZIAŁ II. RADIOASTRONOMIA

1. Instrumenty

- S. Gorgolewski, J. Hanasz, H. Iwaniszewski, Z. Turło, *Interferometr logarytmiczno-periodyczny dla radioastronomii*, Bull. Acad. Pol. Sci. IX 9 = BO nr 26, 1961.
- S. Gorgolewski, *3-kanalowy korelacyjny system odbiorczy*, Bulletin of the Astronomical Institutes of Czechoslovakia 14, 110, 1963.
- H. Iwaniszewski, Z. Turło, *Dwuantenowy interferometr na*

- pasma 100-156 Mc/s*, Bulletin of the Astronomical Institutes of Czechoslovakia 14, nr 3, 1963.
- J. Hanasz, U. V. G. Rao, K. V. Sheridan, *Szerokopasmowy radiospektrograf słoneczny dla fal metrowych*, Transaction on Antennas and Propagation AP 14, 804, 1966.
- Z. Turło i in., *Radiowe pomiary kalibracyjne i kontrolne 140 stopowego radioteleskopu Narodowego Obserwatorium Radioastronomicznego w Green Bank w USA*, Internal Raport NRAC 1966.
- S. Gorgolewski, Z. Turło, J. Hanasz, M. Grączewski, L. Pabiś, H. Wełnowski, A. Kus, A. Wołoszczan, *Projekt wstępny aparatury odbiorczej ośrodka radioastronomii UMK*, 1968 Wydawnictwo wewnętrzne UMK.
- J. Hanasz, *Spektrograf do badania widm dynamicznych Słońca w paśmie 10 do 70 MHz*, Postępy Astronomii 18, 185, 1970

2. Słońce

- S. Gorgolewski, A. Hewish, *Nieregularna struktura korony słonecznej w ciągu lipca 1959*, The Observatory 80, 99, 1960.
- S. Gorgolewski, J. Hanasz, H. Iwaniszewski, Z. Turło, *Promieniowanie radiowe Słońca na częstotliwości 127 Mc/s w 1959 r.*, AA 12 1 = BO nr 28, 1962.
- S. Gorgolewski, J. Hanasz, H. Iwaniszewski, Z. Turło, *Badania interferometryczne zewnętrznych obszarów korony słonecznej na częstotliwości 32,1 Mc/s*, AA 12 4 = BO nr 31, 251, 1962.
- S. Gorgolewski, J. Hanasz, H. Iwaniszewski, Z. Turło, *Obserwacje zaćmienia Słońca w dniu 15 II 1961 na częstotliwościach radiowych*, Information Bulletin of the Solar Radio Observatories in Europe nr 9, 1962.
- S. Gorgolewski, *Obserwacje zakrycia Tau A przez zewnętrzną koronę Słońca*, Bulletin of the Astronomical Institutes of Czechoslovakia 14, III, 1963.
- S. Gorgolewski, *Radiowe obserwacje superkorony Słońca w latach 1961, 1962, 1963*, Biuletyn Informacyjny Komisji Międzynarodowej Współpracy Geofizycznej PAN nr 3, 1964.
- S. Gorgolewski, *Nowe obserwacje radiowe zewnętrznych obszarów korony słonecznej*, AA 15 3 = BO nr 40, 261, 1965.
- S. Gorgolewski, *Stan zewnętrzny korony Słońca między 1960 a 1964*, III Consult. on Solar Phys. and MHD Tatranska Lomnica 1964, Czechoslovak Academy of Sciences, Praha 1965.
- 82 S. Gorgolewski, J. Hanasz, Z. Turło, *O kształcie i orien-*

- tacji przestrzennej zewnętrznej korony Słońca, III Consult. on Solar Phys. and MHD Tatranska Lomnica 1964, Czechoslovak Academy of Sciences, Praha 1965.
- Z. Turło, *Położenia i natężenia radiowe słonecznych obszarów aktywnych, oparte na obserwacjach interferometrycznych*, III Consult. on Solar Phys. and MHD Tatranska Lomnica 1964, Czechoslovak Academy of Sciences, Praha 1965.
- Z. Turło, *Interferometryczne badanie radiowych centrów aktywnych na Słońcu*, teza doktorska 1965.
- S. Gorgolewski, *Badanie radiowe korony słonecznej*, Geod. Geophys. Veröff. RII, H. 13, 81, 1969.
- J. Hanasz, *Łańcuchy radiowych wybuchów słonecznych I typu*, Australian Journal of Physics 19, 635, 1966.
- S. Gorgolewski, B. Krygier, *Rozpraszanie koronalne na częstotliwości 32,5 MHz w pobliżu minimum i maksimum występowania plam słonecznych*, Geod. Geophys. Veröff. RII, H. 13, 87, 1969.
- B. Krygier, *Obserwacje refrakcji fal radiowych na dużej niejednorodności koronalnej*, Geod. Geophys. Veröff. RII, H. 13, 91, 1969.
- S. Gorgolewski, J. Hanasz, H. Iwaniszewski, A. Kaczor, A. Kus, Z. Turło, *Emisja radiowa Słońca: dane codzienne oraz niezwykle zjawiska dla 127 Mc/s (Toruń)*, Quarterly Bulletin on Solar Activity, wydawnictwo ciągłe od nr 124, 1962.

3. Różne

- S. Gorgolewski, *Rola radioastronomii w badaniach przestrzeni kosmicznej*, Proc. Space Research Warsaw June 4-10, 1963 North Holl. Publ. Co Amsterdam 852, 1964.
- S. Gorgolewski, *Zalety księżycowego obserwatorium radioastronomicznego*, Astronautica Acta, New Series 11, 126 i 130, 1965.
- S. Gorgolewski, *Księżycowe obserwatorium radioastronomiczne*, Proceedings of the First Lunar International Laboratory Symposium, Springer Verlag Wien-New York 78, 1966.
- Z. Turło, *Polaryzacja radioźródła Cygnus A na długości fali 1,95 cm*, Astrophysical Journal 150, L15, 1967.
- B. Krygier, *Zakrycie radioźródła Taurus A w 1969 r. przez koronę słoneczną*, AA 20 2 = BO nr 47, 149, 1970.
- S. Gorgolewski, *Prawdopodobne wykrycie termicznej emisji radiowej z Callisto na fali 3,5 mm*, Astrophys. Letters 7, 37, 1970.

1. Perturbacje

- W. Dziewulski, *Perturbacje wiekowe planetoidy (1474), wywołane działaniem ośmiu planet*, BO nr 3, 3, 1947.
- S. Szeligowski, *Perturbacje wiekowe planety „Amor” (1221), wywołane działaniem ośmiu wielkich planet*, BO nr 5, 3, 1948.
- W. Dziewulski, *Perturbacje wiekowe planetoidy (1474), wywołane działaniem ośmiu planet (Dodatek)*, BO nr 5, 11, 1948.
- W. Dziewulski, *Perturbacje wiekowe planetoidy (1009) Syreny, wywołane działaniem Marsa*, BO nr 7, 3, 1949.
- H. Gadzikowska, *Perturbacje wiekowe planetoidy (1009) Syreny, wywołane działaniem Wenusy*, BO nr 7, 6, 1949.
- H. Iwaniszewski, *Perturbacje wiekowe planetoidy (1009) Syreny, wywołane działaniem Neptuna*, BO nr 7, 7, 1949.
- W. Dziewulski, *Perturbacje wiekowe planetoidy (1009) Syreny, wywołane działaniem Merkurego, Ziemi, Jowisza, Saturna i Urana*, BO nr 7, 10, 1949.
- W. Dziewulski, *Perturbacje wiekowe planetoidy (1009) Syreny, wywołane działaniem ośmiu wielkich planet*, BO nr 7, 11, 1949.
- S. Gąska, *Perturbacje wiekowe malej planety (1134) Kepler, wywołane działaniem 9 wielkich planet*, St. III 3 = BO nr 25, 1, 1961.
- T. Boenigk, *Libracje peribeliów małych planet*, St. III 3 = BO nr 25, 21, 1961.
- T. Boenigk, *O libracji długości peribeliów małych planet. II*, St. III 4 = BO nr 27, 39, 1962.
- S. Gąska, *Ruch komety periodycznej 1906 IV w okresie 1939–1945*, St. IV 1 = BO nr 34, 1, 1965.

2. Małe ciała układu planetarnego

- S. Gąska, *Statystyka orbit małych planet. Cz. II. Elipsoida peribeliów*, Postępy Astronomii 14, 129, 1966.
- S. Gąska, *O możliwym wspólnym pochodzeniu małych planet, komet i meteorów*, Symposium No 45 IAU Leningrad 1970.
- S. Gąska, *Statystyczne badanie elementów orbit małych planet z uwzględnieniem ich pochodzenia*, St. IV 5 = BO nr 45, 1, 1970.
- S. Gąska, *Statystyczne badanie elementów orbit meteorów. Część I*, St. IV 5 = BO nr 45, 21, 1970.
- 84 L. Adamiak, S. Gąska, K. Wiercioch, *Statystyczne ba-*

дания элементів орбит метеорів. Ча́сть II, Ст. V I = BO nr 49, 21, 1972.

- S. Gąska, *Związek między elementami orbitalnymi małych planet i meteorów*, St. V I = BO nr 49, 29, 1972.

3. Różne

- S. Gąska, *Periodyczne orbity sztucznych satelitów Ziemi wyznaczone metodą Lapunowa-Duboszina*, Biuletyn Polskich Obserwacji Sztucznych Satelitów Ziemi nr 10, 26, 1964.
- S. Gąska, *O zbieżności szeregów periodycznych typu Lapunowa-Duboszina*, Sprawozdania z konferencji satelitarnej w Krakowie, 1966.

Ponadto wydrukowane zostały także skrypty dla studentów:

- A. Lisicki, *Astronomiczne podstawy geografii*, Wydawnictwa UMK, 1958.
- C. Iwaniszewska, *Zbiór zadań ze statystyki wraz z rozwiązaniami*, Wydawnictwa UMK, 1969; wyd. 2, 1971.
- C. Iwaniszewska, *Matematyka dla biologów*, Wydawnictwa UMK, 1966; wyd. 2, 1971.
- W. Iwanowska, A. Woszczyk, *Astrofizyka obserwacyjna. Cz. 1. Metody badawcze astrofizyki*, PWN 1972.

KSIĄŻKI I ARTYKUŁY POPULARNONAUKOWE

1. Książki

- W. Iwanowska, *Budowa gwiazd*, Warszawa 1947.
- S. Szeligowski, *Komety i meteory*, Warszawa 1947.
- A. Lisicki, *Zaćmienia i ich przewidywania*, Warszawa 1953.
- W. Iwanowska, *Radioastronomia*, Warszawa 1957.
- S. Gorgolewski – tłumaczenie z języka angielskiego książki A. C. Smitha i T. D. Carra, *Badania radiowe układu planetarnego*, Warszawa 1968.
- C. Iwaniszewska, *Astronomia Mikołaja Kopernika*, Biblioteczka Kopernikańska TNT nr 8. Toruń 1971.
- Astronomia w Toruniu, mieście Mikołaja Kopernika*, praca zbiorowa pod red. C. Iwaniszewskiej, Biblioteczka Kopernikańska TNT nr 10. Toruń 1972.

- Astronomia w Toruniu – mieście rodzinnym Mikołaja Kopernika*, pod red. C. Iwaniszewskiej, Biblioteczka Kopernikańska TNT. Wersja obcojęzyczna (angielska) nr 2. Toruń 1972.
- A. Stawikowski, *Wszechświat Kopernika a kosmologia współczesna*, Biblioteczka Kopernikańska nr 11 (w druku).
- W. Iwanowska, *Astronomia współczesna*, Biblioteczka Kopernikańska nr 12 (w druku).
- A. Woszczyk, *Instrumenty Kopernika a współczesne narzędzia obserwacyjne*, Biblioteczka Kopernikańska nr 14 (w druku).

2. Artykuły

- W. Dziewulski, W. Iwanowska, *Sprawozdanie z działalności Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu M. Kopernika w Toruniu*, Sprawozdania Polskiego Towarzystwa Astronomicznego z. 2, 8, 1951.
- W. Iwanowska, *Fluorescencja w astronomii*, Postępy Fizyki 3, 349, 1952.
- W. Iwanowska, *Radiowe widmo atomu wodoru w astronomii*, Postępy Fizyki 4, 67, 1953.
- W. Iwanowska, *Występowanie pierwiastków chemicznych we Wszechświecie*, Sprawozdania Polskiego Towarzystwa Astronomicznego z. 4, 10, 1953.
- W. Iwanowska, *Ewolucja gwiazd*, Postępy Astronomii 2, 9, 1954.
- W. Iwanowska, *Prace nad zagadnieniem cech fizycznych podsystemów gwiazdnych, prowadzone w ośrodku toruńskim*, Postępy Astronomii 3, 14, 1955.
- W. Dziewulski, *Dwóchsetna rocznica urodzin Jana Śniadeckiego*, Urania 27, 232, 1956.
- W. Iwanowska, *Podstawowe wiadomości z astronomii*, [w:] *Wstęp do nauk geologicznych*, red. E. Passendorfer, Warszawa 1956; wyd. 2, 1968.
- W. Dziewulski, W. Iwanowska, *Katedry astronomii i astrofizyki*, [w:] *Uniwersytet M. Kopernika 1945-1955*, Warszawa 1957.
- W. Iwanowska, *Alchemia kosmiczna*, Urania 28, 291, 1957.
- A. Woszczyk, *Obserwatorium de Haute-Provence (teleskop 193 cm)*, Urania 29, 357, 1958.
- W. Iwanowska, *Perspektywy rozwoju astronomii*, Nauka Polska 7, 179, 1959.
- 86 A. Woszczyk, *Astronomia w Polsce*, Ciel et Terre 75, 108, 1959.

- A. Woszczyk, *Observatorium de Haute-Provence*, *Urania* 30, 8, 1959.
- W. Iwanowska, *Radioastronomia. Problematyka rozwoju w Polsce*, *Nauka Polska* 9, 17, 1961.
- R. Ampel, C. Iwaniszewska, *Gęstość gwiazd i ośrodki międzygwiazdowy w Drodze Mlecznej*, *Postępy Fizyki* 13, 353, 1962.
- A. Woszczyk, *O kometach*, *Urania* 33, 130, 1962.
- A. Woszczyk, *Współczesna astronomia francuska*, *Urania* 33, 11, 1962.
- W. Iwanowska, *Teleskop Schmidta-Cassegraina w Polsce*, *Nauka Polska* 11, 95, 1963.
- W. Iwanowska, *Teleskop Schmidta-Cassegraina 600/900/1800/13500*, *Postępy Astronomii* 11, 227, 1963.
- A. Woszczyk, *Astronomia w mieście Kopernika*, *Urania* 34, 130, 1963.
- A. Woszczyk, *Uruchomienie teleskopu Schmidta-Cassegraina w Obserwatorium w Piwnicach*, *Urania* 34, 2, 1963.
- R. Głębocki, J. Smoliński, *Warunki obserwacyjne w Piwnicach w 1963 r.*, *Postępy Astronomii* 12, 261, 1964.
- W. Iwanowska, *Sześć lat badania przestrzeni kosmicznej*, *Problemy* 9, 146, 1964.
- Z. Turło, *Badanie dokładności chodu zegara kwarcowego TKH 1*, *Postępy Astronomii* 12, 117, 1964.
- A. Woszczyk, *Europejska Organizacja Badań Przestrzeni (ESRO)*, *Urania* 35, 258, 1964.
- Z. Turło, *Identyfikacja radioźródeł o małych wymiarach katowych z nowym typem obiektów pozagalaktycznych*, *Postępy Astronomii* 13, 31, 1965.
- A. Woszczyk, *O widmach komet*, *Postępy Astronomii* 13, 181, 1965.
- S. Grudzińska, *Zmiany blasku komet i ich związek z aktywnością Słońca*, *Biuletyn Informacyjny Komitetu Międzynarodowej Współpracy Geofizycznej PAN nr 1 (44)* 52, 1966.
- A. Stawikowski, *Problem litu*, *Postępy Astronomii* 16, 139, 1966.
- J. Krempeć, *Wyznaczanie dat i intensywności maksimów plam na Słońcu*, *Urania* 38, 209, 1967.
- S. Grzędzielski, J. Kubikowski, A. Stawikowski, *Rozwój astrofizyki w najbliższych dwudziestu latach*, *Postępy Astronomii* 15, 141, 1967.
- S. Gorgolewski, *Ważniejsze osiągnięcia radioastronomii w ostatnich latach*, [w:] C.F.G. Overhage, *Wiek elektroniki*, Biblioteka Problemów, 1963.

- Ś. Gorgolewski, *Grupa radioastronomiczna Uniwersytetu M. Kopernika*, Solar Physics 3, 357, 1968.
- A. Kus, *Radiowe obserwacje Słońca w Obserwatorium Toruńskim*, Postępy Astronomii 16, 343, 1968.
- A. Kus, *Radiowa aktywność Słońca w roku 1967*, Urania 39, 352, 1968.
- A. Woszczyk, *Eppur si muove*, Świat, 12, 1968.
- A. Stawikowski, K. Stępień, *Teleskopy typu Ritcheya-Chrétiena*, Postępy Astronomii 17, 123, 1969.
- A. Kus, *Radiowa aktywność Słońca w 1968 roku*, Urania 40, 152, 1969.
- A. Kus, *Radiowe obserwacje zaćmienia Słońca z dnia 22 września 1968 r. w Obserwatorium Toruńskim*, Urania 40, 212, 1969.
- R. Głębocki, *Superpowolne nowe*, Postępy Astronomii 18, 59, 1970.
- R. Głębocki, *O konstrukcji charakterystyki kliszy*, Postępy Astronomii 18, 315, 1970.
- W. Iwanowska, *Informacja o Uniwersyteckim Ośrodku Astronomii w Toruniu*, Postępy Astronomii 18, 109, 1970.
- J. Krełowski, *Ogrzewanie korony słonecznej*, Postępy Astronomii 18, 19, 1970.
- Z. Turło, J. Hanasz, *Zastosowanie maszyn cyfrowych do spektrofotometrycznego opracowania widm gwiazd*, Postępy Astronomii 18, 181, 1970.
- L. Zaleski, *Pulsary*, Urania 41, 80, 1970.
- W. Iwanowska, *XIV Kongres Międzynarodowej Unii Astronomicznej w Brighton, Anglia, 18-27 sierpnia 1970*, Nauka Polska XIX, nr 2, 1971.
- J. Krełowski, *Gwiazdy typu R Coronae Borealis*, Postępy Astronomii 20, 23, 1972.
- J. Krempeć, B. Krygier, *Jednorodne izotropowe modele wszechświata promienistego*, Postępy Astronomii 20, 67, 1972.
- B. Krygier, J. Krempeć, *Symetria materii i antymaterii we Wszechświecie*, Urania 43, 21, 1972.
- N. Maron, *Gwiazdy węglowe*, Urania 43, 3, 1972.
- A. Burnicki, *Wspomnienie o profesorze Władysławie Dziewulskim*, Rocznik Toruński 7, 1972.
- S. Gąska, *O matematyce Mikołaja Kopernika*, Rocznik Toruński 7, 1972.
- A. Strobel, *Geneza teorii heliocentrycznej Mikołaja Kopernika*, Rocznik Toruński 7, 1972.
- W. Iwanowska, *Mikołaj Kopernik*, Problemy Polonii Zagranicznej (w druku).

SPIS TREŚCI

	str.
Wstęp	5
Warsztat współczesnej astronomii	7
Z historii rozwoju toruńskiego ośrodka astronomicznego	11
Powstanie ośrodka astronomicznego w Toruniu	11
Obserwatorium Astronomiczne	11
Studia astronomiczne	15
Dalszy rozwój Obserwatorium	18
Współpraca z zagranicą	19
Profesor Władysław Dziewulski (1878–1962) pierwszy kierownik Obserwatorium Astronomicznego UMK	20
Praca naukowa	25
Ramy organizacyjne	25
Wyposażenie optyczne Obserwatorium Astronomicznego	25
Astrofizyka i astronomia gwiazdowa	36
Radioastronomia	50
Mechanika nieba	62
Popularyzacja astronomii	67
Prace opublikowane	69

Fotografie i rysunki zamieszczone w pracy wykonali: A. Czarnecki 5, 11 i 12; O. Gałdyński 13 i 14; J. Gardzielewska 1, 24, 30 i 40; S. Grudzińska 6 i 25; B. Krygier 16–18, 31 i 34; A. Woszczyk 2–4, 7–10, 15, 19–23, 26–29, 32, 33, 35–39 i 41.



10,-

Biblioteka Główna UMK



300042872745

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE
ODDZIAŁ W POZNANIU, 1972

Wydanie I. Nakład 19 850+150 egz. Ark. wyd.
4,75. Ark. druk. 5,625. Papier ilustr. III kl.
80 g, 82×104. Podpisano do druku 23 VI 1972 r.
Druk ukończono w lipcu 1972 r. Zam. 2373 E-15
Cena zł 14,-

ZAKŁADY GRAFICZNE W TORUNIU



W ramach „Biblioteczki Kopernikańskiej”, wydawanej przez Towarzystwo Naukowe w Toruniu dla uczczenia pięćsetnej rocznicy urodzin Mikołaja Kopernika, ukazały się już:

KAROL GÓRSKI

*Dom i środowisko rodzinne Mikołaja
Kopernika*

BOHDAN RYMASZEWSKI

Toruń w czasach Kopernika

WALDEMAR VOISE

*Mikołaj Kopernik – dzieje jednego
odkrycia*

STEFAN CACKOWSKI

Mikołaj Kopernik jako ekonomista

MARIAN BISKUP

Działalność publiczna Mikołaja Kopernika

LEONARD JARZĘBOWSKI

Biblioteka Mikołaja Kopernika

JERZY DOBRZYCKI

Astronomia przedkopernikowska

CECYLIA IWANISZEWSKA

Astronomia Mikołaja Kopernika

ZENON NOWAK

*Kultura umysłowa Prus Królewskich
w czasach Kopernika*

Biblioteka
Główna
UMK Toruń

91821
91821