

KAZIMIERZ STĘPIEŃ

Astronomia z astrofizyką w Polsce u progu XXI wieku

Wstęp i krótki rys historyczny

Jako dziedzina badawcza, astrofizyka powstała mniej więcej w połowie XIX w., gdy obiekty astronomiczne przestały być tylko punktami materialnymi (lub, w najlepszym wypadku, bryłami masowymi), a stały się ciałami fizycznymi o interesującej strukturze, w których zachodzi wiele ciekawych procesów i zmian, które rodzą się, ewoluują i kończą swe życie. W ciągu następnych 150 lat astrofizyka rozwinęła się tak silnie, że obecnie trudno jest odróżnić ją od astronomii – ta druga to w istocie astrofizyka z bardzo niewielkim dodatkiem klasycznych badań, takich jak astrometria, mechanika nieba czy geodezja. Niektórzy jednak traktują astrofizykę jako niezależną dziedzinę badań, leżącą gdzieś między astronomią i fizyką. Tytuł niniejszego artykułu próbuje pogodzić obydwie poglądy.

W przeciwieństwie do wielu nauk humanistycznych, astronomia, podobnie jak inne nauki ścisłe, nie podlegała w PRL bardzo surowym ograniczeniom ideologicznym. Panowała znośna swoboda badawcza, a cenzura dbała głównie o to, by w publikacjach prezentowany był materialistyczny pogład na świat i by zawsze zachowana była właściwa proporcja między osiągnięciami nauki radzieckiej i burżuazyjnej. Ale wszystkie inne ograniczenia i słabości nauki, wynikające z ram ustrojowych, dotyczyły polską astronomię bardzo silnie: trudności w podróżowaniu za granicę, spóźniony i ograniczony dostęp do zachodniego piśmiennictwa naukowego i zacofany warsztat badawczy spychały astronomię w kierunku prowincjonalizmu. Dla mniej licznej, niż w wielu innych naukach, polskiej społeczności astronomicznej odcięcie od światowego nurtu badań było szczególnie groźne. Na szczęście astronomię powojenną w kraju odbudowywało kilku światłych przedwojennych profesorów, którzy skierowali ją ku najbardziej nowoczesnym działom, przede wszystkim astrofizyce, choć nie wszyscy ją sami uprawiali. Najważniejszym elementem tego procesu było szybkie nawiązanie kontaktów z dobrymi ośrodkami zagranicznymi i wysłanie do nich na dłuższe staże naukowe kilkoro młodszych współpracowników, którzy wykształcenie uniwersyteckie zdobywali

Prof. dr hab. Kazimierz Stępień, Obserwatorium Astronomiczne Uniwersytetu
Warszawskiego, przewodniczący Komitetu Astronomii PAN, e-mail: kst@astrouw.edu.pl

jeszcze przed wojną. Nastąpiło to zaraz po wojnie, w późnych latach 40., czyli przed nastaniem zimnej wojny, która całkowicie odcięła polską naukę od świata. Wiedza i doświadczenie tego młodszego pokolenia uczonych okazały się podczas zimnej wojny niezmiernie przydatne, zapobiegając całkowitej utracie kontaktu polskiej astronomii ze światowym nurtem badań.

Pierwsza katedra astrofizyki w Polsce powstała w 1945 r. w Toruniu [1], w ramach utworzonego tam Uniwersytetu Mikołaja Kopernika przez kadre naukową Wileńskiego Uniwersytetu Stefana Batorego. Jej kierownikiem został Władysław Dziewulski (1878-1962), współpracownik Karla Schwarzschilda, astrofizyk i twórca wileńskiej szkoły astrofizyki. W innych ośrodkach akademickich astronomię odbudowywali profesorowie o bardziej tradycyjnych specjalnościach naukowych: Tadeusz Banachiewicz (1882-1954) w Krakowie, Józef Witkowski (1892-1976) w Poznaniu i Eugeniusz Rybka (1898-1988) we Wrocławiu. Obserwatorium Uniwersytetu Warszawskiego reaktywowane zostało początkowo w Krakowie i dopiero w 1950 r. zostało przeniesione do Warszawy. Na tych uczelniach katedry astrofizyki powstały we wczesnych latach 50. Ale na przykład w Krakowie, badania o charakterze astrofizycznym zostały podjęte już przed wojną, choć pewnie nie do końca świadomie. Chodzi o to, że T. Banachiewicz, którego zainteresowania leżały daleko od astrofizyki, stał się inicjatorem bardzo wartościowego programu obserwacji zmian blasku gwiazd podwójnych zaćmieniowych. Powodem tak ukierunkowanych badań była nadzieja Banachiewicza na to, że te gwiazdy mogą stać się wzorcem czasu niezależnym od ruchu obrotowego i obiegowego Ziemi. Oczekiwał, że zaćmienia będą powtarzały się z precyzją zegara. Niestety, różne procesy fizyczne, zachodzące w układach podwójnych, zakłócają ich ruch i powodują, że okresy między zaćmieniami ulegają fluktuacjom i zmianom. Gwiazdy zaćmieniowe okazały się zatem kiepskimi zegarami, ale właśnie te zmiany okresów okazały się najciekawsze, gdyż można z nich uzyskać informacje między innymi o budowie i ewolucji gwiazd. Długie serie obserwacji gwiazd zaćmieniowych, otrzymane w Krakowie zarówno przed wojną, jak i w latach powojennych, stanowią do dziś bardzo cenne źródło danych, a publikacje zawierające je są wciąż cytowane.

Utworzone w latach 50. katedry astrofizyki objęli młodszy (urodzeni już w XX w.) koledzy wymienionych wyżej profesorów – ci, którzy w latach powojennych nabrali szlif naukowy za granicą, a niektórzy nawet zdobyli tam światową renomę: Wilhelmina Iwanowska (1905-1999) w Toruniu, Włodzimierz Zonn (1905-1975) i Stefan Piotrowski (1910-1980) w Warszawie oraz Jan Mergentaler (1901-1995) i Antoni Opolski we Wrocławiu. Wszyscy uprawiali nowoczesną astrofizykę i stworzyli własne szkoły naukowe.

Do placówek uczelnianych dołączyła jednostka Polskiej Akademii Nauk, której załączek powstał w 1953 r. Ciekawa jest jej geneza. W latach 30. powstała wśród

ówczesnych astronomów polskich inicjatywa budowy dużego obserwatorium o światowym poziomie, na wzór znanych placówek istniejących, np. w Paryżu, Poczdamie czy Greenwich. Niestety, marzenia tego nie udało się zrealizować, ale inicjatywa odżyła po wojnie i zaowocowała uchwałą I Kongresu Nauki Polskiej w 1951 r., zalecającą nowo powstałej Polskiej Akademii Nauk zbudowanie Centralnego Obserwatorium Astronomicznego. W kwietniu 1953 r. powstał Zespół Budowy COA PAN, który później przekształcił się w Zakład Astronomii PAN [2]. Przy braku środków finansowych na nową inwestycję, związanym z załamaniem się polskiej gospodarki w pierwszej połowie lat 50., Zakład Astronomii stanowił po prostu wsparcie etatowe dla trzech ośrodków uniwersyteckich w Toruniu, Warszawie i Wrocławiu, gdzie były usytuowane jego pracownie. Dopiero w drugiej połowie lat 60., w związku ze zbliżającymi się światowymi obchodami 500-lecia urodzin Mikołaja Kopernika w 1973 r., znalazły się fundusze na budowę COA i zakup głównego narzędzia badawczego – teleskopu o średnicy 2 m, zamówionego w Zakładach Karl Zeiss Jena. Niestety, radość astronomów trwała krótko. Na przełomie 1969 i 1970 r. wskutek trudności ekonomicznych, chronicznie pojawiających się pod koniec realizacji każdego planu 5-letniego, inwestycja została anulowana, a Polska zapłaciła Zakładom Zeissa gigantyczne odszkodowanie za wycofanie się z zamówienia.

Naukowe i dydaktyczne wysiłki wymienionych wyżej astrofizyków przyniosły wyniki już w latach 60.; pojawiło się kolejne pokolenie młodych, zdolnych astrofizyków urodzonych krótko przed wojną lub podczas niej, a wykształconych pod ich okiem. Byli dobrze przygotowani do pracy naukowej, a po uzyskaniu stopnia doktora byli natychmiast wysyłani na roczne lub dłuższe pobyty w czołowych instytucjach astrofizycznych na świecie (co wtedy stało się ponownie możliwe). Nie bez znaczenia był fakt, że podczas staży naukowych wszyscy ciężko pracowali, dzięki czemu w goszczących ich instytucjach ugruntowała się opinia o młodych polskich astronomach jako ludziach zdolnych i pracowitych. Otwierało to drzwi ich następcom. Największe sukcesy odnosiła warszawska szkoła astrofizyki stworzona przez Stefana Piotrowskiego i Włodzimierza Zonna, ale znaczącą pozycję w świecie zdobyła też szkoła toruńska prowadzona przez Wilhelminę Iwanowską oraz wrocławska szkoła heliofizyki Jana Mergentalera i badań gwiazdowych Antoniego Opolskiego. Wartość polskich badań astrofizycznych została doceniona przez naukowców amerykańskich, z inicjatywy których rząd amerykański sfinansował budowę nowej siedziby Zakładu Astronomii przekształconego w Centrum Astronomiczne im. Mikołaja Kopernika. Wyposażeniem Centrum stał się duży, nowoczesny podówczas komputer PDP 1130, zakupiony przez Polonię Amerykańską. Dar Amerykanów był ich wkładem w obchody rocznicy urodzin Kopernika w Polsce. Siłą rzeczy, przy braku teleskopów, Centrum stało się ośrodkiem teoretycznym oraz, dzięki części hotelowej, miejscem współpracy i wymiany myśli astronomów ze Wschodu i Za-

chodu. Tę rolę pełniło znakomicie przez kilka lat, po czym nastąpiło załamanie związane z wprowadzeniem stanu wojennego. Dla astronomii polskiej nastąpiły bardzo trudne lata. W momencie wprowadzenia stanu wojennego za granicą przebywało wielu wybitnych uczonych, zaangażowanych w różne międzynarodowe programy badawcze. Niemal wszyscy zdecydowali się nie wracać, pozostawiając w kraju swoich uczniów i współpracowników oraz niedokończone badania. To oraz odcięcie od literatury naukowej i możliwości kontaktów badawczych ze światem spowodowały gwałtowny spadek wydajności naukowej. Trzeba pamiętać, że liczebność astronomów w Polsce jest znacznie niższa niż np. fizyków, chemików czy matematyków, co utrudnia stworzenie silnych, autonomicznych ośrodków naukowych. Dopiero od początku lat 90. nastąpił powrót do szybkiego tempa rozwoju badań, zwłaszcza że bardzo aktywnie włączyli się do nich emigranci z okresu stanu wojennego. Z opracowania przygotowanego w roku 1994 przez Komitet Astronomii PAN wynika, że w bezwzględnej liczbie astronomicznych publikacji naukowych Polska zajmowała 13. miejsce w świecie, natomiast w liczbie cytowań tych prac było to miejsce 11., co wskazuje, że polskie publikacje były częściej cytowane niż średnia światowa. Mimo dramatycznego ograniczenia poziomu finansowania nauki w Polsce w ostatnich latach astronomia wraz z astrofizyką utrzymała wysoką pozycję w świecie [4], choć cała polska nauka znajduje się w podobnych rankingach gdzieś na początku trzeciej dziesiątki [5].

Prezentacja poszczególnych placówek

Obecnie istnieje w kraju 8 odrębnych placówek astronomicznych, dla których Zespół P03 Nauk Matematycznych, Fizycznych i Astronomii Komitetu Badań Naukowych dokonał kategoryzacji. Kilka dodatkowych, nielicznych, grup astronomów znajduje się w strukturach innych jednostek z nauk ścisłych i przyrodniczych. Łącznie astronomię uprawia w Polsce około 90 profesorów i doktorów habilitowanych (na podstawie listy osób uprawnionych do kandydowania na członków Komitetu Astronomii PAN) i około drugie tyle doktorów i magistrów.

Warszawa – Centrum Astronomiczne im. Mikołaja Kopernika PAN (Toruń – Pracownia Astrofizyki I CAMK)

dyrektor: Marek Sarna; www.camk.edu.pl

CAMK PAN jest największą placówką astronomiczną w Polsce, z najszerszym wachlarzem badań. Prowadzone są programy z zakresu kosmologii (Roman Juszkiewicz, Andrzej Krasieński), fizyki gwiazd neutronowych i materii skondensowanej (Paweł Haensel, Włodzimierz Kluźniak), gwiazd zmiennych (Janusz Kałużny, Joanna Mikołajewska, Marek Sarna, Aleksander Schwarzenberg-Czerny, Józef Smak), pulsacji gwiazd

i Słońca (Wojciech Dziembowski), procesów zachodzących w otoczeniu czarnych dziur (Bożena Czerny, Marek Sikora, Andrzej Zdziarski), dysków wokółgwiazdowych (Michał Różyczka, Józef Smak) i rozproszonego promieniowania rentgenowskiego (Andrzej Sołtan). Centrum współpracuje z wieloma najlepszymi uniwersytetami na świecie, m.in. Princeton, Harvard, Oxford, czy Uniwersytet Paryski oraz bierze udział w budowie i eksploatacji dużych obserwatoriów orbitalnych INTEGRAL (Andrzej Zdziarski) i Herschel (Ryszard Szczerba). W ostatnich latach Centrum koordynuje udział Polski w budowie największego na świecie teleskopu optycznego o średnicy 10 m w Republice Południowej Afryki (South African Large Telescope). Udział Polski w tej inwestycji wynosi około 10% i także będzie udział w wykorzystaniu teleskopu. Oznacza to wydatne wzmocnienie astrofizyki obserwacyjnej w przyszłych programach badawczych.

Centrum Astronomiczne posiada uprawnienia do nadawania stopnia doktora i doktora nauk fizycznych w zakresie astronomii i astrofizyki. Licząc tylko publikacje w czasopiśmie z tzw. listy filadelfijskiej, średnia wydajność roczna naukowców z Centrum to około dwóch prac na osobę na rok. Centrum ma I kategorię KBN.

Warszawa – Obserwatorium Astronomiczne Uniwersytetu Warszawskiego

dyrektor: Marcin Kubiak; www.astro.uw.edu.pl

Obserwatorium Astronomiczne jest instytutem w ramach Wydziału Fizyki. Najważniejszym programem naukowym prowadzonym w OA jest program masowej fotometrii gwiazd Optical Gravitational Lensing Experiment powstały z inicjatywy i pod kierunkiem Bohdana Paczyńskiego. Obecny kierownik naukowy jest Andrzej Udalski. Pierwsza faza projektu realizowana była w latach 1992-1995 za pomocą metrowego amerykańskiego teleskopu fotometrycznego w chilijskiej stacji obserwacyjnej w Las Campanas. Dokonano wtedy ważnego odkrycia zjawiska soczewkowania grawitacyjnego światła gwiazd, przewidzianego teoretycznie przez Paczyńskiego. Druga i trzecia faza programu realizowana jest za pomocą zakupionego z funduszy KBN specjalnie do projektu OGLE teleskopu o średnicy 1,3 m, posadowionego na terenie tej samej stacji obserwacyjnej w Las Campanas. Od niedawna teleskop jest wyposażony w największy na świecie odbiornik promieniowania (mozaikę 8 matryc CCD), zbudowany w OA UW, który umożliwia równoczesny pomiar jasności nawet kilku milionów gwiazd. Stale monitorowana jest jasność około 100 milionów gwiazd z okolic środka naszej galaktyki i z dwóch sąsiednich galaktyk: Wielkiego i Małego Obłoku Magellana. Cały materiał obserwacyjny jest po zredukowaniu umieszczany w Internecie i wykorzystywany przez setki naukowców z całego świata.

Drugi ciekawy program obserwacyjny, również zainicjowany przez Paczyńskiego, to All Sky Automated Survey prowadzony przez Grzegorza Pojmańskiego. Pojmański zbudował kilka kamer o małej średnicy i dużym polu widzenia, za pomocą których

monitorowane są jasne gwiazdy z dużych obszarów nieba. Monitorowanie odbywa się automatycznie i może być zdalnie sterowane. Już w pierwszych latach realizacji udało się wykryć zmienność setek gwiazd (w tym niektórych używanych dotychczas, jako standardy stałej jasności!) i otrzymać tysiące krzywych zmian blasku. Dane z ASAS są również umieszczane w sieci, pozostając do dyspozycji wszystkich zainteresowanych.

Najważniejsze prace teoretyczne, to badanie pulsacji gwiazd (Wojciech Dziembowski, pracujący też w CAMK), gwiazdowych pól magnetycznych (autor niniejszego opracowania), atmosfer gwiazd neutronowych (Jerzy Madej) i teoretyczna interpretacja zjawisk soczewkowania grawitacyjnego (Michał Jaroszyński). Przebywający za granicą Krzysztof Górski zajmuje się kosmologią obserwacyjną, w tym zwłaszcza badaniami mikrofalowego promieniowania tła.

Obserwatorium ma prawo do nadawania stopnia doktora nauk fizycznych w zakresie astronomii i astrofizyki. Uprawnienie do nadawania stopnia doktora habilitowanego w tym zakresie posiada Wydział Fizyki. Średnia wydajność naukowców z OA UW wynosi około 3 publikacji filadelfijskich na osobę na rok. Jest ona najwyższa w kraju nie tylko wśród instytucji astronomicznych, ale w całym obszarze nauk fizycznych i matematycznych związanym z Zespołem P03 KBN.

Toruń – Centrum Astronomii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika

dyrektor: Andrzej Kus; www.astr.uni.torun.pl

CA UMK powstało kilka lat temu z połączenia Instytutu Astronomii i Katedry Radioastronomii. Instytut zmienił wtedy nazwę na Katedrę Astronomii i Astrofizyki. Centrum Astronomii wchodzi w skład Wydziału Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej. Najważniejszym instrumentem obserwacyjnym jest jeden z największych w Europie radioteleskopów o średnicy 32 m. Główne programy obserwacyjne realizowane za jego pomocą, to monitorowanie pulsarów, m.in. w celu wykrycia ewentualnych planet obiegających je (Aleksander Wolszczan), obserwacje jąder aktywnych galaktyk i kwazarów w dużej rozdzielczości za pomocą techniki Very Large Base Interferometry wymagającej precyzyjnego współdziałania kilku odległych od siebie radioteleskopów obserwujących równocześnie ten sam obiekt (Andrzej Kus) i badania otoczek gwiazdowych za pomocą radiowych linii maserowych (Marian Szymczak). Poza radioteleskopem CA posiada kilka niewielkich teleskopów optycznych, z których największy to kamera Schmidta o średnicy zwierciadła 90 cm. Najważniejsze programy naukowe Katedry Astronomii i Astrofizyki, to badania własności materii międzygwiazdowej i jej wpływu na obserwowane promieniowanie gwiazd (Jacek Krełowski) oraz późnych stadiów ewolucji gwiazd (Romuald Tylenda). Badane są też gwiazdy zmienne i małe ciała Układu Słonecznego (Andrzej Woszczyk, Maciej Mikołajewski).

Wydział ma uprawnienia do nadawania stopnia doktora i doktora habilitowanego w dziedzinie astronomii. Średnia wydajność naukowców z CA UMK wynosi około 1,5 publikacji filadelfijskich na osobę na rok. Centrum ma II kategorię KBN.

Kraków – Obserwatorium Astronomiczne Uniwersytetu Jagiellońskiego

dyrektor: Józef Masłowski; www.oa.uj.edu.pl

Ośrodkiem o największych tradycjach astronomicznych jest, oczywiście, Uniwersytet Jagielloński. Pierwsza katedra astronomii powstała tu już w początkach XV wieku. Warto dodać, że Uniwersytet Krakowski był jedną z nielicznych podówczas instytucji naukowych, na których wprowadzono wyraźny rozdział między astronomią i astrologią. Katedra astrologii powstała tu pół wieku później niż astronomii [1]. Organizator powojennej astronomii na UJ, Tadeusz Banachiewicz, zainicjował budowę stacji obserwacyjnej Fort Skała pod Krakowem [6]. Obecnie jest tam siedziba całego instytutu.

W OA UJ istnieje drugi, obok Torunia, ośrodek radioastronomii polskiej. Niestety, tamtejsi naukowcy nie mają porównywalnego z Toruniem narzędzia i większość prac radioastronomicznych wykonywana jest za pomocą instrumentów z innych (głównie zagranicznych) ośrodków. Prowadzone są m.in. badania radioźródeł pozagalaktycznych, zwłaszcza radiogalaktyk (Jerzy Machalski). W dziedzinie optycznej kontynuowane są, zainicjowane przez Banachiewicza, obserwacje gwiazd zaćmieniowych za pomocą współczesnych technik instrumentalnych. Teoretyczne badania dotyczą magnetohydrodynamiki i własności promieniowania kosmicznego (Michał Ostrowski, Marek Urbanik). Prowadzone są też prace z kosmologii, astrofizyki relatywistycznej i chaosu deterministycznego.

Obserwatorium wchodzi w skład Wydziału Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej. Wydział posiada uprawnienia do nadawania stopnia doktora i doktora habilitowanego z zakresu astronomii. Wydajność naukowa pracowników OA wynosi nieco mniej niż jedna publikacja filadelfijska na pracownika na rok, co daje Obserwatorium III kategorię KBN.

Kraków – Katedra Astronomii Akademii Pedagogicznej

kierownik: Jerzy Kreiner; www.as.wsp.krakow.pl

Katedra należy do najmłodszych i najmniejszych jednostek astronomicznych w Polsce. Jej twórcą jest Jerzy Kreiner. On również zorganizował od podstaw Obserwatorium Astronomiczne AP, znajdujące się na szczycie góry Suhora i wyposażone w 60 centymetrowy teleskop. Obserwatorium ma najlepsze warunki obserwacyjne ze wszystkich stacji astronomicznych w Polsce. Główne programy badawcze koncentrują się, naturalnie, wokół teleskopu. Prowadzone są obserwacje gwiazd zmiennych, zwłaszcza zaćmieniowych. Obserwatorium jest członkiem dużego, międzynarodowego zespołu,

który okresowo organizuje skoordynowane akcje równoczesnych obserwacji fotometrycznych wybranego obiektu przez obserwatoria rozłożone wokół Ziemi, co daje unikatowe, długie ciągi obserwacji pozwalające precyzyjnie modelować procesy zachodzące w tych obiektach.

Katedra Astronomii wchodzi w skład Instytutu Fizyki, który z kolei jest częścią Wydziału Matematyczno-Fizyczno-Technicznego. Zatrudnionych jest w niej 9 naukowców, w tym jeden profesor i jeden doktor habilitowany. Ich wydajność naukowa wynosi około 1,5 publikacji filadelfijskiej na osobę na rok. Oceniając jednostkę, KBN umieściła ją w kategorii M (małe jednostki). Akademia Pedagogiczna nie ma uprawnień do nadawania stopni naukowych w zakresie astronomii.

Poznań – Obserwatorium Astronomiczne Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza

dyrektor: Edwin Wnuk; www.astro.amu.edu.pl

Istniejące przed wojną obserwatorium miało charakter wybitnie klasyczny. Uprawiano w nim głównie astrometrię i mechanikę nieba. Podczas wojny nie poniosło większych strat i w 1945 r. wznowiło działalność, zachowując swój przedwojenny profil [4]. Do dzisiaj pozostało najważniejszym polskim ośrodkiem astronomii klasycznej. Główne programy badawcze koncentrują się na mechanice nieba i badaniach małych ciał Układu Słonecznego oraz dynamice sztucznych satelitów Ziemi (Sławomir Breiter, Tadeusz Michałowski, Edwin Wnuk). Kilka lat temu zatrudniony został astrofizyk, Aleksander Schwarzenberg-Czerny (pracujący też w CAMK), który kieruje grupą zajmującą się badaniami gwiazd zmiennych.

Obserwatorium wchodzi w skład Wydziału Fizyki. Ośrodek nie ma na razie uprawnień do nadawania stopni naukowych w zakresie astronomii. Wydajność naukowa pracowników jest podobna do wydajności naukowców z OA UJ, co daje Obserwatorium III kategorię KBN.

Wrocław – Instytut Astronomii Uniwersytetu Wrocławskiego

dyrektor: Michał Tomczak; www.astro.uni.wroc.pl

Powojenny Uniwersytet Wrocławski powstał w oparciu o kadre naukową Uniwersytetu Jana Kazimierza we Lwowie. Astronomię organizował przedwojenny profesor lwowski Eugeniusz Rybka. Zdeastrowana podczas wojny stacja obserwacyjna w Białkowie pod Wrocławiem była stopniowo doposażana niewielkimi instrumentami astrofizycznymi i heliofizycznymi. Ze starszych wyników naukowych warte wspomnienia są precyzyjne pomiary zmian blasku gwiazd zmiennych osobliwych wykonane w latach 50. za pomocą jednego z pierwszych w Polsce fotometrów fotoelektrycznych przez Ta-

deusza Jarzębowski. Obecna aktywność naukowa koncentruje się na fotometrycznych i spektroskopowych badaniach gwiazd zmiennych (Henryk Cugier, Mikołaj Jerzykiewicz) oraz w dziedzinie heliofizyki na obserwacjach zjawisk zachodzących w atmosferze słonecznej i teoretycznym modelowaniu rozbłysków (Bogdan Rompolt, Jerzy Jakimiec).

Instytut Astronomii wchodzi w skład Wydziału Fizyki i Astronomii, który ma uprawnienia do nadawania obydwu stopni z dziedziny astronomii. Wydajność naukowa jest podobna do OA UJ, a instytut ma III kategorię KBN.

Zielona Góra – Instytut Astronomii Uniwersytetu Zielonogórskiego

dyrektor: Janusz Gil; www.ia.uz.zgora.pl

Przy okazji powołania Uniwersytetu Zielonogórskiego w 2001 r. powstał Instytut Astronomii na bazie Zielonogórskiego Centrum Astronomii mającego też stosunkowo krótką nie przekraczającą 15 lat tradycję. Twórcą ośrodka zielonogórskiego jest Janusz Gil. Obecne zatrudnienie instytutu wynosi około 10 osób, w tym połowa to profesorowie i doktorzy habilitowani. Jest on więc, obok Katedry Astronomii Akademii Pedagogicznej w Krakowie, najmniejszą wyodrębnioną jednostką astronomiczną kategoryzowaną przez KBN. Wchodzi w skład Wydziału Fizyki i Astronomii. Ośrodek nie ma prawa do nadawania stopni w zakresie astronomii.

Tematyka naukowa uprawiana w IA UZ to badania pulsarów i gwiazd neutronowych (Janusz Gil, Włodzimierz Kluźniak, pracujący też w CAMK), astrofizyka plazmowa (George Melikidze), kosmologia (Roman Juszkiewicz, pracujący też w CAMK) i mechanika nieba (Andrzej Maciejewski). Wydajność naukowa to niecałe 2 publikacje filadelfijskie na osobę na rok, co dałoby Instytutowi II kategorię KBN. Ze względu na rozmiar jednostki znajduje się ona w Kategorii M (małych jednostek).

Warszawa – Centrum Badań Kosmicznych PAN

dyrektor: Zbigniew Kłos; www.cbk.waw.pl

Wśród wielu różnych programów badawczych związanych z badaniami kosmicznymi, w Centrum Badań Kosmicznych PAN prowadzone są też badania astronomiczne. We wrocławskiej części CBK istnieje silna grupa zajmująca się heliofizyką (Barbara i Janusz Sylwestrowie), a w Warszawie prowadzone są m.in. badania budowy planet i satelitów (Marek Banaszekiewicz, Jacek Leliwa-Kopystyński), plazmy międzyplanetarnej (Stanisław Grzędzielski, Wiesław Macek, Barbara Popielawska, Romana Ratkiewicz) i mechaniki nieba (Grzegorz Sitarski). Wydajność naukowa CBK jest nieco niższa niż instytucji astronomicznych i sięga 1 publikacji na osobę na rok, ale CBK oceniane jest i kategoryzowane przez Zespół T11 KBN.

Na zakończenie przeglądu placówek należy wspomnieć, że w trakcie powstawania jest kolejny ośrodek astronomiczny – na Uniwersytecie Szczecińskim. Organizują go Aleksander Wolszczan i Ewa Szuszkiewicz. Być może za parę lat urośnie i okrzepnie na tyle, że zasłuży na dokładniejsze omówienie.

Studenci astronomii kształceni są na odrębnym kierunku uniwersyteckim z naborem od I roku. Studia magisterskie na kierunku astronomia prowadzone są na Uniwersytetach w Krakowie, Poznaniu, Toruniu, Warszawie i Wrocławiu, a od niedawna również w Zielonej Górze. W Toruniu istnieją też studia licencjackie.

Naukowa pozycja Polski na tle świata

Jaka jest obecna pozycja polskiej astronomii w porównaniu z innymi krajami? Omawiając ją, trzeba wyraźnie rozróżnić osiągnięcia polskich astronomów (czyli polskich obywateli) od osiągnięć uzyskanych w polskich instytucjach naukowych, które w opracowaniach bibliometrycznych zaliczane są na konto Polski. Rozróżnienie jest dlatego ważne, że, jak to już wcześniej wspomniano, kilku wybitnych polskich astronomów pozostało za granicą po wybuchu stanu wojennego i wprawdzie zachowali polskie obywatelstwo, ale są etatowymi pracownikami instytucji zagranicznych i ich dorobek z tego okresu zaliczany jest formalnie krajom ich zatrudnienia. Tak właśnie jest z najwybitniejszym polskim astronomem, Bohdanem Paczyńskim, który zaliczany jest do najściślejszej czołówki światowej. Pracując jeszcze w kraju, uzyskał wiele wartościowych wyników dotyczących ewolucji gwiazd pojedynczych i podwójnych. W szczególności wyjaśnił pochodzenie mgławic planetarnych, gwiazd Wolfa-Rayeta i tzw. paradoksu Algola. Wiele prac poświęcił dyskom akrecyjnym, w tym odkrytym przez siebie grubym dyskom. Poczynając od lat 80., przewidział istnienie efektu soczewkowania grawitacyjnego światła gwiazd i wykazał, że jego obserwacje dają nam do ręki nowe narzędzie badania rozkładu materii w Galaktyce i jej otoczeniu. Po odkryciu tzw. błysków gamma był rzecznikiem poglądu, że są to zjawiska zachodzące w olbrzymich odległościach międzygalaktycznych, czyli w skali kosmologicznej. W takim wypadku musiałyby to być najpotężniejsze wybuchy we Wszechświecie. Przez wiele lat zbierał argumenty za kosmologicznym pochodzeniem błysków, ale niewielu astronomów mu wierzyło. Można tu przy okazji przytoczyć pewną ciekawostkę związaną z tym zagadnieniem, która wskazuje na rangę Paczyńskiego w świecie naukowym. W podręcznikach astrofizyki opisana jest tzw. Wielka Debatą zorganizowana przez Amerykańską Akademię Nauk w 1920 r. Dotyczyła pytania, czy pewna klasa rozmytych obiektów obserwowanych na niebie (tzw. mgławice spiralne) to inne galaktyki, podobne do naszej, czy też są obiektami leżącymi wewnątrz naszej Galaktyki. Problem miał fundamentalne znaczenie kosmologiczne: albo nasz Wszechświat ogranicza się do jednej, wielkiej Galaktyki, albo jest znacznie większy i wypełniony wieloma, podobnymi do naszej, galaktykami. Adwer-

sarzami w Wielkiej Debacie byli najsłynniejsi podówczas zwolennicy tych przeciwstawnych poglądów: Heber D. Curtis i Harlow Shapley. W naukach przyrodniczych żadna debata nie rozstrzyga o prawdzie, nawet Wielka Debata. Jej celem było raczej nagłośnienie problemu i zainteresowanie nim szerszego grona astronomów, co mogło przyspieszyć jego rozwiązanie. Istotnie, już parę lat później Edwin Hubble definitywnie rozstrzygnął zagadnienie pochodzenia diskutowanych mgławic, wyznaczając do kilku z nich odległości i wykazując, że są innymi galaktykami. „Przy okazji” sformułował swoje słynne prawo ucieczki galaktyk świadczące o ekspansji Wszechświata. W 75-lecie Wielkiej Debaty, w tej samej sali w Waszyngtonie, Amerykańska Akademia Nauk zorganizowała powtórkę Wielkiej Debaty, tym razem na temat pochodzenia błysków gamma: czy są to zjawiska lokalne, wewnątrz galaktyczne, czy zachodzą w innych, odległych galaktykach. Do debaty zaproszono Paczyńskiego, jako rzecznika pozagalaktycznego pochodzenia błysków, i Donalda Q. Lamba, rzecznika pochodzenia lokalnego. Debata była publiczna i szeroko relacjonowana w mediach. Podobnie jak 75 lat wcześniej rozstrzygnięcie przyszło parę lat później ze strony obserwacyjnej. Nowe, dokładniejsze obserwacje błysków i towarzyszące im obserwacje w innych zakresach promieniowania definitywnie pokazały, że błyski gamma zachodzą w odległych galaktykach. Obecnie teoretycy zastanawiają się, co może wywoływać tak gigantyczne eksplozje.

Jeszcze szerszym echem odbiło się odkrycie innego polskiego astronoma pracującego na stałe w USA. W 1992 r. Aleksander Wolszczan opublikował, wspólnie ze swoim doktorantem D. A. Frailem, pracę informującą o odkryciu pierwszego pozasłonecznego układu planetarnego związanego z pulsarem. Miało to przełomowe znaczenie dla programów poszukiwań planet krążących wokół innych gwiazd. Wcześniejsze, wieloletnie wysiłki nie przynosiły pozytywnych wyników, co skutkowało upowszechnianiem się poglądu o absolutnej wyjątkowości naszego układu (i ograniczaniem funduszy na poszukiwania). Odkrycie Wolszczana zmieniło dramatycznie sytuację. Już dwa lata później odkryto planetę krążącą wokół normalnej, podobnej do Słońca gwiazdy, a dzisiaj znamy ich już kilkaset. Wolszczan jest też autorem innego ważnego, choć nie tak medialnego, odkrycia. Zidentyfikował mianowicie drugi znany, ciasny układ dwóch gwiazd neutronowych, obiegających wspólny środek masy (tzw. pulsar podwójny) – idealny obiekt do testowania ogólnej teorii względności. Za wcześniejsze odkrycie pierwszego pulsara podwójnego i jego wieloletnie obserwacje, które wykazały znakomitą ich zgodność z przewidywaniami OTW, Russel A. Hulse i Joseph H. Taylor otrzymali w 1993 r. Nagrodę Nobla.

Warto jeszcze wspomnieć dwóch innych, światowej klasy astronomów polskich pracujących na stałe za granicą: Marka Abramowicza, specjalistę od relatywistycznych efektów w okolicach czarnych dziur, odkrywcę m.in. pewnej klasy dysków akrecyjnych,

w których z materią do czarnej dziury wnoszona jest też duża ilość energii, oraz Sławomira Rucińskiego – będącego największym autorytetem w dziedzinie gwiazd kontaktowych.

Przejdźmy teraz do osiągnięć astronomów krajowych. Prezentując osiągnięcia astronomów starszego pokolenia, na wspomnienie zasługują prace Józefa Smaka dotyczące wielu typów gwiazd zmiennych. Smakowi zawdzięczamy m.in. wyjaśnienie przyczyny wybuchów gwiazd nowych (akrecja na białego karła) i nowych karłowatych (niestabilność dysku akrecyjnego i zmienne tempo akrecji). Wojciech Dziembowski wykonał odpowiednie obliczenia modelowe, które ostatecznie wyjaśniły mechanizm pobudzania pulsacji gwiazd zmiennych typu Beta Cephei. Bierze też udział w międzynarodowym zespole badającym oscylacje Słońca. Interpretując ich własności, udało się potwierdzić poprawność tzw. standardowego modelu Słońca, co definitywnie wskazało, że różnice między obserwacjami i przewidywaniami dotyczącymi strumienia neutrin ze Słońca muszą wynikać z niedoskonałości fizyki cząstek elementarnych, a nie z błędności modeli słonecznych. Późniejsze badania fizyków potwierdziły tę konkluzję. Na podstawie tych samych obserwacji oscylacji słonecznych otrzymano dokładny rozkład prędkości rotacji we wnętrzu Słońca.

Najważniejsze odkrycia ostatnich lat dokonane zostały przez astronomów średniego pokolenia. Andrzej Udalski, kierownik naukowy zespołu OGLE i współodkrywca zjawiska mikrosoczewkowania grawitacyjnego światła gwiazd, po zbudowaniu nowej kamery CCD przygotował niezwykle wydajny system komputerowego zbierania i opracowywania na bieżąco olbrzymiej liczby danych, dzięki czemu można niemal „on-line” monitorować jasność wielu milionów gwiazd. W ten sposób odkryto paręset zjawisk soczewkowania grawitacyjnego światła gwiazd i ponad 300 000 nowych gwiazd zmiennych, w tym kilka tysięcy cefeid w Obłokach Magellana, dzięki czemu powstała najdokładniejsza znana zależność okres-jasność dla tych niezmiernie ważnych gwiazd zmiennych, będących świecami standardowymi w kosmologii. To właśnie odkrycie i obserwacje cefeid w mgławicach spiralnych pozwoliły Hubble’owi na wyznaczenie odległości do mgławic i wykazanie ich pozagalaktycznego charakteru. Udalski wykrył wiele cefeid pulsujących w wyższych tonach niż podstawowy. Wykazał, że odległości do Obłoków Magellana są o około 10% mniejsze niż sądzono dotąd. Odległości do Obłoków są podstawowymi jednostkami odległości używanymi w kosmologii. Używając nowej metody fotometrycznej, zespół OGLE wykrył ponad sto kandydatów na planety. W kilku wypadkach udało się potwierdzić planetarny charakter tych obiektów. W 2003 r. wykryto po raz pierwszy zjawisko soczewkowania grawitacyjnego światła gwiazdy przez planetę, co daje do ręki zupełnie nową metodę wykrywania planet (dotychczas znane zjawiska tego typu były wywoływane przez leżące bliżej mało masywne gwiazdy).

Rówieśnik Udalskiego, Janusz Kałużny, był członkiem zespołu OGLE w pierwszej fazie. Jego główne zainteresowania wiążą się jednak z badaniami gromad gwiazdowych.

Obserwacje gromad otwartych o różnym wieku, wykonane przez Kałużnego, mają fundamentalne znaczenie dla badań ewolucji składu chemicznego w Galaktyce. Dokładne wyznaczenia wieku najstarszych gromad dostarczyły dolnego ograniczenia na wiek Wszechświata. Obecnie zaangażowany jest w międzynarodowy projekt DIRECT mający na celu możliwie najdokładniejsze wyznaczenie odległości do sąsiednich galaktyk nową, zaproponowaną przez Paczyńskiego metodą (członkiem tego zespołu jest też uczeń Paczyńskiego, Krzysztof Stanek, absolwent Uniwersytetu Warszawskiego, od niedawna profesor Harvardu).

Prace Andrzeja Zdziarskiego koncentrują się na astrofizyce wysokich energii. Zajmuje się on głównie modelowaniem promieniowania pochodzącego z bliskiego otoczenia czarnych dziur. Wykazał, że rozproszenie Comptona ma kluczowe znaczenie w procesach oddziaływania promieniowania z materią. Jego modele dobrze odtwarzają rozkład wysokoenergetycznego promieniowania aktywnych jąder galaktyk. Ostatnio zaangażował się w program obserwacji takiego promieniowania za pomocą nowego, bardzo czułego obserwatorium orbitalnego INTEGRAL.

Ciekawy i ważny wynik w zakresie kosmologii otrzymał kilka lat temu Roman Juszkiewicz, który na podstawie analizy dynamiki par galaktyk wykazał, że średnia gęstość materii we Wszechświecie wynosi około $1/3$ tzw. gęstości krytycznej. Nowsze, niezależne dane obserwacyjne potwierdziły poprawność tego wyniku.

Jeśli chodzi o cytawalność, absolutnym rekordzistą jest, oczywiście, Paczyński, którego prace były cytowane już ponad 10 tys. razy, co umieszcza go w wąskim gronie najczęściej cytowanych astronomów na świecie. Pozostali autorzy opisanych powyżej odkryć mają na swym koncie po parę tysięcy cytowań.

Prace polskich astronomów publikowane są we wszystkich czołowych czasopismach naukowych świata, w tym w międzynarodowym kwartalniku „Acta Astronomica”, założonym w 1925 r. przez Tadeusza Banachiewicza, a obecnie wydawanym przez Fundację Astronomii Polskiej (redaktorzy Marcin Kubiak i Andrzej Udalski). Jego tzw. *impact factor* plasuje go w pierwszej dziesiątce najlepszych czasopism astronomicznych na świecie i znacznie przewyższa *impact factor* jakiegokolwiek innego polskiego czasopisma naukowego. Pomimo stosunkowo niskiego nakładu jego wydawanie przynosi fundacji dochód.

Perspektywy astronomii z astrofizyką w Polsce nie są złe. Oczywiście, pod warunkiem że zostanie zatrzymany, zabójczy dla całej nauki, trend corocznego zmniejszania środków budżetowych na badania oraz że właśnie uchwalona ustawa o finansowaniu nauki, która daje „całą władzę w ręce ministra”, nie zostanie wykorzystana do likwidacji nauk podstawowych (w tym astronomii) jako zupełnie nieprzydatnych dla bezpośredniego rozwoju przemysłu i gospodarki w kraju.

Literatura

- [1] Kubiak M., Korzeniewska I., *Astronomical Observatories in Poland*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1973.
- [2] Smak J. *Od Centralnego Obserwatorium do Centrum Astronomicznego im. Mikołaja Kopernika*, [w:] *Uczni i ich badania*, pod redakcją J. Tazbira, Warszawa 2002, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, s. 187-197.
- [3] Zespół Komitetu Astronomii PAN pod przewodnictwem W. Dziembowskiego, *Stan badań astronomicznych w Polsce*. „Nauka” 1995, nr 4, s. 63-80.
- [4] Sanchez S.F., Benn C.R., *Impact of astronomical research from different countries*. „Astronomische Nachrichten”, 2004, t. 325, nr 5, s. 445-450.
- [5] King D.A., *The scientific impact of nations*. „Nature”, 2004, t. 430, s. 311-316.
- [6] Pańków M., Schilling K., *Przewodnik astronomiczny po Polsce*. Wydawnictwo Pojezierze, Olsztyn 1981.

**Astronomy and astrophysics in Poland
at the threshold of 21st century**

The first part of the paper presents briefly the reconstruction and development of the Polish astronomy in the post-war years. This task was accomplished by the older generation of the pre-war professors but from 50-ties on a new generation of their pupils appeared. They had gathered a good scientific experience in the best foreign astrophysical institutions and they created still existing schools of astrophysics in Warszawa, Toruń, Kraków and Wrocław. Next, all the Polish astronomical and astrophysical centers are presented in more detail. In the last part a position of the Polish astronomy compared to the world astronomy is discussed. When doing this a difference is stressed between achievements of Polish astronomers working permanently in the foreign institutions and affiliated there and those obtained in the Polish institutions. Bohdan Paczyński, Professor of the Princeton University, is the most world known, contemporary Polish astronomer and the OGLE team of the Warsaw University has the greatest scientific achievements in Poland.

Key words: astronomy, astrophysics, history of astronomy, astronomical institutions