

T. Zbigniew Dworak

Kraków - centrum obserwacji gwiazd zaćmieniowych

Prace Komisji Historii Nauki Polskiej Akademii Umiejętności 5, 5-29

2003

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

T. Zbigniew DWORAK

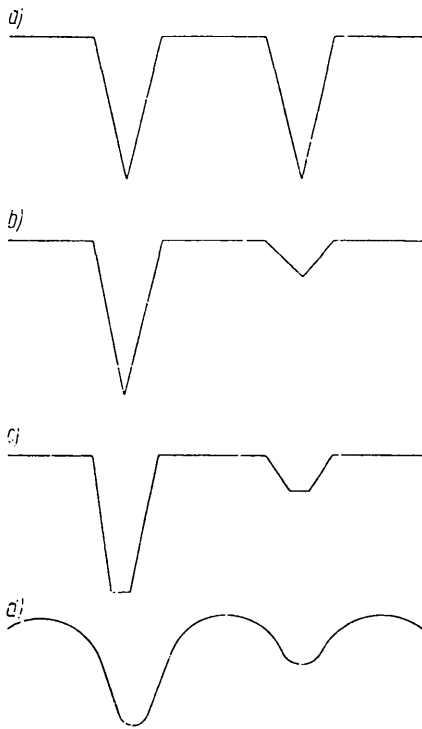
KRAKÓW – CENTRUM OBSERWACJI GWIAZD ZACMIENIOWYCH*

Wprowadzenie

Pierwsze gwiazdy zmienne zaćmieniowe odkrył pod koniec XVIII w. młody, niespełna dwudziestoletni astronom-amator John Goodricke (1764–1786). Były to: β *Persei* (1782) oraz β *Lyrae* (1784) – dwie dość jasne gwiazdy na północnej półkuli nieba (odpowiednio wielkości gwiazdowe 2,1^m i 3,4^m w maksimum jasności¹). Okazało się to kolejnym ciosem dla starożytnych wyobrażeń „gwiazd stałych” – zarówno co do ich położenia, jak i co do jasności. Jednak w przypadku β *Per* wydaje się, że już astronomowie arabscy wiedzieli, iż gwiazda ta zmienia swoją jasność, na co wskazywałaby jej zlatynizowana nazwa – Algol (*al-Ghul*) – Demon. Nie jest to nieprawdopodobne, ponieważ można rzeczywiście nieuzbrojonym okiem zobaczyć jej regularne zmiany jasności aż o ponad jedną wielkość gwiazdową. Wiadomo także, iż w 1672 r. zmiany jasności Algola dostrzegł Geminiano Montanari (1633–1687) z Padwy, a ponad pół wieku później – Giacomo Filippo Maraldi (1665–1729) i Christfried Kirch. Jednak dopiero Goodricke podał poprawną interpretację zmian jasności Algola (a potem także β *Lyr*): przyczyną obserwowanych okresowych zmian jasności jest przesłanianie (zaćmienie) głównej – jaśniejszej – gwiazdy przez znacznie słabszy drugi składnik. Tę hipotezę poparł po pewnym czasie William

¹)Praca została wykonana w ramach badań własnych AGH, nr umowy 10.10.150.604.

¹ Wielkość gwiazdowa $m = -2,5 \log I + C$, gdzie I jest natężeniem promieniowania, a stała C wyznacza punkt zerowy skali wielkości. Różnicy 5 wielkości gwiazdowych odpowiada stukrotny stosunek natężeń intensywności promieniowania.



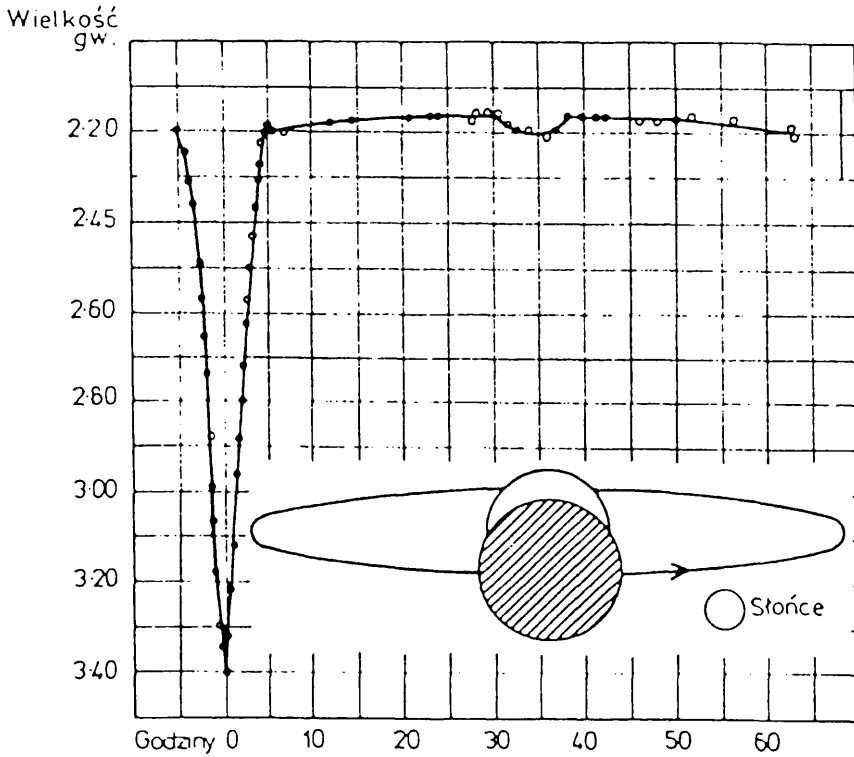
Rys. 1 Schematyczne przedstawienie krzywych zmian jasności gwiazd zmiennych zaćmieniowych.

Herschel (1738–1822) – odkrywca Urana, zaś została ona w całej rozciągłości potwierdzona ponad sto lat później, kiedy to Herman C. Vogel (1841–1907) udowodnił w 1889 r., obserwując widmo (czyli zależność natężenia promieniowania od długości fali promieniowania) Algola, że jest on gwiazdą spektroskopowo podwójną. Są to takie układy, które optycznie widać jako pojedynczy obiekt, ale w trakcie obserwacji spektralnych okazuje się, iż widoczne są dwa widma. W dodatku linie spektralne jednego widma przemieszczają się względem linii drugiego, co oznacza, że składniki układu obiegają się nawzajem. Składniki układu zaćmieniowego obiegają siebie po orbicie, której płaszczyzna leży dokładnie (lub niemal dokładnie) w płaszczyźnie widzenia. Wobec tego jedna gwiazda przesłania od czasu do czasu drugą z okresem P równym okresowi obiegu orbitalnego. Kiedy składnik o mniejszej jasności powierzchniowej

zaćmiewa gwiazdę o większej jasności powierzchniowej, to mówimy, że występuje wtedy tzw. minimum główne (min. I). Gdy zaś jaśniejszy powierzchniowo składnik przesłania słabszy, to obserwujemy tzw. minimum wtórne (min. II) o mniejszej głębokości. Jeśli orbita jest kołowa, to minimum wtórne dzieli od głównego dokładnie pół okresu. Dla każdego układu zaćmieniowego można określić krzywą jasności, czyli zależność zmiany wielkości gwiazdowej od czasu. Schematyczne krzywe jasności układów zaćmieniowych przedstawia rys. 1.

Typy gwiazd zmiennych zaćmieniowych

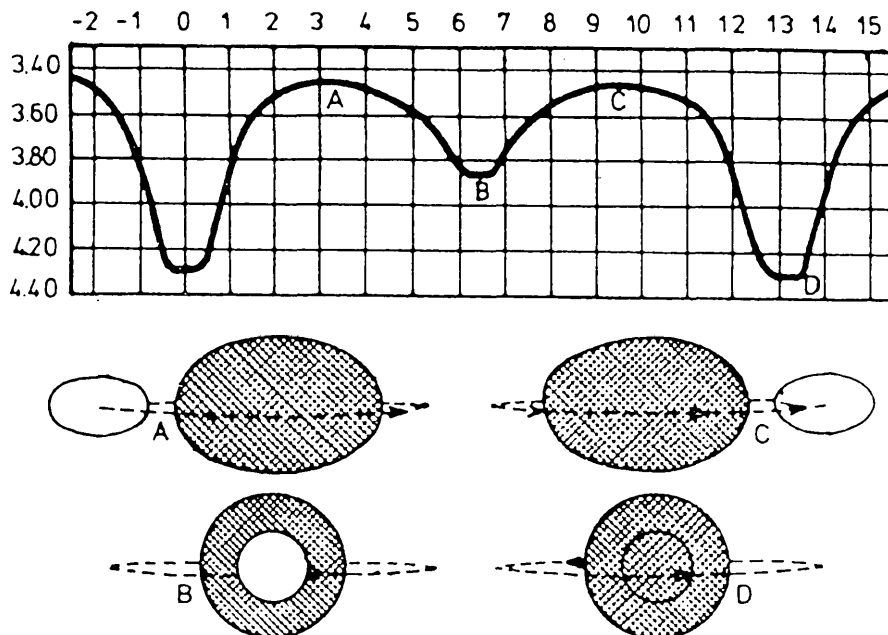
Już John Goodricke zaproponował, żeby Algol posłużył jako prototyp dla określonej grupy gwiazd zmiennych zaćmieniowych, zwanych obecnie aligidami. Niestety, zmarł on w wieku 22 lat – i chociaż także *Beta Lyrae*

Rys. 2. Krzywa zmian jasności Algola – β Per.

została później przedstawicielką drugiego typu układów zaćmieniowych, to nie jemu przypadło prowadzić dalsze ich obserwacje. Nawet pierwszy katalog gwiazd zmiennych, zawierający zaledwie 12 obiektów, ułożył w 1786 r. Edward Pigott (1750–1807).

Algolidy (oznaczane też w katalogach skrótem EA – E od *eclipsing*: zaćmieniowa), których typowym przedstawicielem jest β Per, charakteryzują się głębokim minimum głównym i nieznacznym, płytkim minimum wtórnym, co ilustrują rys. 1 b i rys. 2. Sam Algol stanowi układ, w którym składnik jaśniejszy jest niebieską gwiazdą wczesnego typu widmowego (B7,7 Ve) o temperaturze efektywnej 11 500 K, jasności absolutnej² $M = 0^M$, promieniu $R = 3R_{\odot}$ i masie $M = 3,7M_{\odot}$ (w jednostkach słonecznych), natomiast słabszy składnik jest czerwonym olbrzymem późniejszego typu widmowego (G8 III) o temperaturze efektywnej 4 100 K, jasności ab-

² Jasność absolutna jest to jasność gwiazdy przeniesionej do odległości 10 parseków.

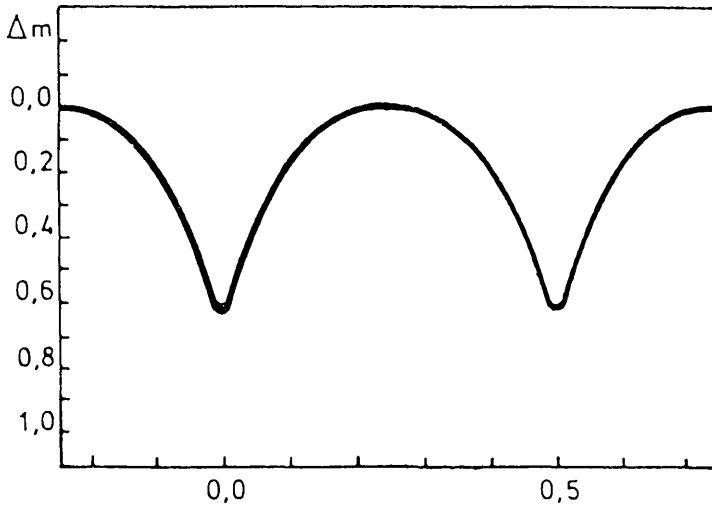


Rys. 3. Krzywa schematyczna zmian jasności i układy gwiazd β Lyr.

solutnej $M = 4,2M_{\odot}$, promieniu $R = 4R_{\odot}$ i masie $M = 0,8M_{\odot}$. Okres obiegu, czyli zarazem odstęp czasu między dwoma kolejnymi głównymi minimummi, wynosi 2,86732442 doby. Układ ten (w którego skład wchodzi jeszcze jedna gwiazda!) jest odległy od Słońca o 90 lat świetlnych, a więc znajduje się względnie blisko.

Algolidy stanowią rozległą klasę gwiazd zmiennych zaćmieniowych o okresach obiegu od około 1 doby do kilkuset dób, a nawet kilkunastu lat. Jeśli orbita układu leży dokładnie w płaszczyźnie widzenia, to wtedy mamy do czynienia z zaćmieniami centralnymi. Przy znacznej różnicy jasności powierzchniowych i różnych średnicach gwiazd mamy do czynienia z bardzo głębokim minimum głównym i z występowaniem tzw. płaskiego dna w obu minimumch (rys. 1c). Inaczej – podczas minimum głównego jest widoczny tylko słaby składnik układu. Pozwala to na precyzyjne określenie wielkości gwiazdowych obu składników oraz ich rozmiarów.

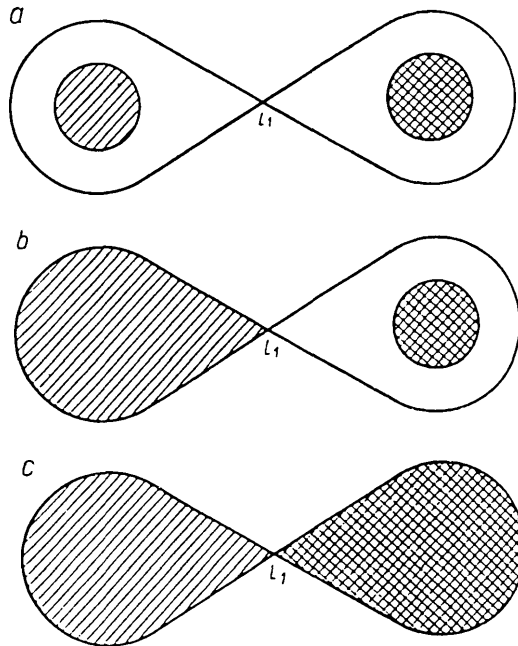
Do algolidów bywają również zaliczane układy o jednakowych składnikach – pod względem jasności, rozmiarów i typu widmowego – ale dość odległych od siebie. Wtedy minimum wtórne jest tej samej głębokości, co i główne, a kiedy jeszcze zaćmienia są centralne, to głębokości minimumów mogą wynosić tylko $0,75^m$ (rys. 1a).



Rys. 4. Krzywa zmian jasności zmiennej zaćmieniowej typu W Ursae Maioris.

Drugim rodzajem gwiazd zmiennych zaćmieniowych są układy typu *Beta Lyrae* (oznaczane też w katalogach jako *EB*). Składniki tego układu to gwiazdy elipsoidalnego kształtu, tak iż zmiany jasności zachodzą nie tylko na skutek zaćmień (przy czym minimum wtórne jest bardzo wyraźne), lecz również z tego powodu, że widzimy zmieniającą się ich powierzchnię – brak jest zatem stałej jasności. Przebieg jej zmian ilustruje rys. 3. W maksimum jasność β *Lyr* wynosi $3,35^m$, w minimum I – $4,36^m$, a w minimum II – $3,85^m$. Jaśniejszy składnik jest błękitnym nadolbrzymem (typu widmowego B8 ep II) o temperaturze efektywnej ok. 13 300 K, jasności absolutnej minus $2,5^M$, promieniu około $11 R_{\odot}$ i masie prawie $7,7 M_{\odot}$. Słabszy składnik może być gwiazdą prawdopodobnie typu widmowego B o temperaturze efektywnej wynoszącej około 10 000 K, jasności absolutnej minus $1,4^M$, promieniu około $6 R_{\odot}$ i masie ok. $9 M_{\odot}$. Okres obiegu wynosi 12,9081 doby. Brak jest jednak ostatecznego modelu β *Lyr*. Okresy orbitalne (a zarazem okresy zmienności) dla układów zaćmieniowych typu β *Lyr* (*EB*) wynoszą zazwyczaj ponad jedną dobę, a niekiedy nawet kilka miesięcy. W tych układach mogą również występować dyski akrecyjnej materii.

Trzecim rodzajem gwiazd zmiennych zaćmieniowych są gwiazdy typu *W Ursae Maioris* (*W UMa* albo *EW*), od nazwy głównego przedstawiciela tej grupy. W 1920 r. Walter Sidney Adams (1876–1956) oraz Alfred Harrison Joy (1882–1973) stwierdzili, że gwiazda ta jest spektroskopowo podwójna. Natomiast zmienność jej jasności stwierdzili: Harlow Shapley (1882–1972) i van der Bilt. Krzywa zmian jasności gwiazd typu *W UMa* charakteryzuje się niemal jednakowymi głębokościami obu minimów i również – jak dla



Rys. 5. Schemat klasyfikacji Kopala zwartych układów podwójnych: (a) układ rozdzielony, (b) układ półrozdzielony, (c) układ kontaktowy. L_1 – wewnętrzny punkt Lagrange'a, przez który może przepływać materia, jeżeli skład wypełnia sobą sferę Roche'a, to jest powierzchnię jednakowego potencjału grawitacyjnego wspólną dla obu składników.

gwiazd typu *EB* – brakiem stałej jasności (rys. 4). Głębokości min. I i min. II tych układów zaćmieniowych bardzo rzadko przekraczają $0,8^m$, podczas gdy dla układów typu *EA* (oraz niektórych typu *EB*) spadek jasności w minimum głównym może wynosić nawet kilka wielkości gwiazdowych! Gwiazdy typu *W UMa* nazywa się również „gwiazdami w kontakcie” albo układami zwartymi, ponieważ ich składniki niemal stykają się w tzw. wewnętrznym punkcie Lagrange'a L_1 (rys. 5c), tworząc jakby swoiste hantle. Klasyfikację tę wprowadził 50 lat temu Zdeněk Kopal (1914–1993), wyróżniając oprócz tego układy rozdzielone – do których należy większość algolidów (*EA*), układy półrozdzielone – do których należy część algolidów oraz część gwiazd typu *Beta Lyrae* (Rys. 5a, b) i układy zwarte – do nich należą niektóre układy *EB* i wszystkie układy *EW*; (zob. też [9]).

Składniki *W Ursae Majoris* to dwie niemal jednakowe gwiazdy typu widmowego $F_6 V_p$ i $F_8 V_p$, czyli nieco gorętsze od Słońca. Obiegają się one z okresem $0,333638$ doby. Jasność zmienia się w tym samym okresie od $7,75^m$ do $8,48^m$ w minimum I, a w minimum II wynosi $8,43^m$. Oznacza

to, iż zaćmienia są prawie centralne, a składniki układu tylko nieznacznie się różnią rozmiarami i jasnością.

Gwiazdy rodzaju *W UMa* stanowią rzeczywiście zwartą grupę – mają przeważnie widma od typu *F* do *M*, a okresy ich obiegu są krótsze od jednej doby.

Istnieje też np. ciekawa grupa długookresowych gwiazd zmiennych zaćmieniowych, nazywanych niekiedy typem ζ *Aurigae*. Składniki tych układów należą do zupełnie różnych typów widmowych i klas jasności. Ponadto część układów podwójnych stanowią gwiazdy zmienne elipsoidalne [9].

Preludium krakowskich obserwacji gwiazd zmiennych

Dokładnie w połowie XIX w., bo w 1850 r., Friedrich Wilhelm August Argelander (1799–1875) opublikował katalog wszystkich podówczas znanych gwiazd zmiennych – nie tylko zaćmieniowych – zawierający zaledwie 24 obiekty. Również Argelander zaproponował system oznaczania gwiazd zmiennych w danej konstelacji, stosowany w astronomii do dziś. Ponadto opracował pomysłówą i łatwą metodę obserwacji wizualnych gwiazd zmiennych (w tym także zaćmieniowych), udoskonaloną potem przez odkrywcę gwiazd spektroskopowo podwójnych i twórcę teorii układu Algola Edwarda Charlesa Pickeringa (1846–1919), Alberta Nijlanda (1868–1936) i Siergieja Nikołajewicza Błażkę (1870–1956), który ponadto podał w 1912 r. ogólną teorię układów zaćmieniowych – algolidów.

Warto jeszcze dodać, iż to właśnie Argelander zainicjował akcję obserwacji gwiazd zmiennych przez miłośników astronomii. Dzięki niej oraz dzięki powszechnemu zastosowaniu do obserwacji w II połowie XIX stulecia metod fotograficznych znano w 1889 r. już 225 gwiazd zmiennych. Jedną z nich – *R Crv* – została odkryta w 1868 r. w Obserwatorium Krakowskim przez jego dyrektora Franciszka Karlińskiego (1830–1906). Nie miało to jednak wtedy żadnych jeszcze następstw dla programu naukowego jednego z najstarszych w Polsce uniwersyteckiego obserwatorium astronomicznego [28, 39].

Na początku ubiegłego wieku dyrektorem Obserwatorium Uniwersytetu Jagiellońskiego został wybitny uczony Maurycy Pius Rudzki (1862–1916), który między innymi dbał również o prowadzenie obserwacji gwiazd zmiennych, chociaż nadal nie był to główny temat prac badawczych ośrodka krakowskiego – zwłaszcza ze względu na bardzo skąpe podówczas wyposażenie Obserwatorium w instrumenty, właściwie tylko w 11,6 cm refraktor Mertza (Rys. 6).

W 1919 r. Gustav Müller (1851–1925) i Ernst Hartwig (1851–1923) opublikowali nowy katalog ponad półtora tysiąca gwiazd zmiennych, a wśród



Rys. 6. 11.6 cm refraktor Mertza z Obserwatorium Krakowskiego. (Fot. J. W. Mietelski).

nich były 153 układy zaćmieniowe – 131 gwiazd typu Algola oraz 22 gwiazdy typu *Beta Lyrae*.

Wiosną tegoż roku dyrektorem Obserwatorium Krakowskiego i kierownikiem Katedry Astronomii UJ został prof. Tadeusz Banachiewicz (1882–1954), który od razu podjął intensywne starania o rozszerzenie programu obserwacyjnego oraz powiększenie instrumentarium w celu podniesienia poziomu naukowego prac astronomicznych [20]. Głównym zadaniem no-

wego programu naukowego miały być **obserwacje wizualne gwiazd zmiennych zaćmieniowych**, których celem początkowo miało stać się wyznaczenie momentów minimów ich jasności i – co za tym idzie – okresów P tych zmian.

Decyzja powyższa została podjęta przede wszystkim ze względów pragmatycznych. Wobec skąpego podówczas wyposażenia Obserwatorium Krakowskiego w instrumenty optyczne tylko program systematycznych obserwacji wizualnych specjalnie wybranej grupy gwiazd miał głębszy sens naukowy. Sam Banachiewicz, chociaż bardziej może był teoretykiem niż obserwatorem, zwykł był mawiać, trawestując maksymę Kartezjusza: *observo, ergo sum*. Co więcej, wizualne obserwacje jasności gwiazd zmiennych zaćmieniowych mogli również – oprócz astronomów zawodowych – z powodzeniem prowadzić miłośnicy astronomii, do czego (jak to wspomiano) wzywał już w 1844 r. sam Argelander.

Znaczenie naukowe układów zaćmieniowych

Innym, nie mniej ważnym powodem podjęcia obserwacji takich układów jest to, że zmienne zaćmieniowe są jedynymi układami podwójnymi, dla których można wyznaczać pełny komplet ich absolutnych parametrów geometryczno-fizycznych – nie tylko masy (na przykład w jednostkach mas Słońca), lecz również bezwzględne wartości rozmiarów gwiazd-składników. Do niedawna była to np. niemal jedyna dokładna metoda określania średnic gwiazd. Stąd bierze się to niezwykle znaczenie układów zaćmieniowych dla astrofizyki, a także dla astronomii gwiazdowej. Ponadto, badając zmiany okresu jasności, można wykryć w układzie obecność np. trzeciego ciała (jak w przypadku chociażby Algola) albo inne zjawiska fizyczne zachodzące w układzie zaćmieniowym.

Oczywiście samo wyznaczenie momentów minimów nie jest jeszcze wystarczające do określenia geometrycznych i fizycznych parametrów gwiazd-składników układów. Konieczne jest jeszcze wyznaczenie krzywej jasności (co później także stało się celem krakowskich obserwacji gwiazd zmiennych zaćmieniowych) oraz przeprowadzenie obserwacji spektrofotometrycznych widm składników takiej gwiazdy podwójnej, czym zajmują się wyspecjalizowane obserwatoria. Dopiero ten pełny komplet danych obserwacyjnych i tzw. rektyfikacja krzywej jasności pozwalają na określenie parametrów absolutnych układu zaćmieniowego. Niemniej jednak właśnie okres zmian jasności – będący zarazem okresem ruchu orbitalnego składników układu – wyznaczany z momentów obserwowanych minimów jasności gwiazd zmiennych zaćmieniowych, stanowi

podstawowy oraz niezbędny parametr takiego układu. Mając wymieniony wyżej komplet danych obserwacyjnych i wypisując następujący układ równań:

$$M_1(1 + \alpha) = 76,6 A^3/P^2 - \text{uogólnione III prawo Keplera,}$$

$$\alpha = M_2/M_1 = K_1/K_2 - \text{stosunek mas składników,}$$

$$L = R^2/T^4 - \text{prawo Stefana-Boltzmann'a (dla każdego składnika),}$$

$$L = M^\beta - \text{zależność masa-jasność (dla każdego składnika),}$$

$$R_1 = Ar_1, R_2 = Ar_2 - \text{zależności pomiędzy promieniami absolutnymi } R_1 \text{ i } R_2 \text{ a tzw. promieniami względnymi } r_1 \text{ i } r_2 \text{ każdego składnika;}$$

i gdzie ponadto: A – odległość między składnikami (w promieniach Słońca R_\odot), M_1 – masa masywniejszego składnika (w M_\odot), M_2 – masa mniej masywnego składnika (także w M_\odot), K_1 i K_2 – połowy amplitud zmian prędkości radialnych obu składników (w [km/s!]) wyznaczane z obserwacji spektralnych, wykładnik $\beta \approx 4$, L – tzw. jasność bolometryczna (całkowita) każdego składnika ($M_b = -2,5 \lg L$), T – temperatura efektywna dla każdej gwiazdy – można nie tylko określić wspomniane, ważne dla astrofizyki, parametry geometryczno-fizyczne układu, ale również jego odległość od Słońca, czyli położenie takiego układu w Galaktyce. Można zatem – co jest niezwykle ważne w astronomii gwiazdowej – badać rozmieszczenie tych układów w przestrzeni.

Dodajmy jeszcze – wybiegając nieco do przodu – iż w latach sześćdziesiątych XX w. okazało się, że zjawisko gwiazdy nowej powstaje właśnie w ciasnych układach podwójnych, w których jednym ze składników jest biały karzeł, co m.in. stwierdził polski astronom Wojciech Krzemiński.

Początki krakowskich obserwacji gwiazd zaćmieniowych

W r. 1920 Banachiewicz zainicjował obserwacje wizualne gwiazd zmiennych zaćmieniowych, dokonując ocen zmian jasności właśnie β Per. Jednocześnie, bo w tym samym roku, ukazał się pierwszy numer *Okólnika Obserwatorium Krakowskiego*, w którym publikowano m.in. obserwowane momenty minimów. *Okólnik...* stał się poniekąd zwiastunem polskich periodyków astronomicznych. W 1922 r. Tadeusz Banachiewicz rozpoczął wydawać *Rocznik Astronomiczny Obserwatorium Krakowskiego* (niestety, z powodu braku funduszy ukazało się tylko pięć tomów), a w następnym – *Dodatek Międzynarodowy do Rocznika...* [1], czyli *Supplemento ad Annuario Cracoviense*, zawierający przewidywane momenty (tzw. efemerydy) minimów jasności gwiazd zmiennych zaćmieniowych (Rys. 7). Wydawnictwo to, przeznaczone dla obserwatorów układów zaćmieniowych, ukazuje się od 80 lat w prawie niezmienionej formie

ROCZNIK ASTRONOMICZNY OBSERWATORJUM KRAKOWSKIEGO

DODATEK MIĘDZYNARODOWY

SUPPLEMENTO INTERNAZIONALE

Nr. 1.

Z zasiłkiem
Międzynarodowej Unji Astronomicznej

Cum subventione
de Unione Astronomico Internationale

wydał

edito per

T. BANACHIEWICZ.



KRAKÓW 1923.

DRUKARNIA ZWIĄZKOWA.

Rys. 7. Strona tytułowa pierwszego numeru *Dodatku Międzynarodowego do Rocznika Astronomicznego Obserwatorium Krakowskiego*.

do chwili obecnej, ciesząc się ogromnym uznaniem międzynarodowym – m.in. dlatego, iż uwzględniało wyniki bieżących obserwacji gwiazd zmiennych zaćmieniowych (momenty minimów), które prowadzono głównie w Krakowie i na Lubomirze. Przez kilkadziesiąt lat, od 1925 do 1978 r., autorem efemeryd był Kazimierz Kordylewski (1903–1981) [32], a następnie funkcję tę przejął Piotr Flin.

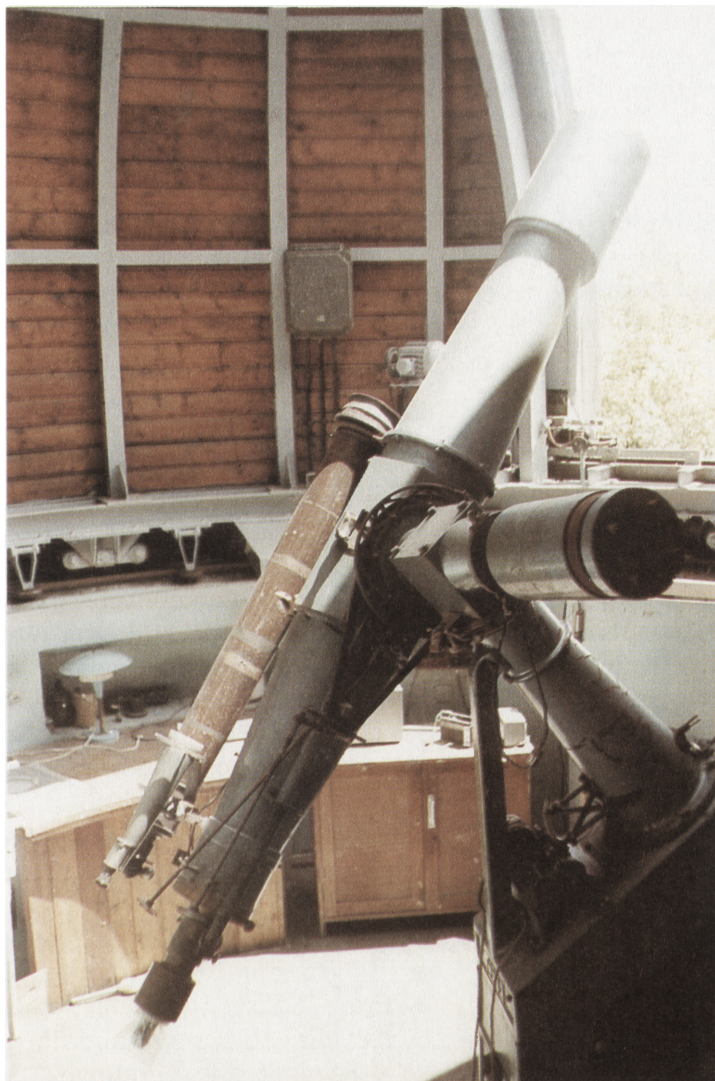
Dodatek (SAC), podobnie jak *Okólniki*, był najpierw publikowany w języku opracowanym przez matematyka włoskiego Giuseppego Peano (*latino sine flexione*), zwanym też interlingwą. Banachiewicz popierał próby wprowadzenia tego nowego języka międzynarodowego, który przejmował słownictwo z łaciny, natomiast z angielskiego gramatykę i składnię. Obecnie wydawnictwo to publikowane jest po angielsku.

Dodajmy, iż Banachiewicz wprowadził też – zamiast Dni Juliańskich (JD) – tzw. nową erę astronomiczną (n.e.a.): ciągłą rachubę dni od 1.01.1801 (daty odkrycia pierwszej planetoidy, Cerery). Ten system chronologiczny był używany jednak niemal wyłącznie w Krakowie, został natomiast ostatecznie zarzucony po wprowadzeniu ćwierć wieku temu przez Międzynarodową Unię Astronomiczną rachuby Zmodyfikowanych Dni Juliańskich (MJD).

Poczynając od 1925 r., wyniki obserwacji gwiazd zmiennych (momenty minimów, krzywe jasności, badania nad zmianami okresów) publikowano głównie w periodyku *Acta Astronomica*, również założonym w Krakowie przez Tadeusza Banachiewicza, a będącym obecnie kwartalnikiem Fundacji Astronomii Polskiej im. Mikołaja Kopernika.

Jak już wspomiano, obserwacje układów zaćmieniowych były początkowo prowadzone w Krakowie za pomocą bardzo prostych oraz przestarzałych instrumentów optycznych, a czasami nawet nieuzbrojonym okiem. Jednak już w 1922 r. dzięki zabiegom Banachiewicza [20] do Krakowa dotarł wypożyczony (pozostający dziś w Stacji Obserwacyjnej w Roztokach) z Uniwersytetu Harvarda w USA 20,3 cm refraktor na montażu paralaktycznym (równikowym) i z mechanizmem zegarowym – zwany popularnie „Amerykanką”. Został on zamontowany we wschodniej kopule Obserwatorium w Ogrodzie Botanicznym UJ. Nieco później okazji udaje się nabyć 10,9 cm refraktor, również zmontowany w układzie paralaktycznym. Po koniec lat dwudziestych ubiegłego wieku Obserwatorium Krakowskie zostało wyposażone w 12 cm podwójny astrograf oraz 20 cm refraktor znanej firmy Grubb (Rys. 8) – oba instrumenty na montażu paralaktycznym. Ponadto Banachiewicz zamówił obiektyw o średnicy 20,3 cm – zamontowany następnie w tzw. lunecie ekspedycyjnej.

Zainstalowanie wszystkich tych instrumentów pozwoliło oczywiście zarówno na rozszerzenie programu obserwacyjnego ośrodka krakowskiego



Rys. 8. 20 cm refraktor firmy Grubb w Obserwatorium Krakowskim. (Fot. J. W. Mietelski).

na gwiazdy słabe (do 12^m), jak również na zwiększenie ilości spostrzeżeń oraz wyznaczanych momentów minimów.

Zgłoszona przez Banachiewicza w 1922 r. gotowość wydawania efermyd momentów minimów dla gwiazd zmiennych zaćmieniowych została z entuzjazmem przyjęta przez Międzynarodową Unię Astronomiczną. Natomiast w 1925 r. 27. Komisja (*Variable Stars*) Międzynarodowej Unii Astronomicznej podjęła decyzję o wspomaganium finansowym

wydawnictwa *Supplemento ad Annuario Cracoviense*, uznając ośrodek krakowski za centrum obserwacji oraz publikacji efemeryd dla gwiazd zmiennych zaćmieniowych.

Wizualne obserwacje gwiazd zmiennych w latach 1920–1950

Dyrektor Obserwatorium, profesor Tadeusz Banachiewicz, po r. 1920 dokonywał już tylko sporadycznie obserwacji gwiazd zmiennych zaćmieniowych, ponieważ był obciążony pracami organizacyjnymi, administracyjnymi, redakcyjnymi oraz wydawniczymi, a także zajęty rozważaniami teoretycznymi [16]. Początkowo wspomagał go w tych obserwacjach tylko Jan Gadomski (1889–1966) [21]. W 1924 r. do Krakowa przybył z Poznania Kazimierz Kordylewski i od razu został zatrudniony, jeszcze jako student, na stanowisku młodszego asystenta Obserwatorium. Wtedy też podjął się obserwacji minimów układów zaćmieniowych (w ciągu swojego życia dokonał ponad 40 000 ocen jasności gwiazd zmiennych!) [12, 31]. Pod koniec 1924 r. opracował on nową, prostą metodę graficzną wyznaczania z obserwacji wizualnych momentów minimów dla gwiazd zmiennych zaćmieniowych (zaś ogólnie biorąc – dla gwiazd zmiennych o symetrycznej względem momentu minimum krzywej jasności). Ta metoda, zwana następnie metodą kalkową, została szczegółowo przedstawiona dopiero w publikacji [42] Rozalii Szafraniec (1910–2001) w 1948 r. (kiedy już wszyscy obserwatorzy gwiazd zmiennych powszechnie się nią posługiwali), ponieważ jej twórca nie zdawał sobie sprawy, że nikt wcześniej nie wpadł na tak oczywisty – wydawałoby się – pomysł.

Następnie w 1925 r. Kordylewski pojął się obliczania efemeryd momentów minimów dla SAC, zaś w grudniu tegoż roku – obserwując gwiazdę zmienną zaćmieniową *S Cru* – odkrył nieznaną dotąd gwiazdę zmienną, nazwą później *T Cru*, będącą długookresową mirydą (od nazwy jej głównej przedstawicielki o *Cet = Mira Ceti*, tj. „Cudowną” Wieloryba według określenia Jana Heweliusza w XVII w.). Była to zarazem druga gwiazda zmienna odkryta w konstelacji Kruka (*Corvus*) przez astronoma z Obserwatorium Krakowskiego.

Wizualne obserwacje gwiazd zmiennych [23] w latach 1920–1950 były wykonywane przede wszystkim w Krakowie – głównie z budynku w Ogrodzie Botanicznym UJ przy ul. Kopernika (*Collegium Śniadeckiego*), z kopca Kościuszki i z pałacyku Szyszko-Bohusza w Przegorzałach, gdzie przez kilka lat po II wojnie światowej były zdeponowane i używane instrumenty Obserwatorium Uniwersytetu Warszawskiego. W dniach 10–12 września 2001 r. właśnie w Przegorzałach, w Instytucie Badań Polonijnych

UJ, odbył się jubileuszowy XXX Zjazd Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, którego współzałożycielem w 1923 r. i pierwszym prezesem był dyrektor Obserwatorium Krakowskiego, profesor Tadeusz Banachiewicz – twórca programu obserwacji wizualnych gwiazd zmiennych zaćmieniowych. Mija właśnie 80 lat od założenia PTA.

W obserwacjach w Przegorzalach brali udział także miłośnicy astronomii, m. in. późniejszy wybitny astrofizyk Krzysztof Serkowski (1930–1981).

Natomiast drugim obok Krakowa miejscem obserwacji układów zaćmieniowych [24] był szczyt Lubomir (912 m n.p.m.) w paśmie Łysiny, na południe od Myślenic [37], odległy w linii prostej od Obserwatorium o 33 km. Staraniem Tadeusza Banachiewicza na Lubomirze w 1922 r. została zorganizowana pozamiejska stacja obserwacyjna wyposażona w 13,5 cm refraktor Steinheila, 7,6 cm lunetę Utschneidera-Fraunhofera, a później – we wspomnianą już 20 cm lunetę ekspedycyjną. W zamyśle prof. Banachiewicza stacja ta miała stanowić załączek projektowanego ogólnopolskiego Narodowego Instytutu Astronomicznego. Stacja, gdzie rozpoczęła w 1934 r. swoją działalność obserwacyjną Rozalia Szafranec, przetrwała do września 1944 r., kiedy to została niestety spalona, w ramach pacyfikacji, przez okupantów hitlerowskich.

Obserwacje gwiazd zmiennych były również prowadzone w następujących jeszcze miejscowościach w Polsce: Poznań, Uherce, Oklejna, Przegaliny, Jarocin, Zbyszyce, Zakopane, Poronin, Lisko i Myślenice – a ponadto oceny jasności gwiazd zmiennych były wykonywane podczas pobytu obserwatorów krakowskich za granicą: na wyspie Chios (Grecja), w miejscowościach: Makarska, Dubrownik, Hercegnovi i Belgrad (Jugosławia); w obserwatorium Skalnaté Pleso (Czechosłowacja).

Oprócz wspomnianych powyżej osób oceny zmian jasności układów zaćmieniowych wykonywali: Stanisław Andruszewski, Helena Jaśko, Jan Józwiak, Jadwiga Kordylewska, Karol Koziół, Maria Makowiecka, Jan Mergentaler, Tadeusz Olczak, Lucjan Orkisz, Janusz Pagaczewski, Jan Piegza, Stefan Piotrowski, Eugeniusz Rybka, Aldona Szczepanowska, Stefan Szczyrbak, Władysław Tęcza, Edith Warmbier i Józef Witkowski. Obok znanych, zawodowych astronomów są wśród nich także liczni miłośnicy astronomii. Spośród wszystkich obserwatorów działających w latach 1920–1950, najwięcej ocen jasności zanotowali: Kazimierz Kordylewski (25%), Rozalia Szafranec (14%), Stefan Piotrowski (11%), Jan Mergentaler (11%) i Janusz Pagaczewski (10%). Na pozostałych kilkunastu obserwatorów przypada 29% ogólnej liczby dokonanych ocen [11, 44].

Poczynione w latach 1920–1950 przez pracowników Obserwatorium spostrzeżenia wizualne gwiazd zmiennych zostały opracowane i przygotowane do druku w 1952 r. przez Rozalię Szafranec. Zostały one *in extenso* wydane w czterech tomach jako *Krakowskie obserwacje gwiazd zmiennych*.

nych 1920–1950 [45]. Część pierwsza zawiera wyniki spostrzeżeń w gwiazdozbiorach: *Andromeda – Crater*, część druga – w gwiazdozbiorach: *Cygnus – Libra*, trzecia – w gwiazdozbiorach: *Lyra – Sagittarius*, czwarta – *Scutum Sobiescianum – Vulpecula*. Łącznie *Krakowskie obserwacje gwiazd zmiennych* zawierają aż 110 230 wizualnych ocen jasności dla 429 gwiazd z 50 konstelacji – w tym dla 380 układów zaćmieniowych, 40 gwiazd fizycznie zmiennych i dla 9 gwiazd podejrzanych o zmienność. Został też przygotowany tom V obserwacji z lat 1951–1960, ale już go nie wydano!

Szczególną uwagę należy zwrócić na lata II wojny światowej. Mimo okupacji kraju przez Niemcy hitlerowskie w ośrodku krakowskim nie zaprzestano działalności obserwacyjnej. W tym trudnym dla naszego narodu okresie, kiedy okupant starał się zniszczyć wszystko, co polskie, pracownicy Obserwatorium dokonywali nadal ocen jasności gwiazd zmiennych, wierząc, iż nadejdzie czas, gdy spostrzeżenia te zostaną wykorzystane do pomnożenia dorobku astronomii polskiej.

W okresie okupacji (październik 1939 – styczeń 1945) wykonano łącznie 4785 ocen jasności gwiazd zmiennych, głównie układów zaćmieniowych. Obserwacje w latach wojny prowadzili: W. Tęcza, K. Kordylewski, J. Pagaczewski, K. Koziół, S. Piotrowski, T. Banachiewicz (po powrocie z obozu koncentracyjnego) i J. Witkowski. Ponadto Kordylewski sabotował podówczas działalność wydawniczą narzuconego przez okupanta komisarycznego kierownika Obserwatorium, Kurta Waltera (np. do roczników SAC za lata: 1942, 1943 i 1944 wprowadzał fałszywe dane bądź wcale ich nie rozsyłał do innych obserwatoriów [32]).

Po wyzwoleniu Krakowa działalność obserwacyjna stała się bardzo ożywiona [44] i np. w r. 1949 wykonano aż 9739 ocen jasności – najwięcej w porównaniu ze wszystkimi pozostałymi latami od 1920 do 1950 r. (jedynie w 1933 r. osiągnięto zbliżony wynik: 9215 spostrzeżeń).

Obserwacje i badania układów zaćmieniowych w II połowie XX w.

Nieco wcześniej, bo już w 1948 r. zostały podjęte w ośrodku krakowskim pierwsze obserwacje fotoelektryczne gwiazd zmiennych. Zostały one zapoczątkowane przez Stefana Piotrowskiego (1910–1985) i Adama Strzałkowskiego za pomocą fotometru fotoelektrycznego z fotopowielaczem 1P21 jako odbiornikiem promieniowania, zainstalowanym przy 20 cm refraktorze Grubba, znajdującym się wtedy w zachodniej kopule Obserwatorium Krakowskiego przy ul. Kopernika 27. Z tych pierwszych serii obserwacji otrzymano 24 fotoelektryczne momenty minimów dla trzynastu gwiazd zmiennych zaćmieniowych [41]. Redukcję tych obserwacji przeprowadził Jan Mietelski, który następnie w latach 1952 i 1954/55 pomagał Aldonie

Szczepanowskiej (1909–1995) prowadzić również obserwacje fotoelektryczne za pomocą refraktora Grubba [48].

Zarazem Stefan Piotrowski opracował, niezależnie od wspomnianego już Zdenka Kopala, metodę wyznaczania elementów orbit składników układów zaćmieniowych. W późniejszych latach Stefan Piotrowski przeniósł zainteresowanie gwiazdami zmiennymi zaćmieniowymi do Warszawy, gdzie fizyczną interpretacją obserwacji, a zwłaszcza teorią i ewolucją ciasnych układów podwójnych zajmują się m.in. wspomniany już Wojciech Krzemiński, Bohdan Paczyński, Józef Smak.

Oczywiście po 1950 r. nadal były prowadzone wizualne obserwacje gwiazd zmiennych, już głównie zaćmieniowych, co wiązało się jak najbardziej ze specjalizacją ośrodka krakowskiego w dziedzinie badań ciasnych układów podwójnych – przede wszystkim w zakresie wyznaczania minimum jasności, okresów P (zmian, a zarazem obiegu orbitalnego) i badania tzw. wykresów $O - C$ (*observatum minus calculatum*, czyli różnicy między wielkością obserwowaną a obliczoną – teoretyczną). Najwięcej ocen wizualnych zmian jasności wykonała Rozalia Szafraniec – prawie 50 000! – wyznaczając również krzywe jasności [43, 46]. Natomiast w opracowywaniu krzywych zmian okresów (wykresów $O - C$) przez Kazimierza Kordylewskiego brał udział Jan Mieltski.

W 1953 r., czyli 50 lat temu Tadeusz Banachiewicz uzyskał od władz wojskowych Fort „Skala” na Bielanach na przyszłe, pozamiejskie Obserwatorium Astronomiczne UJ. Jako pierwszy instrument optyczny został tam uruchomiony przez Kazimierza Kordylewskiego 51,4 cm reflektor, którego części optyczne otrzymano, dzięki staraniom Stefana Piotrowskiego, jako dar Fundacji Kościuszkowskiej jeszcze pod koniec lat czterdziestych ubiegłego wieku. Niestety, instrument nie miał mechanizmu zegarowego i dlatego nie mógł być w pełni wykorzystany.

W Obserwatorium została założona kartoteka momentów minimum gwiazd zmiennych zaćmieniowych i postanowieniem Międzynarodowej Unii Astronomicznej z 1952 r., powtórzonym w 1958 r., ośrodek krakowski stał się wiodący w tej dziedzinie badań układów zaćmieniowych.

Wizualne obserwacje gwiazd zmiennych w latach 1951–1980 prowadzili głównie: R. Szafraniec, A. Szczepanowska, J. Kordylewska, K. Kordylewski, a także – Maciej Winiarski, Piotr Flin, Maria Kurpińska, Zbigniew Klimek. Wyniki ocen jasności były publikowane w „Acta Astronomica” oraz w „Information Bulletin on Variable Stars” wydawanym w Budapeszcie [15].

Wykonane po 1950 r. spostrzeżenia nie doczekały się analogicznego opracowania i ogłoszenia *in extenso*, jak to uczyniła Rozalia Szafraniec z ocenami jasności z poprzedniego trzydziestolecia, mimo przygotowania tomu V obserwacji z lat 1951–1960. Natomiast w 1975 r. grupa astronomów krakowskich – Jerzy M. Kreiner, Henryk K. Brancewicz i T. Zbig-

niew Dworak – postanowiła ostatecznie opracować obserwacje wizualne gwiazd zmiennych z lat 1920–1950, zawarte w *Krakowskich obserwacjach gwiazd zmiennych* [45], a także z okresu późniejszego (po 1950 r.), korzystając z archiwalnych zeszytów obserwacyjnych. Postanowiono ograniczyć się do opracowania obserwacji (wyznaczenia momentów minimów) tylko dla gwiazd zmiennych zaćmieniowych. Natomiast o gwiazdach podejrzanych o zmienność oraz o gwiazdach fizycznie zmiennych została opublikowana oddzielna, krótka praca [3], podająca informacje o liczbie ocen jasności oraz o okresie obserwacji tych gwiazd. Ukazały się już dwie prace, w których zostały zestawione momenty minimów dla układów zaćmieniowych z gwiazdozbiorów: *Scutum Sobiescianum* – *Vulpecula* i z gwiazdozbiorów: *Lyra* – *Sagittarius*. Łącznie w tych pracach zebrano dla 137 gwiazd zmiennych zaćmieniowych 673 momenty minimów publikowane wcześniej przez różnych autorów oraz 405 momentów minimów wyznaczonych po raz pierwszy przez autorów publikacji – J. M. Kreinera [29] i T. Z. Dworaka [7].

Oddzielnie zostały opublikowane wyniki wizualnych obserwacji 20 gwiazd zaćmieniowych wykonanych w latach 1964–1967 przez M. Winiarskiego (łącznie 28 momentów minimów), a opracowanych następnie przez J. M. Kreinera [34].

Oprócz wyznaczania momentów minimów na podstawie wizualnych spostrzeżeń w Obserwatorium Krakowskim były również prowadzone prace nad określaniem elementów (głównie okresu) oraz nad otrzymywaniem średnich krzywych jasności dla niektórych gwiazd zmiennych zaćmieniowych. Najobszerniejsze podówczas prace w tej dziedzinie prowadziła R. Szafraniec [46], publikując krzywe jasności dla blisko 100 układów zaćmieniowych. Wypada w tym miejscu dodać, iż dokonywane przez Kazimierza Kordylewskiego oceny jasności osiągały niebywałą dokładność 0,03-0,04 wielkości gwiazdowej – czyli porównywalną z dokładnością obserwacji fotoelektrycznych! Ponadto w Obserwatorium prowadzono nadal badania nad zmianami okresów układów zaćmieniowych. Zasadnicze prace na ten temat publikowali: R. Szafraniec [43], A. Szczepanowska [48], J. M. Kreiner [22] i Zbigniew Klimek (1947–1978), [22].

Jak już wspomniano, w ośrodku krakowskim podjęto również obserwacje fotoelektryczne gwiazd zmiennych. Po r. 1950 obserwacje te były kontynuowane przez K. Kordylewskiego, R. Szafranec [25] i A. Szczepanowską, jak również przez J. M. Kreinera, M. Winiarskiego i M. Kurpińską. Jednak stale pogarszające się warunki atmosferyczne (wzrost zapylenia i światła miasta) w Krakowie nie pozwalały na rozwinięcie fotoelektrycznych metod obserwacyjnych w badaniu zmian jasności gwiazd z budynku Collegium Śniadeckiego w Ogrodzie Botanicznym UJ przy ul. Kopernika 27. Dało się to szczególnie odczuć w 1963 r. podczas obserwacji gwiazdy

Nova Herculis 1963 = V533 Her (jak to właśnie wtedy stało się wiadome, *novae* powstają w ciasnych układach podwójnych, których szczególnym przypadkiem są zaćmieniowe). Dopiero otwarcie podczas jubileuszu 600-lecia Uniwersytetu Jagiellońskiego w 1964 r. nowego obserwatorium Fort „Skała” na Bielanach, na zachodnim skraju wielkiego Krakowa, umożliwiło wreszcie podjęcie zakrojonych na większą skalę fotoelektrycznych obserwacji gwiazd zmiennych. Początkowo obserwacje były prowadzone 20 cm refraktorem Grubba, przeniesionym w 1967 r. z Collegium Śniadeckiego do kopuły na Forcie „Skała”. Teleskop został wyposażony w fotometr fotoelektryczny z fotopowielaczem FEU-17 jako odbiornikiem promieniowania. W ciągu minionych lat instrumentem tym wykonano wiele obserwacji (w systemie fotometrycznym *BV*, gdzie *B* – *blue*, czyli jasność obserwowana przez filtr niebieski dla efektywnej długości fali 4350 Å, zbliżona do jasności fotograficznych; *V* – *visual*, czyli jasność obserwowana przez filtr żółty dla efektywnej długości fali 5550 Å, zbliżona do jasności wizualnych) gwiazd zmiennych, przede wszystkim układów zaćmieniowych. Fotoelektryczne obserwacje gwiazd – również za pomocą 35 cm teleskopu w systemie Maksutowa – prowadzili głównie następujący astronomowie: M. Winiarski [49], J. M. Kreiner, T. Z. Dworak [10, 14], M. Winiarska [17], Z. Klimek [14], P. Flin, S. Zoła [40].

Na 500-lecie urodzin Mikołaja Kopernika w 1973 r. został uruchomiony na Forcie „Skała” – dla celów obserwacji fotoelektrycznych w systemie *UBV* (gdzie *U* – *ultrafiolet*, czyli jasność obserwowana przez filtr przepuszczający nadfiolet dla efektywnej długości fali 3500 Å) – 50 cm reflektor Cassegraina (rys. 9), dzięki czemu można było w ośrodku krakowskim rozszerzyć oraz unowocześnić program obserwacji gwiazd zmiennych.

Chociaż w porównaniu z wizualnymi ocenami jasności gwiazd zmiennych wyniki nie są może tak imponujące (kilkaset gwiazd zmiennych obserwowanych wizualnie wobec kilkudziesięciu obserwowanych fotoelektrycznie), to jednak należy pamiętać, iż w przypadku fotometrii fotoelektrycznej otrzymuje się nie tylko momenty minimów, lecz również pełnowartościowe krzywe jasności w ogólnie przyjętym w praktyce astrofizycznej standardowym, międzynarodowym systemie *BV* lub *UBV*. Ponadto w 1975 r. Henryk Brancewicz opracował algorytm i program wyznaczania momentów minimów z fotoelektrycznych obserwacji [4] gwiazd zmiennych zaćmieniowych.

Pod kierownictwem doc. Kazimierza Kordylewskiego (urodzonego 100 lat temu!) zostały również podjęte w latach sześćdziesiątych próby interpretacji fizycznej obserwowanych efektów, o których już uprzednio wspomniano. Podjęli je: R. Szafraniec [47], a także Zbigniew Kordylewski [26] – po czym Jerzy M. Kreiner w swojej rozprawie doktorskiej rozważył



Rys. 9. 50 cm reflektor Cassegraina z Obserwatorium Krakowskiego. (Fot. J. W. Mieltski).

możliwość wykrycia, na podstawie systematycznych zmian okresów układów zaćmieniowych, przyspieszenia ruchu Słońca w przestrzeni. Następnie przedstawił badania zmian okresów gwiazd zaćmieniowych [27, 30] oraz szczegółową interpretację fizyczną zmian okresów orbitalnych w ciasnych układach podwójnych gwiazd [33, 35]. Natomiast autor niniejszego artykułu opracował w swojej rozprawie doktorskiej metodę określania tzw. paralaks fotometrycznych dla gwiazd zmiennych zaćmieniowych i zestawiał katalog

paralaks (odległości) oraz jasności absolutnych dla ponad tysiąca układów [6], a także zastosował tę metodę do określania odległości najbliższych galaktyk [5]. Następnie wspólnie z Henrykiem Brancewiczem opracował, po czym opublikował katalog parametrów geometrycznych oraz fizycznych – również dla ponad tysiąca układów zaćmieniowych [2].

Niestety, rozwój astrofizyki obserwacyjnej w dziedzinie badań nad ciasnymi układami podwójnymi (gwiazdami zaćmieniowymi) został w ośrodku krakowskim gwałtownie zahamowany z powodu pochopej reorganizacji przeprowadzonej w 1976 r., po przejściu na emeryturę dyrektora Obserwatorium, profesora Karola Koziela (1910–1996). W trudnych latach 1976–1978 obserwacje gwiazd zmiennych zaćmieniowych prowadził – na Forcie „Skala” oraz w nowej stacji obserwacyjnej w Roztokach w Bieszczadach – niemal wyłącznie Maciej Winiarski. Tematyką układów zaćmieniowych, zwłaszcza typu *W UMa*, zajmowała się też Maria Kurpińska-Winiarska [17, 40] oraz Katarzyna Otmianowska-Mazur.

Natomiast z inicjatywy Kazimierza Kordylewskiego została w drugiej połowie lat siedemdziesiątych powołana Komisja Astronomii Polskiego Towarzystwa Astronautycznego, która poza Obserwatorium UJ kontynuowała tradycje ośrodka krakowskiego w dziedzinie badań układów zaćmieniowych. W pracach oraz posiedzeniach Komisji obok Kazimierza Kordylewskiego brali udział: Rozalia Szafraniec, Aldona Szczepanowska, Henryk Brancewicz, Zbigniew Dworak, Jerzy Kreiner i Jan Mietelski.

W 1987 r. nastąpił nowy etap w działalności astronomicznej ośrodka krakowskiego – otwarcie w Gorcach na Suhorze (1000 m n.p.m.) nowego obserwatorium Wyższej Szkoły Pedagogicznej (obecnie Akademia Pedagogiczna) w Krakowie z 60 cm teleskopem, wyposażonym obecnie w kamerę CCD. Inicjatorem założenia tego ośrodka i jego organizatorem jest profesor Jerzy M. Kreiner, kierownik Katedry Astronomii i Obserwatorium Akademii Pedagogicznej. Zakład ten chlubnie kontynuuje tradycje krakowskich badań obserwacyjnych i teoretycznych nad gwiazdami zmiennymi zaćmieniowymi, a miarą sukcesu jest m.in. publikacja atlasu wykresów *O – C* dla kilkuset układów zaćmieniowych [36].

Natomiast w połowie lat osiemdziesiątych ubiegłego wieku autor niniejszego artykułu, współpracując z obserwatoriami francuskimi w Besançon, Tuluzie i Bordeaux [13], przygotował program obserwacji 98 najbliższych [8], a także jasnych układów zaćmieniowych i wspólnie z prof. Edouardem Oblakiem z Observatoire de Besançon we Francji (absolwentem astronomii na Uniwersytecie Jagiellońskim) zgłosił go do Projektu HIPPARCOS (rozszerzonego później o Projekt TYCHO) Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA) – w celu weryfikacji metody paralaks fotometrycznych [18], zależności masa-jasność, a także metody wyznaczania absolutnych parametrów geometrycznych oraz fizycznych ciasnych ukła-

dów podwójnych [19]. Program ten, przyjęty przez Komisję pod numerem 177, został zrealizowany w latach dziewięćdziesiątych przez satelitę HIPPARCOS, zaś obecnie w Obserwatorium w Besançon oraz w Obserwatorium Krakowskim trwa wspólne opracowywanie [40] wyników pomiarów pozaatmosferycznych (orbitalnych) – pozycyjnych i fotometrycznych – wszystkich zgłoszonych do *Projektu gwiazd zmiennych zaćmieniowych*.

W latach osiemdziesiątych (pomimo iż w 1984 r. Obserwatorium Krakowskie utraciło status instytutu) nastąpiła w tym ośrodku astronomicznym pewna stabilizacja. Na Forcie „Skała” ponownie podjęto na większą skalę tematykę obserwacji gwiazd zaćmieniowych, które są obecnie prowadzone głównie za pomocą 50 cm teleskopu wyposażonego w kamerę CCD.

Po przeszło dziesięciu latach, w 1995 r., Obserwatorium Astronomiczne UJ odzyskało status instytutu. W jego strukturze działa obecnie merytoryczna Pracownia Gwiazd Zmiennych, zajmująca się również układami zaćmieniowymi – we współpracy z Obserwatorium Akademii Pedagogicznej i Obserwatorium w Besançon. Nadal wydawany jest jako rocznik *Supplemento ad Annuario Cracoviense*, zaś autorkami efemeryd momentów minimów dla gwiazd zmiennych zaćmieniowych są ostatnio: Elżbieta Danielkiewicz-Krośniak i Maria Kurpińska-Winiarska.

Zakończenie

Rozpoczęte w Krakowie ponad 80 lat temu przez Tadeusza Banachiewicza proste obserwacje wizualne minimów układów zaćmieniowych, wyznaczenie na tej podstawie ich okresów orbitalnych, badanie odchyłek $O - C$, wyznaczenie krzywych jasności, podjęcie rozważań teoretycznych nad fizyką ciasnych układów podwójnych owocują po dziś dzień licznymi pracami i sukcesami całego ośrodka krakowskiego, pomimo kilkakrotnie występujących trudności i przeszkód w normalnym funkcjonowaniu Obserwatorium Krakowskiego. Wysiłek astronomów krakowskich zdobył uznanie światowego forum reprezentowanego przez Międzynarodową Unię Astronomiczną. Rozległa współpraca międzynarodowa trwa do dziś – również w „wymiarze kosmicznym” – dzięki opracowaniom obserwacji z satelity HIPPARCOS.

Niebagatelną rolę w poznawaniu układów zaćmieniowych odegrały ponadto krakowskie obserwacje miłośnicze [38]. To właśnie w Krakowie miała swoją siedzibę Sekcja Obserwacji Gwiazd Zmiennych Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii i tu też jest wydawany od ponad dziesięciu lat *Kalendarz Astronomiczny*, opracowywany przez Tomasza Ściężora. Oprócz tego w latach pięćdziesiątych i sześćdziesiątych wybitną rolę w prowadzeniu spostrzeżeń i organizowaniu obozów obserwacyjnych ode-

grali: Maciej Mazur (prowadzący całą grupę młodych obserwatorów – miłośników astronomii), Andrzej Słowik, Edward Szeligiewicz, Piotr Flin, Andrzej Wróblewski [50]. Wyniki obserwacji publikowane były w *Annual Scientific Supplement to URANIA*, wydawanym przez J. Gadowskiego, a potem – w *The Astronomical Reports*, wydawanych przez K. Rudnickiego i T. Z. Dworaka.

Wybrana literatura

- [1] Banachiewicz T., Rocznik Astronomiczny Obserwatorium Krakowskiego. Dodatek Międzynarodowy, Nr 1 (1923), ss. 12, Kraków.
- [2] Brancewicz H. K., Dworak T. Z., *A Catalogue of Parameters for Eclipsing Binaries*, Acta Astronomica, 30 (1980), s. 501.
- [3] Brancewicz H. K., Dworak T. Z., Kreiner J. M., *Cracow Observations of Variable Stars*, Inf. Bull. Var. Stars, No. 1198 (1976).
- [4] Brancewicz H. K., Kreiner J. M., *Photoelectric Minima of Eclipsing Binaries*, Inf. Bull. Var. Stars, No. 1119 (1976).
- [5] Dworak T. Z., *Determination of the Distances of the Nearest Galaxies by Method Parallaxes of Eclipsing Binaries*, Acta Cosmologica, z. 2 (1974), s. 13.
- [6] Dworak T. Z., *A Catalogue of Photometric Parallaxes of Eclipsing Binaries*, Acta Astronomica, 25 (1975), s. 383.
- [7] Dworak T. Z., *Visual Minima of Eclipsing Binaries from Cracow Observations 1920–1950*, Acta Astronomica, 27 (1977), s. 151.
- [8] Dworak T. Z., *Gwiazdy zmienne zaćmieniowe w odległości do 100 parseków od Słońca, Urania*, R. XLVIII (1977), nr 9, s. 265.
- [9] Dworak T. Z., *Gwiazdy zmienne elipsoidalne, Urania*, R. XLVIII (1977), nr 10, s. 294.
- [10] Dworak T. Z., *The Star HD 3765: Eclipsing Binary or Eclipsing Planetary?* Acta Astronomica, 29 (1979), s. 151.
- [11] Dworak T. Z., *60 lat krakowskich obserwacji gwiazd zmiennych, Urania*, R. LI (1980), nr 8, s. 243.
- [12] Dworak T. Z., *Wspomnienie o doc. Kazimierzu Kordylewskim*, Postępy Astronomii, t. XXX (1982), s. 95.
- [13] Dworak T. Z., *Odległe układy zaćmieniowe w naszej Galaktyce, Urania*, R. LX (1989), nr 4, s. 113.
- [14] Dworak T. Z., Klimek Z., *Photoelectric Observations of β Lyrae*, Acta Astronomica, 22 (1972), s. 305.
- [15] Dworak T. Z., Kordylewski K., *Minima and the Visual Light Curve of the Eclipsing Binary RV Piscium*, Inf. Bull. Var. Stars, No. 1182 (1976).
- [16] Dworak T. Z., Kreiner J. M., *Tadeusz Banachiewicz – twórca krakowianów*, Ossolineum, Wyd. PAN, Kraków 1985, ss. 48.
- [17] Dworak T. Z., Kurpińska M., *Photoelectric Observations of the Variable AW UMa*, Acta Astronomica, 25 (1975), s. 417.
- [18] Dworak T. Z., Oblak E., *Projekt obserwacji najbliższych układów zaćmieniowych przez satelitę HIPPARCOS*, Postępy Astronomii, t. XXXII (1985), s. 187.

- [19] Dworak T. Z., Oblak E., *Program of Parallax Measurements from Space for the Nearest Eclipsing Binaries*, Inf. Bull. Var. Stars, No. 3399 (1989).
- [20] Dworak T. Z., Kreiner J. M., Mietelski J., *Tadeusz Banachiewicz (1882–1954)*, [w:] *Złota Księga Wydziału Matematyki i Fizyki UJ*, Kraków 2000, s. 161.
- [21] Gdomski J., *Algolidae*, Acta Astronomica, ser. c, 1 (1925), s. 11.
- [22] Klimek Z., Kreiner J. M., *The Variability of Period of Beta Lyrae*, Acta Astronomica, 23 (1973), s. 331; 25 (1975), s. 29.
- [23] Kordylewski K., *Stellas eclipsiale*, Acta Astronomica, ser. c, 1 (1931), s. 164.
- [24] Kordylewski K., Mergentaler J., *Algolidae*, Acta Astronomica, ser. c, 2 (1934), s. 58.
- [25] Kordylewski K., Szafraniec R., *Photoelectric Observations of Eclipsing Variables in the Years 1955 and 1956*, Acta Astronomica, 7 (1957), s. 177.
- [26] Kordylewski Z., *Periods of Two Eclipsing Binaries SVS 645 Del and GL Her*, Acta Astronomica, 14 (1964), s. 223.
- [27] Kreiner J. M., *Investigation of Changes in Period of Eclipsing Binaries*, Acta Astronomica, 21 (1971), s. 365.
- [28] Kreiner J. M., *Obserwatorium Astronomiczne Uniwersytetu Jagiellońskiego*, Wyd. UJ, Kraków 1972, ss. 74.
- [29] Kreiner J. M., *Visual Minima of Eclipsing Binaries from Cracow Observations in 1920–1950*, Acta Astronomica, 26 (1976), s. 341.
- [30] Kreiner J. M., *Period Changes of W Ursae Majoris Stars*, Veröff. Reimes – Sternwarte Bamberg, XI (1977), No. 121, s. 393.
- [31] Kreiner J. M., *Działalność naukowa Kazimierza Kordylewskiego w zakresie badań gwiazd zmiennych*, Urania, R. LII (1981), nr 8, s. 250.
- [32] Kreiner J. M., *Kazimierz Kordylewski (1903–1981)*, [w:] *Złota Księga Wydziału Matematyki i Fizyki UJ*, Kraków 2000, s. 191.
- [33] Kreiner J. M., Tremko J., *Peculiarities of Some Beta Lyrae-type Stars and the Need of their Further Investigations*, Inf. Bull. Var. Stars, No. 1446 (1978).
- [34] Kreiner J. M., Winiarski M., *Minima of Eclipsing Variables*, Inf. Bull. Var. Stars, No. 1255 (1977).
- [35] Kreiner J. M., Ziółkowski J., *Period Changes and Evolutionary Status of 18 Algol-type Systems*, Acta Astronomica, 28 (1978).
- [36] Kreiner J. M., Chun-Hwey Kim, Il-Seong Nha, *An Atlas of O-C Diagrams of Eclipsing Binary Stars*, Wydawnictwo Naukowe Akademii Pedagogicznej, Kraków 2000.
- [37] Kruk J., *Dawne stacje astronomiczne Obserwatorium Krakowskiego na Ziemi Myślenickiej*, Biblioteka Uranii, nr 17, ss. 52, Kraków 1998.
- [38] Krzyt T., *Poradnik obserwatora gwiazd zmiennych*, Biblioteka Uranii nr 11, ss. 112, Kraków 1995.
- [39] Mietelski J., *200 lat historii Obserwatorium Krakowskiego*, Postępy Astronomii, t. XL (1992), s. 101.
- [40] Oblak E., Kurpińska-Winiarska M., Kundera T., Zoła S., Dworak T. Z., *Analysis of the HIPPARCOS sample of eclipsing binaries (parallaxes and multiplicity)*, Joint Discussion of the XXIIIrd General Assembly of the IAU: The first results of Hipparcos and Tycho (1998), s. 569.
- [41] Piotrowski S. L., Strzałkowski A., *Photoelectric Minima of Eclipsing Binaries*, Acta Astronomica, ser. c, 4 (1951), s. 129.

- [42] Szafraniec R., *Results of Observations of Eclipsing Variables in 1934/35 and 1947 (together with a description of the so-called tracing-paper method)*, Acta Astronomica, ser. c, 4 (1948), s. 81.
- [43] Szafraniec R., *Variations of Period of Eclipsing Binaries*, Acta Astronomica, ser. b, 2 (1953), s. 134.
- [44] Szafraniec R., *30-letnie krakowskie obserwacje gwiazd zaćmieniowych*, Postępy Astronomii, t. IV (1956), s. 201.
- [45] Szafraniec R., *Cracow Observations of Variable Stars 1920–1950*, Acta Astronomica, Suppl., 3 (1959), 4 (1961), 5 (1962), 6 (1963).
- [46] Szafraniec R., *The Light-curves of Eclipsing Binaries*, Acta Astronomica, 10 (1960), s. 99; 20 (1970), s. 25; 21 (1971), s. 55; 22 (1972), s. 273; 24 (1974), s. 89; 26 (1976), s. 25.
- [47] Szafraniec R., *Dependence of Variations in Periods of Eclipsing Binaries on Galactic Latitude*, Acta Astronomica, 16 (1966), s. 177.
- [48] Szczepanowska A., *The Eclipsing Binaries Y Cam, FH Ori, Z Per and the Variations of their Periods*, Acta Astronomica, ser. b, 2 (1955), s. 134.
- [49] Winiarski M., *Photoelectric Observations of the Eclipsing Binary AI Draconis*, Acta Astronomica, 21 (1971), s. 517.
- [50] Wróblewski A., *Minima of Eclipsing Binaries*, Annual Scientific Supplement to Urania, No 1 (1956), s. 32.

Dyskusja po referacie T. Zbigniewa Dworaka
Kraków – centrum obserwacji gwiazd zaćmieniowych

Jerzy Kreiner:

Gdy profesor Tadeusz Banachiewicz przybył do Krakowa w 1919 r., Obserwatorium Astronomiczne UJ przeżywało głęboki kryzys. Wyposażenie instrumentalne Obserwatorium było niezwykle skromne i przestarzałe, praktycznie nie prowadzono obserwacji astronomicznych. Banachiewicz, mimo iż miał szerokie zainteresowania teoretyczne, w pełni rozumiał konieczność prowadzenia systematycznych obserwacji. Należy podkreślić, że właśnie zasługą Banachiewicza było zainicjowanie w Krakowie na początku lat dwudziestych prowadzenia wizualnych obserwacji gwiazd zmiennych zaćmieniowych. Obserwacje te z natury swej nie wymagają specjalnej aparatury i mogą być prowadzone nawet niewielkimi lunetkami. Program obserwacyjny zaproponowany przez Banachiewicza, mający na celu wyznaczenie momentów minimów, wkrótce zyskał uznanie na świecie, gdyż pozwolił na uściślenie elementów zmian jasności, a znacznie później także na badania zmian okresów gwiazd zaćmieniowych.

W dorobku naukowym ośrodka krakowskiego dotyczącym badań gwiazd zmiennych zaćmieniowych szczególne miejsce zajmuje Stefan Pio-