

Biblioteka
Główna
UMK Toruń
+125.

08483 | 2008

Urania

1/2008 (733)

POSTĘPY ASTRONOMII

tom LXXIX

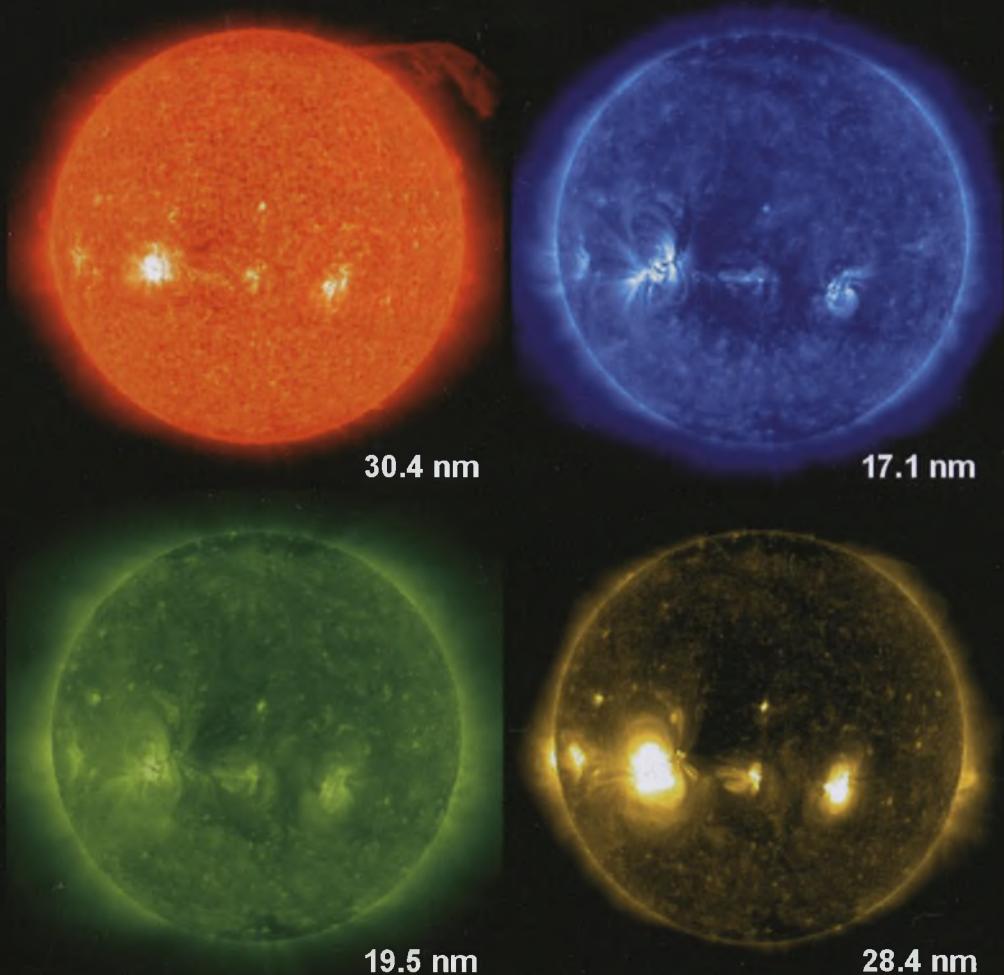
styczeń—luty



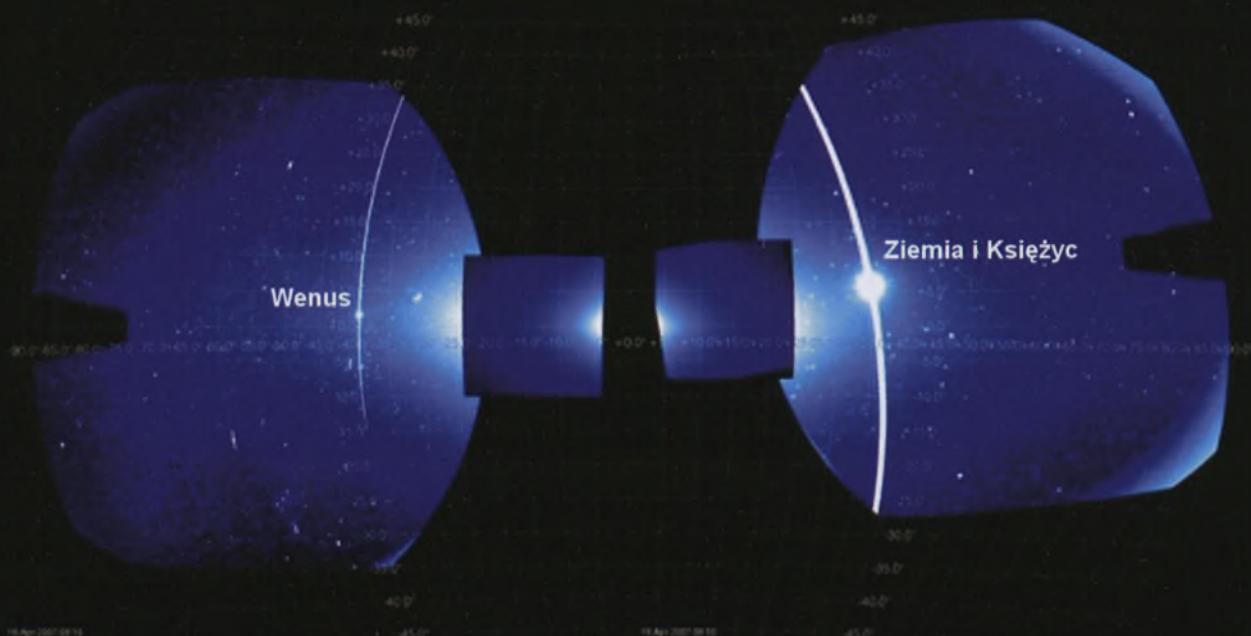
- Heliofizyka roku 2007
- Misja Hayabusa, czyli kosmiczne peripetye japońskiego sokoła
- Wybuch jasności komety 17P/Holmes
- Fantastyka stosowana

Heliofizyka roku 2007

Patrz tekst na s. 3

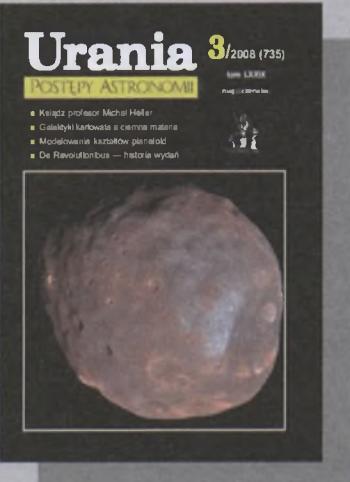
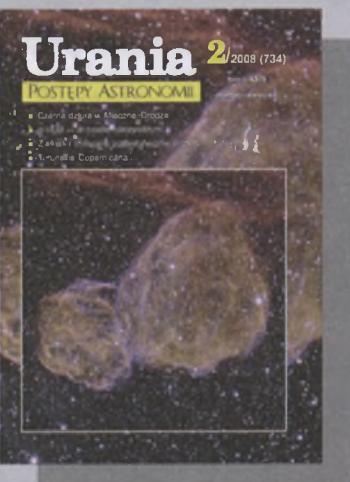
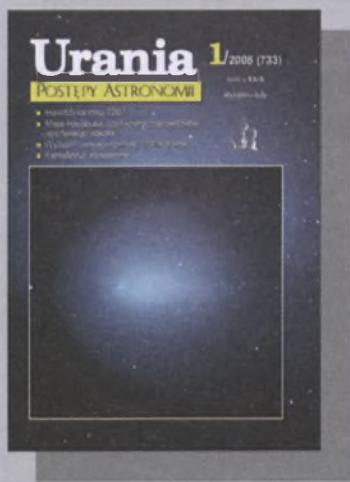


Rys. 3. Obrazy tarczy Słońca wykonane instrumentem EUVI satelity STEREO-A w dniu 5 czerwca 2007 r. Doskonale widoczne są: ogromna protuberancja ponad NW brzegiem Słońca, liczne drobne protuberancje nad niemal całym obwodem brzegu, protuberancje okołobiegunkowych dziur koronalnych (północna i południowa, z dominującą otwartą konfiguracją pola magnetycznego), dwa obszary aktywne z wyraźnie zaznaczoną pętlową strukturą pól magnetycznych



Rys. 4. Panoramiczny obraz heliosfery wykonany teleskopami SECCHI/HI satelitów STEREO-A (po lewej stronie) i STEREO-B (po prawej). Wyraźnie widoczna jest Ziemia i Księżyc oraz Wenus, na oryginalu zdjęcia widać również Merkurego

Rocznik 2008 tom LXXIX



Indeks autorów 08483/2008

Urania

POSTĘPY ASTRONOMII

INDEKS AUTORÓW

Ayiomamitis Anthony	216, (5)o.IV	Michalski Tadeusz	(5)w.I
Brożek Tomasz	18	Mościbrodzka Monika	52
Bukowska Danka	220	Nikodem Marek	(5)o.III
Chlebowski Mariusz	2, 139	Nowak Agnieszka	(5)w.I
Chrapek Antoni	146, (5)w.I	Nowak Grzegorz	62
Chrupała Henryk	127	Pankowski Karol	194
Czart Krzysztof	18	Pazderska Bogna	196
Czubko Łarisa	124	Pilarczyk Artur	(5)w.IV
Derdzikowski Adam	50, 268	Pilski Andrzej S.	265, 271
Drążkowska Joanna	144, 192, 240	Piskorz Wojciech	(1)o.IV
Drążkowski Jacek	47, 48, 95, 96, 143, 189, 191, 226, 239, 270, 287, 288	Plucińska Elżbieta	119
Dworak T. Zbigniew	26, 94, 124, 190, 225, 242, 286	Podgórzak Krzysztof	2
Dziadura Piotr	156	Ruciński Sławomir	148
Gadomski Jan	113	Rudawy Paweł	4
Gawroński Marcin	246	Rudnicki Konrad	210
Głowacki Maciej	(2)o.III	Schreiber Roman	48, 74, 96, 144, 192, 240, 255, 288
Gödel-Lannoy Aleksandra	30	Serafin Anna	160
Graczyk Dariusz	38, 84, 130, 131, 181, 228, 276	Siemieniec-Oziębło Grażyna	34
Grygiel Wojciech P	213	Szczepański M.T.	175
Huppenthal Zofia	(5)w.IV	Ściążor Tomasz	40, 88, 134, 184, 231, 278
Karoń Andrzej	50	Śpiewak Mirosław	214
Klimentowski Jarosław	102	Świerczyński Ernest	18
Kreiner Jerzy M.	35, 78	Świętnicki Mariusz	25, 50
Krzeminski Wojciech	224	Wiland Janusz	121
Kuczyński J.	175	Wirkus Piotr	(2)o.III
Kuźmiński Henryk	(2)o.III	Włodarczyk Jarosław	76, 256
Kwiatkowski Tomasz	204	Wojtkowska Karolina	22, 23, 24, 72, 123
Marciniak Anna	108	Woszczyk Andrzej	1, 25, 32, 45, 49, 68, 72, 73, 75, 77, 97, 100, 118, 145, 159, 165, 193, 209, 237, 241, 244
Marecki Andrzej	58	Wrochna Grzegorz	34
Maślaniec Łukasz	81	Zagrodnik Jerzy	50
Maślaniec Monika	81	Zawada Anna Karolina	114, 166, 189, 222, 223, 264, 271, 272
Mazur Marcin	274	Ziołkowski Krzysztof	12
Michalec Adam	36, 93, 141, 167, 217, 218		

INDEKS PRZEDMIOTOWY

Artykuły

- Aktywne jądra galaktyk, *Marcin Gawroński* 246
Czarna dziura w Mlecznej Drodze, *Monika Mościbrodzka* 52
De Revolutionibus – historia jednej książki, 19 lutego 2008, *Anna Karolina Zawada* 114
e-VLBI, czyli radiowa interferometria wielkobazowa w czasie rzeczywistym, *Andrzej Marecki* 58
Fantastyka stosowana, *T. Zbigniew Dworak* 26
Galaktyki karłowe jako narzędzie do badań ciemnej materii, *Jarosław Klementowski* 102
Heliofizyka roku 2007: ku mikro- i makroskali, *Paweł Rudawy* 3
Ksiądz profesor Michał Heller, *Andrzej Woszczyk* 100
Migracja planet, *Piotr Dziadura* 156
Misja Hayabusa, czyli kosmiczne peripetye japońskiego sokoła, *Krzysztof Ziolkowski* 12
Modelowanie kształtów planetoid, *Anna Marcińska* 108
O planetoidzie krążącej wokół Ziemi, *Tomasz Kwiatkowski* 204
Podróże zwierząt w Kosmos, *Anna Serafin* 160
Powstaje nowa „astronomia praktyczna”, *Konrad Rudnicki* 210
Międzynarodowy rok astronomii tuż, tuż..., *Andrzej Woszczyk* 244
Satelita astronomiczny MOST, *Sławomir Ruciński* 148
SKA — kilometrowy radioteleskop!, *Bogna Pazderska* 196
Tajemnice „De Revolutionibus”, *Jarosław Włodarczyk* 256
Toruńskie Copernicana, *Andrzej Woszczyk* 68
Wybuch jasności komety 17P/Holmes, *Krzysztof Czart, Tomasz Brożek, Ernest Świerczyński* 18
Zjawiska imitujące pozasłoneczne planety, *Grzegorz Nowak* 62

Rozmaistości

- „Phoenix” wylądował na Marsie! 159
Astronomowie śledzą asteroidę, która przejdzie w pobliżu Marsa 25
Czy tu powstają planety podobne do Ziemi? 72
Czyżby odkryto system planetarny taki jak nasz? 75
Google Earth — Sky 74
Haumea — piąta planeta karłowata 264
HST dokonał już 100 000 obiegów wokół Ziemi 209

Kosmiczny wypływ na przestrzeni miliardów lat świetlnych	272
Krzemianowy dysk w Mrówce	24
Merkury widziany z MESSENGER-a	273
Metamorfoza w mgławicę	24
Na krawędzi Układu Słonecznego	22
Nadchodzi era kosmicznych żaglowców	189
Nagroda Nobla z fizyki	271
Najmłodsze układy słoneczne	23
Niezwykła chłodna gwiazda typu widmowego Y	118
Niezwykłe kwazary rentgenowskie	123
Niezwykły wybuch gamma	118
Pierwsze gwiazdy	223
Planeta jak Ziemia	24
Polowanie na wiatr słoneczny	22
Prześwietlenie korony słonecznej	123
Rosetta spotyka się z planetoidą	224
Supernowa 2007sr i odległość do galaktyk Antennae	224
Tau Bootis zmieniła biegunowość magnetyczną	73
Tajemnicze obłoki srebrzyste	255
Toruń wśród gwiazd	165
Tygrysie pasy na Enceladusie widziane z sondą Cassini	273
Układ planetarny z rekordową liczbą planet	23
Ukryty olbrzym	22
Woda na Marsie	222
Załążki życia w planetarnym dysku	72
Zapomniany skarb	189
Zderzenie z planetoidą	271
Zwarte galaktyki we wczesnym Wszechświecie	166

Z kraju i ze świata

30 lat Wakacji w Planetarium	265
Astronomia XXI wieku i jej nauczanie	167
Jak ratowałem radioteleskop Lovella	214
Jan Walery Jędrzejewicz na tle polskiej i światowej astronomii XIX wieku	268
Mikołaja Kopernika OPERA OMNIA — zwieńczenie dzieła	76
Najważniejsze potrzeby aparaturowe astronomii polskiej w latach 2008–2025	169
Obserwatorium astronomiczne im. Tadeusza Banachiewicza na Lubomirze otwarte!	30
Organizacja Narodów Zjednoczonych proklamowała rok 2009 Międzynarodowym Rokiem Astronomii	32

Pierwsza konferencja Sieci Astrofizyki Cząstek i Sieci Fizyki Neutrin	34	listopad — grudzień	231
Trzynaste warsztaty bieszczadzkie	217	Rok 2009, styczeń — luty	278
Uchwała Zarządu Głównego Polskiego Towarzystwa Astronomicznego w sprawie przystąpienia Polski do ESO	33		
Układ Słoneczny w jeden dzień!	270		
Wręczenie nagrody Księdzu Hellerowi	213		
XII OZMA w Kawęczynku	220		
XXIV Ogólnopolskie Młodzieżowe Semianarium Astronomiczne im. prof. Roberta Głębockiego	119		
Zaćmienie Słońca — Syberia 2008	218		
Zarząd Główny PTA informuje	98		
Zebranie Zarządu PTA w 85 rocznicę powstania Towarzystwa	77		
Z kart historii			
Budowa pierwszego w Polsce wysokogórskiego obserwatorium astronomicznego im. Marszałka J. Piłsudskiego	113		
Edward Warchałowski — zapomniany prezes PTA	35		
Sylwetki astronomów			
Profesor Klim Czuriumow — życie wśród komet	124		
In Memoriam			
Wspomnienie o red. Zbigniewie Przyrowskim (1921–2008)	225		
Astronomia w szkole			
Dydaktyczne kolekcje meteorytów dla każdego	226		
LI Olimpiada Astronomiczna (2007/2008)	127		
Pierwsza Międzynarodowa Olimpiada z Astronomią i Astrofizyką	78		
Spojrzenie w niebo A.D. 2008	36		
Szkolne obserwatorium CCD	81		
Święcan — meteoryt z ciekawą historią	274		
Zadania zawodów III stopnia z rozwiązaniami — LI Olimpiada Astronomiczna	175		
Poradnik obserwatora			
AstroJaWil 10 — polski program astronomiczny	121		
Spojrzenie w sierpniowe zaćmienie Słońca	93		
Kalendarz astronomiczny			
Tomasz Ścieżor			
Rok 2008, marzec — kwiecień	40		
maj — czerwiec	88		
lipiec — sierpień	134		
wrzesień — październik	184		
Uchwała Zarządu Głównego Polskiego Towarzystwa Astronomicznego w sprawie przystąpienia Polski do ESO	33		
Układ Słoneczny w jeden dzień!	270		
Wręczenie nagrody Księdzu Hellerowi	213		
XII OZMA w Kawęczynku	220		
XXIV Ogólnopolskie Młodzieżowe Semianarium Astronomiczne im. prof. Roberta Głębockiego	119		
Zaćmienie Słońca — Syberia 2008	218		
Zarząd Główny PTA informuje	98		
Zebranie Zarządu PTA w 85 rocznicę powstania Towarzystwa	77		
Recenzje			
Andrzej Woszczyk „Sylwetki astronomów polskich XX w.”	142		
„Historia astronomii”, pod redakcją Michaela Hoskina	45		
Ian Ridpath: „Astronomia. Gwiazdozbiory — Planety — Instrumenty astronomiczne”	286		
John M. Charap „Objaśnianie Wszechświata. Fizyka XXI wieku”	190		
Przemysław Rudź „Niebo. Przewodnik po Wszechświecie”	237		
Rocky Kolb „Ślepi obserwatorzy nieba”	94		
Galeria obiektów NGC			
Dariusz Graczyk			
Łańcuch Markariana	130		
NGC 4388	84		
NGC 4395	38		
NGC 4449	181		
NGC 4494	276		
Oczy: NGC 4435 + NGC 4438	131		
Para galaktyk Arp 269: NGC 4485 i NGC 4490	228		
Astronomia i muzyka			
Jacek Drążkowski			
Gwiazdy dźwiękami malowane	191		
Kosmos w Olsztyńskiej Filharmonii	47		
Muzyka i... astronautyka	239		
Muzyka sfer wg Mike'a Oldfielda	143		
Przedwiosenny remanent	95		
Zasłuchany w światło Księżyca	287		
Ciekawe adresy internetowe...			
Roman Schreiber			
48, 96, 144, 192, 240, 288			
Relaks z Uranią			
		48, 96, 144, 192, 240, 288	
W kolorze			
30 lat Wakacji w Planetarium	(6)w.IV;		
30 rocznica lotu Polaka w Kosmos	(5)o.II;		
AstroJaWil 10 – program astronomiczny	(3)w.IV;		
Całkowite zaćmienie Słońca	(5)w.II–III;		
Ciemne obłoki Wielkiej Mgławicy w Kiliu	(4)w.II–III;		
Dwuramienna spirala Mlecznej Drogi	(4)o.IV		
Feniks na Marsie	(4)o.II;		

Heliofizyka roku 2007	(1)o.II;	<i>Drążkowski Jacek</i>	(5)w.I
Jowisz i Io z pokładu New Horizons	(3)o.IV	<i>Filipek Marcin</i>	45, (1)o.III, (2)o.II, (4)o.III, (5)w.IV
Kolizje galaktyk	(4)w.I;	<i>Główacki Maciej</i>	(2)o.III
Kometa 17P/Holmes w sztucznych barwach	(1)w.I;	<i>Hojda Artur</i>	(5)w.I
LI Olimpiada astronomiczna	(3)o.II;	<i>Janusz Krzysztof</i>	(6)w.I
Międzynarodowa Olimpiada z Astronomii i Astrofizyki	(2)w.IV;	<i>Jaskólska Krystyna</i>	(3)o.III
NGC1232 i NGC3370	(6)o.II;	<i>Karoń Andrzej</i>	(2)o.II
OMSA 2008	(3)w.I-III;	<i>Kubicki Grzegorz</i>	(6)w.I
Otwarcie Obserwatorium astronomicznego na Lubomirze	(1)w.IV;	<i>Kuźmiński Henryk</i>	(2)o.III
Powierzchnia Io w budowie	(6)o.IV	<i>Michalski Tadeusz</i>	(4)w.IV, (5)w.I, (6)w.I
Rho Ophiuchi	(2)w.II-III;	<i>Nikodem Marek</i>	(5)o.III, (6)o.III
Warstwy klifów na północnym Marsie	(6)w.II-III;	<i>Nowak Agnieszka</i>	(5)w.I
Wielka Mgławica Oriona M42-43	(1)w.II-III;	<i>Pieślak Andrzej</i>	(6)w.I
Zaćmienie Księżyca 16-17 sierpnia 2008 r.	(5)o.IV	<i>Pilarczyk Artur</i>	(5)w.IV

Na okładce

Aktywny obszar w pobliżu gromady NGC2074	(5)
Dwupłatowy obłok DEM L316	(2)
Eta Carinae i mgławica Homunculus	(6)
Fobos widziany z pokładu Mars Reconnaissance Orbiter	(3)
Główka komety 17P/Holmes	(1)
Lądownik Feniks na Marsie	(4)

Galeria Uranii:

Galeria Uranii-PA	(1)o.III, IV; (2)o.II, III; (3)o. III; (4)w. IV, o. III; (5)w. I, IV, o. III; (6)w.I, o.III
-------------------	---

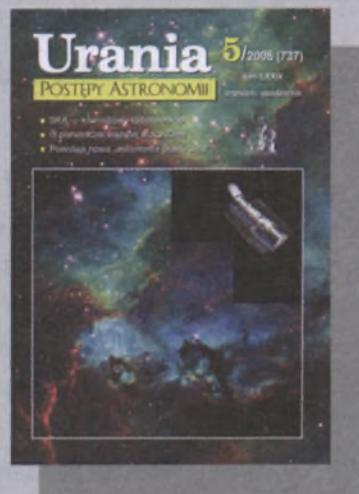
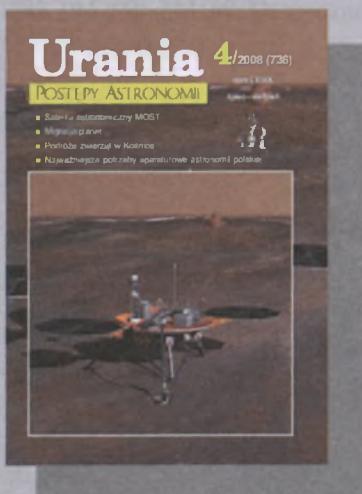
Autorzy zdjęć w Galerii Uranii

<i>Ayiomamitis Anthony</i>	(2)o.II, (4)o.III
<i>Chojnicki Tomasz</i>	45
<i>Chrąpek Antoni</i>	(5)o.I

Układ stron w tomie LXXIX „Uranii-PA”:

zeszyt nr 1 (727)	1 — 48
zeszyt nr 2 (728)	49 — 96
zeszyt nr 3 (729)	97 — 144
zeszyt nr 4 (730)	145 — 192
zeszyt nr 5 (731)	193 — 240
zeszyt nr 6 (732)	241 — 288

W przypadku materiałów umieszczonych na stronach kolorowych zastosowano oznaczenia: liczba w nawiasie — numer zeszytu, o — okładka, w — wkładka, cyfra rzymska — numer strony.



Szanowni i Drodzy Czytelnicy,

Kończący się rok 2007 przyniósł kilka bardzo ważnych wydarzeń dla nas, dla środowiska Miłośników Astronomii i zawodowych astronomów. Przede wszystkim Organizacja Narodów Zjednoczonych proklamowała rok 2009 Międzynarodowym Rokiem Astronomii. To pierwsze w historii badań astronomicznych globalne, w skali całej Ziemi, zwrócenie uwagi jej mieszkańców na wagę i znaczenie astronomii w naszym codziennym życiu, w rozumieniu naszego miejsca w otaczającym świecie, w rozwoju badań naukowych i technologicznym postępie dzierżącym się wokół nas. Oczywiście nakłada to na nas wiele obowiązków. Astronomowie muszą jeszcze bardziej otworzyć swoje obserwatoria i pracownie na publiczność żądaną wiedzy.

Nauczyciele i popularyzatorzy nauki powinni zintensyfikować swoje działania i pracę edukacyjną.

Planetaria muszą opracować nowe programy i sposoby jeszcze szerszego i atrakcyjnieszego dotarcia do świadomości swoich widzów i organizowanych warsztatów naukowych. I tak dalej, i tak dalej. Wszyscy mamy nad głowami to samo niebo, ten sam świat gwiazd. Odkrywajmy więc piękno tego świata, starajmy się go poznać i zrozumieć i dzielmy się tymi odkryciami z innymi.

Bardzo ważnym wydarzeniem dla popularyzacji astronomii w Polsce było otwarcie, na początku jesieni 2007 r., na górze Lubomir, na miejscu historycznej, ale bardzo ubogiej stacji obserwacyjnej, gdzie odkryto 3 „polskie” komety, obserwatorium z prawdziwego zdarzenia. Zasługa to niewątpliwa całej gminy Wiśniowa z wójtem Julianem Murzynem na czele. Murowany budynek zwieńczony jest dwoma kopułami o średnicy 5 i 3 m, które będą wyposażone w teleskopy o średnicy odpowiednio 60 i 25 cm. To naprawdę wspaniałe! Serdecznie gratulujemy Panu Wójtowi i Jego Współpracownikom.

O obu tych wydarzeniach piszemy wewnętrz tego numeru. Ale stało się jeszcze coś, co P.T. Prenumeratorów „Uranii – Postępów Astronomii” dotycza bezpośrednio. Mianowicie Wspólnota Europejska postanowiła jeszcze nie wprowadzać w Polsce obowiązkowego VAT-u na czasopisma naukowe. Nie musimy więc podnosić ceny naszego pisma i w dalszym ciągu zachować dotychczasową, nie zmienianą od kilku lat, stawkę prenumeraty.

Do ważnych wydarzeń odchodzącego roku należało też stanowisko Zarządu Głównego PTA w sprawie przystąpienia Polski do ESO. Upoważniony przez Zgromadzenie Ogólne PTA na Zjeździe w Kielcach, ZG PTA w dniu 6 listopada 2007 r. podjął uchwałę, która jednoznacznie rekomenduje przystąpienie Polski do tej najważniejszej organizacji astronomicznej w Europie. Dokument ten publikujemy na s. 33.

Kończący się rok 2007 był rokiem heliofizyki. Mijał bez specjalnego zwracania na ten fakt uwagi. Na Słońcu niewiele się działo, bo to przecież okres minimum aktywności. Ale trwały intensywne badania naszej dziennej gwiazdy. Mówił o tym pięknie na Zjeździe Polskiego Towarzystwa Astronomicznego profesor Paweł Rudawy z Wrocławia, a następnie napisał dla nas interesujący artykuł. Otwieramy tym artykułem bieżący numer. Piszemy też, piorem Krzysztofa Ziolkowskiego z CBK, o ambitnym japońskim projekcie przywiezienia na naszą planetę próbki materii z planetoidy.

Wreszcie, do wydarzeń ostatnich miesięcy 2007 r. zaliczyć należy niezwykły wybuch jasności komety Holmesa – w ciągu paru dni jej blask wzrósł przeszło milion razy. I z komety trudno dostrzegalnej przez duże teleskopy, nagle stała się widoczna gołym okiem. Spowodowało to duże zaciekanie naszych Czytelników i pytania o ten obiekt, na które z przyjemnością odpowiadaliśmy. O obserwacjach tej komety piszą doktoranci astronomii z Torunia. Ciągle nie są znane przyczyny tak niezwykłego „wybuchu”.

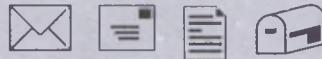
Z innych spraw poruszanych w tym zeszycie to przypomnienie sylwetki „zapomnianego” prezesa Polskiego Towarzystwa Astronomicznego prof. Edwarda Warchałowskiego, geodety, późniejszego rektora Politechniki Warszawskiej oraz eseju fantastycznonaukowy. Ponadto tradycyjnie kalendarzyk astronomiczny, galeria galaktyk, felieton muzyczny, ciekawe strony internetowe, „krzyżówka”...

Życzę Państwu wszelkiej pomyślności w Nowym Roku oraz zawsze przyjemnej lektury naszego pisma



foto A. Dauksza-Wiśniowska

Toruń, w grudniu 2007 r.



Chochlik ciągle działa. Wiedzieliśmy, że należy uzupełnić jeden z akapitów wspomnienia o profesorze Michale Kamieńskim zgodnie z życzeniem Autora i byliśmy przekonani, że tę poprawkę wprowadziliśmy. Ogromne było nasze zdziwienie, że jednak tekst w wersji drukowanej nie został poprawiony. Przepraszamy bardzo Autora i Państwa P.T. Czytelników za ten brak staranności z naszej strony.

Redakcja

A oto jak powinien brzmieć pierwszy akapit drugiej kolumny na s. 270 „Uranii-Postępów Astronomii” nr 6/2007:

Do pracy w Uniwersytecie Warszawskim prof. Michał Kamieński już nie wrócił. Ale wkrótce po powstaniu Polskiej Akademii Nauk i utworzeniu w jej strukturze Zakładu Astronomii, objął w nim na krótko stanowisko profesora i kierownika Sekcji Komet, które — po przejściu już definitelywnie na emeryturę we wrześniu 1960 roku — nadal nieformalnie pełnił, pozostając niezwykle aktywnym członkiem Komisji Komet działającej w ramach Komitetu Astronomii PAN. Integrował w ten sposób polskie środowisko badaczy komet, które tworzyły — rozproszeni w różnych instytucjach — przede wszystkim: prof. Felicjan Kępiński z Politechniki Warszawskiej,

prof. Józef Witkowski z Obserwatorium Astronomicznego w Poznaniu, doc. Maciej Bielicki z Obserwatorium Astronomicznego w Warszawie i rozpoczynający w końcu lat pięćdziesiątych obliczenia orbit komet w Zakładzie Astronomii PAN prof. Grzegorz SitarSKI. Ten ostatni, najpierw jako uczeń, a następnie bliski współpracownik prof. Kamieńskiego oraz wszystkich wymienionych wyżej członków dawnej Sekcji Komet, do dziś patronuje rozwojowi w Polsce astronomii kometarnej, która — m.in. za sprawą współczesnych możliwości obliczeniowych i osiągnięć w badaniach kosmicznych — spotyka się z coraz większym zainteresowaniem na całym świecie.

Witam,

Jestem stałym czytelnikiem „Uranii”. Wiem, że czasem czytelnicy wysyłają do Was fotografie astro. W związku z tym ja też chciałbym podzielić się z Wami kilkoma fotografiami astro (namiastka astro).

Fotografie przedstawiają blask odbitego Księżyca w Zatoce Puckiej, Słońce widziane poprzez kwiat mniszka, dzwonnice na Starówce Warszawskiej z „Krugerem na tle Księżyca” (ta fotografia zdobyła nagrodę w Bałtyckim Towarzystwie Fotograficznym) i oczywiście

Tu może być reklama Twojej Firmy!

Nasz cennik jest następujący:

cała strona kolorowa: 1000,00 zł

cała strona czarno-biała: 400,00 zł

Przy mniejszych formatach dla stron czarno-białych:

1/2 s.: 300,00 zł

1/4 s.: 200,00 zł

1/8 s.: 100,00 zł — ten rozmiar traktujemy jako najmniejszy „moduł”.

Podobnie jest ze stroną kolorową.

Istnieje możliwość negocjowania warunków.

Zapraszamy na nasze łamy!

ście Księżyca. Księżyca był fotografowany przez teleskop Newton 1200-235.

Pozdrawiam

Krzysztof Podgórzak

Witam,

...chciałem zwrócić uwagę, że: 1. W „galerii obiektów NGC” prawdopodobnie zamieniono opisy pod fotografiami 1 i 6. 2. W artykule Twarzą w twarz z supernową między innymi przedstawiono szacunkową odległość do NGC 1316 na

podstawie pomiarów odległości do dwóch supernowych widocznych w tej galaktyce. Skoro otrzymane wartości to 63 i 206 mln lat św., to dlaczego 63 mln lat św. jest ograniczeniem z góry („...nie dalej niż...”) skoro może to również być 206 mln lat św.

Pozdrawiam i życzę powodzenia w dalszym promowaniu astronomii

Mariusz Chlebowski

Red.: Dziękujemy Czytelnikowi za celne uwagi.



Dwumiesięcznik poświęcony upowszechnianiu wiedzy astronomicznej. Czasopismo powstałe z połączenia się „Uranii” — dotychczasowego miesięcznika PTMA, ukazującego się od 1922 r. i „Postępów Astronomii” — dotychczasowego kwartalnika PTA, wychodzącego od 1953 r. Patronat: Polskie Towarzystwo Astronomiczne i Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii. Zachowana zostaje dotychczasowa numeracja „Uranii”. Pismo jest częściowo finansowane przez KBN.

Nakład: 1500 egz.

Redaktor Naczelny:

Andrzej Woszczyk, CA UMK Toruń

Zespół Redakcyjny:

Marek Gołębiewski, CA UMK Toruń
Magdalena Kożuchowska, CAMK Warszawa
Krzysztof Rochowicz, OPIOA Olsztyn
Roman Schreiber, CBK PAN
Karolina Wojtkowska, CA UMK Toruń

Opracowanie graficzne i skład komputerowy:

Jacek Drążkowski

Korekta:

Bożena Wyrzykowska

Adres Redakcji:

Uniwersytet Mikołaja Kopernika
Centrum Astronomiczne
ul. Gagarina 11
87-100 TORUŃ

tel. (0-56) 611 30 52

fax. (0-56) 621 93 81

Poczta elektroniczna (E-mail address):
aw@astro.uni.torun.pl
urania@astro.uni.torun.pl

Adres WWW:

<http://urania.pta.edu.pl>

<http://urania.camk.edu.pl>

Druk:

Zakład Poligraficzno-Wydawniczy
POZKAL, Inowrocław

Dystrybucja:

Karolina Wojtkowska, CA UMK,
ul. Gagarina 11, 87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 14
E-mail: urania@astro.uni.torun.pl

Prenumerata w roku 2008 kosztuje 54 zł.
Można również zamawiać pojedyncze zeszyty
w cenie 10 zł.

**Polskie Towarzystwo Astronomiczne
Zarząd Główny – Sekretariat**

ul. Bartycka 18, 00-716 Warszawa
tel. (0-22) 841 00 41 wewn. 146
E-mail: hania@camk.edu.pl
WWW: www.pta.edu.pl

**Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii
Zarząd Główny**
ul. Miodowa 13 m.35, 31-055 Kraków
tel. (0-12) 422 38 92
E-mail: ptma@oa.uj.edu.pl
WWW: oa.uj.edu.pl/~ptma

Numer zamknięto w grudniu roku 2007

* Materiałów nie zamówionych Redakcja
nie zwraca, a wykorzystując zastrzega so-
bie prawo do ich redagowania i skracania

* Przedruk materiałów i zdjęć tylko za zgo-
dą Redakcji. * Opinie i poglądy formu-
owane przez Redakcję i Autorów nie repre-
zentują oficjalnego stanowiska obu patro-
nujących nam Towarzystw *

W NUMERZE

3 *Heliofizyka roku 2007: ku mikro- i makroskałi*

Paweł Rudawy

Rok 2007 był Międzynarodowym Rokiem Heliofizyki. Nie najlepiej go wybrano dla spopularyzowania badań naszej dziennej gwiazdy — Słońce znajdowało się bowiem w fazie minimum aktywności, bardzo mało było plam i innych przejawów aktywności słonecznej. Ale Autor w sposób interesujący i precyzyjny opowiada o zjawiskach zachodzących wewnętrznych warstwach Słońca i współczesnych metodach badań tych zjawisk

12 *Misja Hayabusa, czyli kosmiczne perypetie japońskiego sokoła*

Krzysztof Ziołkowski

W czasie gdy Amerykanie pracowali na sondą Stardust, której celem było pobranie materii z głowy komety i przywiezienie jej na Ziemię, Japończycy podjęli przygotowania do wysłania na planetoidę sondy Hayabusa w celu pobrania materii z asteroidy i dostarczenie jej na naszą planetę. Historię tej sondy i problemy, jakie napotkała, opisuje ten artykuł

18 *Wybuch jasności komety 17P/Holmes*

Krzysztof Czart, Tomasz Brożek, Ernest Świerczyński

Kometa 17P/Holmes wybuchła niespodziewanie w końcu października. W ciągu 48 godzin blask jej wzrósł kilka milionów razy. Z obiektu dostępnego tylko dla dużych teleskopów stała się całkiem widocznym gołym okiem. Doktoranci astronomii w Obserwatorium Toruńskim śledzili ten niezwykły obiekt i przedstawiają Państwu swoje obserwacje. Ciągle nie jest znana przyczyna tego niezwykłego zjawiska

26 *Fantastyka stosowana*

T. Zbigniew Dworak

Rosyjska rodzinna spółka autorska Wojskunkij-Łukodianow ma upodobanie w „fantasyjnie stosowanej” wywodzącej się z fantastyki technicznej Verne'a. Pisarze starają się pokazać, że fantastyczne możliwości kryje w sobie każde zjawisko, nawet od dawna znane, lecz nie doceniane i nie wykorzystane. Autor, miłośnik fantastyki naukowej, przybliża nam ich twórczość

w kolorze: Heliofizyka 2007 (o. II); Kometa 17P/Holmes w sztucznych barwach (w. I); Otwarcie Obserwatorium astronomicznego na Lubomirze (w. IV); Wielka Mgławica Oriona M42-43 (w. II-III); Galeria Uranii (o. III, IV)

rozmaitości: *Ukryty olbrzym* (22); *Połowanie na wiatr słoneczny* (22); *Na krawędzi Układu Słonecznego* (22); *Najmłodsze układy słoneczne* (23); *Układ planetarny z rekordową liczbą planet* (23); *Planeta jak Ziemia* (24); *Krzemionowy dysk w Mrówce* (24); *Metamorfoza w mgławicy* (24); *Astronomowie śledzą asteroidę, która przejdzie w pobliżu Marsa* (25)

z kraju i ze świata: *Obserwatorium astronomiczne im. Tadeusza Banachiewicza na Lubomirze otwarte!* (30); *Organizacja Narodów Zjednoczonych proklamowała rok 2009 Międzynarodowym Rokiem Astronomii* (32); *Uchwała Zarządu Głównego Polskiego Towarzystwa Astronomicznego w sprawie przystąpienia Polski do ESO* (33); *Pierwsza konferencja Sieci Astrofizyki Cząstek i Sieci Fizyki Neutrino* (34)

z kart historii: Edward Warchałowski — zapomniany prezes PTA

astronomia w szkole: *Spojrzenie w niebo A.D. 2008*

galeria obiektów NGC: NGC 4395

kalendarz astronomiczny 2008: Marzec — kwiecień

recenzje: *Historia astronomii, pod redakcją Michaela Hoskina*

astronomia i muzyka: *Kosmos w Olsztyńskiej Filharmonii*

relaks z Uranią: Krzyżówka

ciekawe strony internetowe

NA OKŁADCE

Główne komety 17P/Holmes w listopadzie minionego roku osiągnęły rozmiary większe niż Słońce i stała się największym obiektem Układu Słonecznego. Zdjęcie prezentowane na okładce wykonali Mariusz Świątnicki 28.11.2007 w godz. 18.31—19.17 CSE (reflektor Newtona 205/907 + Nikon D70s, w ognisku głównym teleskopu. eksp. 8x120 s. ISO1250

Heliofizyka roku 2007: ku mikro- i makroskali

Słońce, jakie jest, każdy widzi — w ten sposób moglibyśmy stawiać wersową definicję konia, podaną w „Nowych Atenach” przez imię Benedykta Chmielowskiego. Słońce, gwiazda słuszych rozmiarów i masy ($D_{\odot} = 1\,392\,520$ km, $M_{\odot} = 1,989 \times 10^{30}$ kg), acz wśród gwiazd nie największa, z racji bliskości swojej ($a = 149\,597\,970$ km) i wielkiej mocy promieniowania ($L_{\odot} = 3,845 \times 10^{26}$ W) najjaśniejszym jest obiektem na firmamencie naszym ($M_{\odot,vis} = -26,7^m$) i widokiem cudnym swej tarczy oczy nasze raduje... Rzeczywiście, jest na co popatrzeć, choć, gwoli bezpieczeństwa przypomnijmy, że tylko teleskopem uzbrojonym w odpowiednie filtry!

Nawet obserwacje wizualne prowadzone w szczególnie sprzyjających warunkach okiem nieuzbrojonym (poprzez silne zadymienie działające jak filtr szary bądź też tuż nad horyzontem) pozwalały dostrzec szczególnie duże plamy słoneczne. Przyjmując, że w typowych warunkach obserwacyjnych oko ludzkie jest zdolne dostrzec obiekty o średnicy kątowej rzędu 1 minuty łuku i pamiętając, iż dla obiektu odległego o 1 jednostkę astronomiczną minuta łuku odpowiada odległość 43 500 km, duża, ale nie

nadzwyczajnie wielka plama słoneczna o średnicy rzędu 50 000 km może być bez trudu dostrzeżona jako czarny punkt na tarczy słonecznej. Najstarsze, znane nam wizualne obserwacje plam na Słońcu zostały odnotowane już w starożytnych kronikach chińskich (VIII stulecie p.n.e.).

Niestety, w ciągu całego 2007 r. liczba plam na Słońcu była bardzo mała, a często nawet plam nie było w ogóle. Brak plam słonecznych na tarczy to najłatwiej wykrywalny obserwacyjnie (np. przy zastosowaniu prostej i bezpiecznej *metody projekcyjnej*) przejaw okresowo występujących *minimów aktywności magnetycznej* Słońca, czyli okresów, gdy na powierzchnię Słońca niemal nie wypływają duże strumienie nowego pola magnetycznego, formujące *wielkie systemy magnetyczne* manifestujące się szczególnie wyraźnie poprzez powstawanie *obszarów aktywnych* i ich późniejszą ewolucję, a także złożone interakcje z równie zmiennym otoczeniem *globalnych i lokalnych* słonecznych pól magnetycznych.

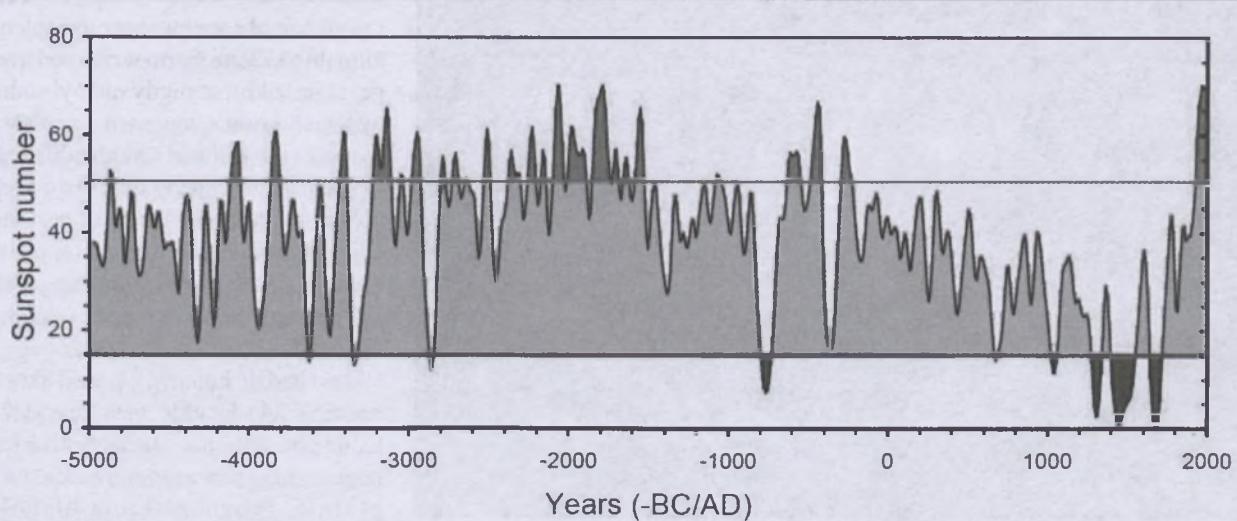
Zanik plam na Słońcu nie jest, oczywiście, jedynym przejawem bieżącego minimum aktywności magnetycznej Słońca. Nasza gwiazda obserwowana

we wszystkich zakresach widma elektromagnetycznego (począkając od γ , poprzez X, UV, światło widzialne aż po zakres radiowy), wykazuje obecnie w obserwacjach integrujących sygnał z całej tarczy znaczny spadek krótkookresowych wahań natężenia emisji (zwykle szczególnie silnych w przedziałach X i UV), jak również w przypadku dwuwymiarowych obserwacji obrazujących dramatyczny spadek liczby i różnorodności struktur widocznych zarówno na tarczy, jak i ponad limbem (brak obszarów aktywnych, a więc i pętli rozbłyskowych i porozbłyskowych, niewielkie włókna i protuberancje, sporadycznie pojawiające się plamy i pola pochodni itd.), co pociąga znaczne zmniejszenie lub niemal całkowity zanik lokalnych różnic w natężeniu emisji (X, UV, obszar widzialny). Dość powiedzieć, że obecnie typowy, integralny strumień miękkiego promieniowania rentgenowskiego Słońca, rejestrowany przez satelity z serii GOES w przedziale 0,1—0,8 nm oscyluje na poziomie $2-3 \times 10^{-9} \text{ Wm}^{-2}$ (klasa rentgenowska poniżej A wg klasyfikacji GOES), a podczas najsielszych rozbłysków strumień ten może wzrosnąć nawet do poziomu 10^{-2} Wm^{-2} (klasa rentgenowska ponad X albo, jak chce niektórzy, Y), czyli o ponad 6 rzędów wielkości (z grubszego 5 milionów razy). Obserwujemy obecnie także istotne zmniejszenie ilości i wielkości zaburzeń ośrodka międzyplanetarnego, co powoduje zmniejszenie liczby i skali zjawisk geofizycznych związanych z przebiegiem aktywności słonecznej (czyli przezywa-

my okres niezwykle „łagodnej” pogody kosmicznej, coś w rodzaju przedwiośnia w oczekiwaniu na rozpoczęcie nowego cyklu aktywności).

Wspomniane zmiany wyglądu i aktywności Słońca są szczególnie uderzające, gdy porównamy wygląd tarczy słonecznej obserwowanej w różnych długościach fal (czy też,ściślej, w różnych pasmach widma e-m) obecnie — schyłek roku 2007 — z podobnymi obrazami uzyskanymi w latach 1999—2002, w okresie szeroko rozumianeego maksimum aktywności, gdy jednocześnie na tarczy występowało regularnie po kilka dużych obszarów aktywnych, widocznych było oczywiście wiele plam słonecznych (liczba Wolfa osiągała wartość 150 i więcej), wielokrotnie w ciągu doby dochodziło do rozbłysków słonecznych różnych klas rentgenowskich (aż do klasy X), a w przestrzeni międzyplanetarnej często były wyrzucane potężne koronalne wyrzuty materii. Warto wspomnieć, iż choć strumień promieniowania rentgenowskiego emitowany przez rozbłysk nie jest liniowo proporcjonalny do całej ilości wydzielonej w rozbłysku energii, to jest w dobrym przybliżeniu jej miarą (rozbłyski o wyższej klasie rentgenowskiej przekształcają większą energię pola magnetycznego w różne inne formy energii: cieplną, promieniowanie, kinetyczną). Typowy rozbłysk słoneczny przekształca energię pola magnetycznego rzędu 10^{25} J , czyli energię, która wystarczyłaby do podgrzania od zera od stu stopni sześciastanu wody o boku 288 km ($2,4 \times 10^7 \text{ km}^3$), a więc około 1100 razy więcej wody niż wynosi objętość Bałtyku...

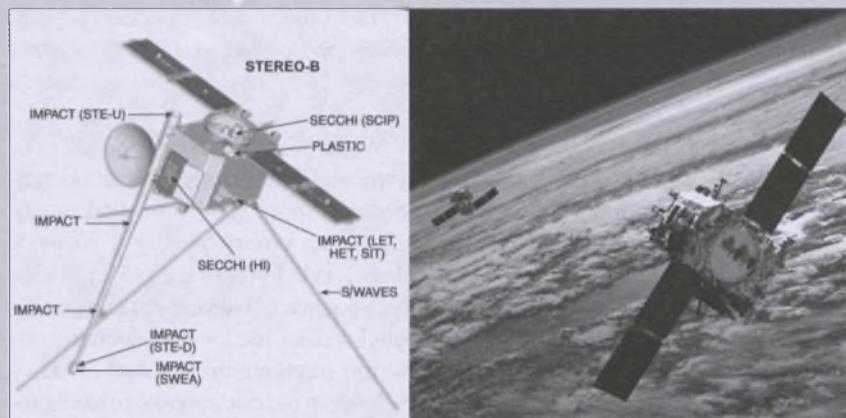
Okresowe występowanie minimów i maksimów aktywności słonecznej jest spowodowane cyklicznym działaniem dynama słonecznego, generującego pole magnetyczne u podstawy warstwy konwektywnej (na głębokości około 200 000 km pod fotosferą), w okolicach tachokliny, czyli obszaru zmian charakteru ruchu obiegowego płaszczyzny słonecznej wokół osi Słońca z rotacją różnicową (czyli z takiej, w której prędkości rotacji poszczególnych „pierścieni” płaszczyzny zależą w pierwszym rzędzie od ich odległości od płaszczyzny równika i głębokości pod powierzchnią Słońca) na rotację w zasadzie sztywną. Podstawowy średni okres działania dynama słonecznego trwa ponad 22 lata. W tym okresie dwukrotnie przebiega pełen cykl tworzenia z globalnego pola poloidalnego pola toroidalnego, wypływanego pól ku powierzchni, tworzenia i niszczenia obszarów aktywnych oraz odbudowy globalnego pola poloidalnego (aczkolwiek każdorazowo o przeciwnej bieguności), głównie poprzez akumulację w obszarach okołobiegunkowych słabych i rozproszonych pól magnetycznych, tzw. postępujących z obszarów aktywnych, niesionych ku obszarom okołobiegunkowym globalnym przepływem południkowym, mającym prędkość rzędu 15—20 m/s. Wyniki badań numerycznych wskazują, iż zmiany prędkości przepływu południkowego są jednym z istotnych czynników wpływających z wieloletnim wyprzedze-



Rys. 1. Zmiany aktywności Słońca w okresie 5000 p.n.e. do 2000 n.e. Wielkie minima i maksima zaznaczone są odpowiednio różnym odcieniem szarości (wg Usoskin, I. G. i in., *Astomomy and Astrophysics*, 2007, 471, 301)

niem na długość i amplitudę cyklu aktywności magnetycznej.

Pojedyncza sekwencja przemian pola poloidalnego w pole toroidalne, a następnie ponownie w pole poloidalne generuje na Słońcu pełny cykl obserwacyjny zjawisk aktywnych, przez co właśnie ten okres (średnio około 11 lat) jest przyjmowany jako długość podstawowego cyklu aktywności słonecznej (odkryty i wyznaczony przez Samuela Schwabego). Na podstawie analizy zarówno bezpośrednich obserwacji różnych przejawów aktywności słonecznej (obserwacji teleskopowych prowadzonych od drugiej dekady XVII w. najpierw sporadycznie a później coraz bardziej systematycznie), jak i pośrednich wskaźników zmian aktywności (np. sporadycznych zapisków o obserwacji plam czy też zorzy polarnych, a w szczególności badań zawartości izotopów ^{14}C , ^{10}Be) udało się wykazać istnienie wielu nakładających się dłuższych cykłów aktywności, nakładających się na cykl 22-letni, o długościach: 88 lat (cykl Gleissberga, może być to jednak w istocie jedynie modulacja amplitudy cyklu 22-letniego), ok. 205 lat (cykl De Vriesa) oraz ok. 2300 lat (cykl Hallstatt). Co więcej, okresowo są obserwowane

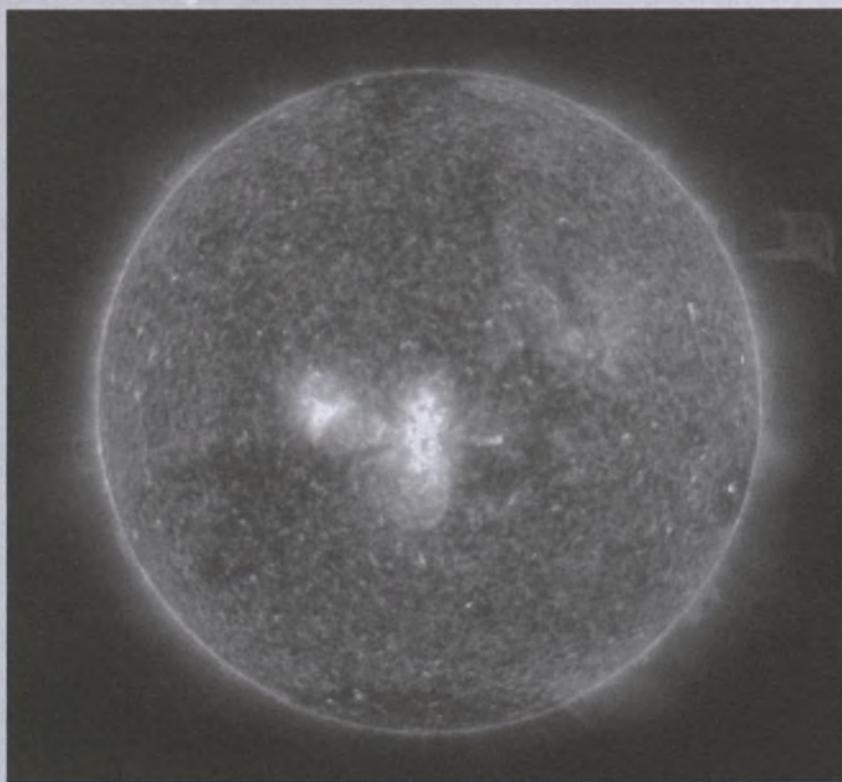


Rys. 2. Schemat rozmieszczenia instrumentów badawczych na bliźniaczych satelitach STEREO-A i STEREO-B oraz artystyczna wizja ich lotu przed wprowadzeniem ich na orbitę wokółsłoneczną (rysunki 2–5 pochodzą z zasobów strony internetowej NASA/STEREO)

okresy zaniku aktywności (bądź jej znacznego osłabienia i ewentualnie zmiany długości) lub też, przeciwnie, znacznego podwyższenia poziomu aktywności względem wartości średniej. Jak się ocenia, tylko w okresie haloenu, od roku –9500 p.n.e. nastąpiło 27 wielkich minimów aktywności słonecznej (obejmujących łącznie około 17% czasu trwania tej epoki) oraz 19 wielkich maksimów (odpowiednio 19% czasu). Najbardziej znane, bo niezbyt odległe w czasie, są wielkie minima: minimum Maundera (środek około roku 1680 n.e., długość około 80 lat, na ten okres przypada tak zwana mała epoka

lodowcowa w Europie), Spoerera (odpowiednio 1470 r. n.e. i 160 lat) oraz Wolfa (1305 r. n.e. i 70 lat). Na te epoki przypadają okresy wyraźnego ochłodzenia się klimatu na Ziemi. Warto wspomnieć, iż choć w okresie minimum Maundera obserwowano bardzo mało plam słonecznych, to badania zmian zawartości izotopu ^{10}Be wskazują, iż na Słońcu mogła wówczas występować pewna cykliczna aktywność magnetyczna, jednak o bardzo niskiej amplitudzie i wydłużonym do 15 lat czasie trwania elementarnego cyklu. Dla odmiany, na wiek XI–XII przypada wielkie maksimum aktywności Słońca, skorelowane z okresem wyraźnego ocieplenia klimatu na Ziemi (prawdopodobnie właśnie wtedy Wikingowie zasiedlali wybrzeża zielonej wówczas Grenlandii). Najnowsze wielkie maksimum aktywności słonecznej rozpoczęło się około roku 1920 n.e. i albo trwa jeszcze, albo też właśnie się kończy... Notabene, w ferworze dyskusji o przyczynach i skutkach obserwowanego ocieplenia klimatu na Ziemi warto wziąć pod uwagę, iż nasz klimat nigdy nie był stabilny i wielokrotnie znacząco ocieplał się (patrz *casus* zielonej Grenlandii) bądź też ochładzał (choćby okresowo kompletnie zamarzający Bałtyk) bez żadnej ingerencji człowieka, za to, jak się wydaje, do pewnego stopnia zgodnie ze zmianami aktywności naszej „gwiazdki”.

Jaki będzie kolejny, 24. cykl aktywności (C24) i cykle następne: C25, C26? Niestety, nie można podać jednoznacznej i pewnej odpowiedzi na to pytanie. Prognozowanie długości i amplitudy przyszłych cykłów aktywności słonecznej jest prowadzone przy wykorzystaniu metod statystycznych,

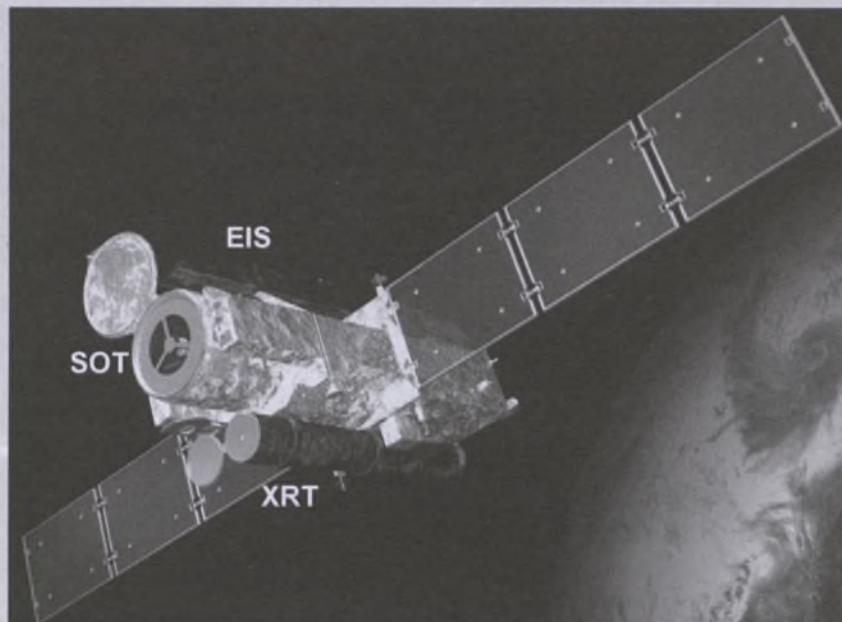


Rys. 5. Obraz złożony z czterech ujęć wykonanych przez teleskop SECCHI/EUVI satelity STEREO-B w pasmach 17,1, 19,5, 28,4 i 30,4 nm. Zakres temperatur obserwowanej materii rozciąga się od 60 kK do 2 MK. Wyraźnie widoczny jest rozbudowany obszar aktywny w centralnej części dysku oraz protuberancja nad NW brzegiem Słońca

poprzez modelowanie przebiegu procesów fizycznych, jak i przy zastosowaniu obu tych metod łącznie. Autorzy bardzo licznych prac poświęconych prognozowaniu aktywności oceniają spodziewaną wartość liczby Wolfa podczas maksimum C24 na od około 50 (czyli z grubsza 3 razy niższa amplituda cyklu od obecnego) aż do 170! Jeszcze trudniej przewidzieć amplitudę następnych cyklów. Niektórzy badacze oceniają, że C25 będzie miał amplitudę sięgającą zaledwie 25% amplitudy cyklu C23 (obecnego), zaś cyklu C26 praktycznie nie będzie. Inni zaś dochodzą do wniosku, iż cykle C25 i C26 mogą być nawet silniejsze niż obecny. Dopiero za wiele lat przekonamy się, kto ma rację...

Istotną część obserwacji niezbędnych dla zweryfikowania wspomnianych hipotez, jak i służących do rozwoju naszej wiedzy z dziedziny fizyki Słońca, będziemy wykonywać z przestrzeni kosmicznej. Promieniowanie γ , X i EUV, UV jest całkowicie pochłaniane przez atmosferę ziemską, a naziemne obserwacje dokonywane w świetle widzialnym i na falach jeszcze dłuższych są utrudnione poprzez zakłócenia atmosferyczne: seeing, refrakcję, ekstynkcję, nie zapominając oczywiście o banalnym zachmurzeniu. Z tego powodu nawet największe i najdoskonalsze naziemne teleskopy, wyposażone w najnowocześniejsze systemy optyki aktywnej i adaptywnej, umożliwiają uzyskanie przestrzennej zdolności rozdzielczej co najwyżej rzędu 0,1 sekundy łuku (czyli ok. 70 km na Słońcu). Nie można też z Ziemi uzyskać obrazów dużych, lecz słabo świecących obiektów w przestrzeni międzyplanetarnej (np. rozprzestrzeniających się koronalnych wyrzutów materii).

Wiele instrumentów, bardzo zasłużonych dla rozwoju heliofizyki, umieszczonego na orbicie wokółziemskiej (np. satelity SMM, YOHKOH, TRACE, RHESSI) lub też w odległej przestrzeni kosmicznej (ULYSSES i SOHO, który jest utrzymywany w punkcie Lagrange'a L1, położonym w odległości około $1,5 \times 10^6$ km od Ziemi w kierunku Słońca). Natomiast rok 2007 przebiegał w satelitarnej heliofizyce obserwacyjnej pod znakiem ogromnego zainteresowania wynikami obserwacji trzech nowych satelitów: pary bliźniaczych satelitów STEREO-A i STEREO-B, wystrzelonych przez narodową agencję ko-



Rys. 6. Wizja artystyczna wyglądu satelity HINODE na orbicie. Zaznaczono podstawowe instrumenty badawcze: teleskop rentgenowski XRT, teleskop światła widzialnego SOT oraz spektrograf obrazujący promieniowanie ultrafioletowe EIS (rysunki 6–10 pochodzą z zasobów stron internetowej JAXA/HINODE oraz NASA/HINODE)

smiczną USA NASA oraz satelity HINODE, umieszczonego na orbicie przez japońską agencję badania przestrzeni kosmicznej JAXA przy współpracy NASA, PPARC i ESA.

Satelity STEREO oraz HINODE odzwierciedlają dwa podstawowe kierunki badawcze, które zdają się dominować we współczesnej heliofizyce. Z jednej strony powszechnie uważa się, iż wiele procesów decydujących o przebiegu zjawisk na Słońcu zachodzi w bardzo małych przestrzennie i bardzo krótkich czasowo skalach (kilometry do dziesiątek kilometrów, sekundy i ułamki sekund) — a więc konieczne są obserwacje i badania prowadzone w słonecznej mikroskali. Z drugiej strony intensywnie bada się wpływ aktywności słonecznej na stan przestrzeni międzyplanetarnej (heliosfery), a wiodącym tematem badań w tej dziedzinie stała się tzw. pogoda kosmiczna, tak więc konieczne jest prowadzenie obserwacji heliofizycznych i przestrzeni międzyplanetarnej w makroskali. Przyjrzyjmy się więc nieco bliżej konstrukcji i wynikom obserwacji wspomnianych satelitów.

Satelity STEREO zostały wyniesione w przestrzeń kosmiczną 25 października 2007 r. z Cape Canaveral na Florydzie. Wykorzystano do tego jedną rakietę nośną typu Delta II, gdyż satelity nie są ani zbyt masywne (620 kg każdy), ani zbyt duże ($1,14 \text{ m} \times 1,44 \text{ m} \times 2,03 \text{ m}$, nie licząc rozkładanych anten, masztów urządzeń pomiarowych i pa-

neli ogniw fotowoltaicznych). Satelity umieszczone na orbitach wokółsłonecznych, nieznacznie różniących się od orbity ziemskiej, tak, że jeden z nich wyprzedza na swej orbicie linię łączącą Ziemię ze Słońcem z prędkością $22^\circ/\text{rok}$ (jest to satelita STEREO-A, A jak *Ahead*, czyli z przodu), a drugi o tyle samo opóżnia się (STEREO-B, B jak *Behind*, czyli z tyłu). W wyniku tego kątowa odległość satelitów widzianych ze Słońca wzrasta o około $44^\circ/\text{rok}$ (na początku grudnia 2007 r. ich separacja kątowa wynosiła około 42°).

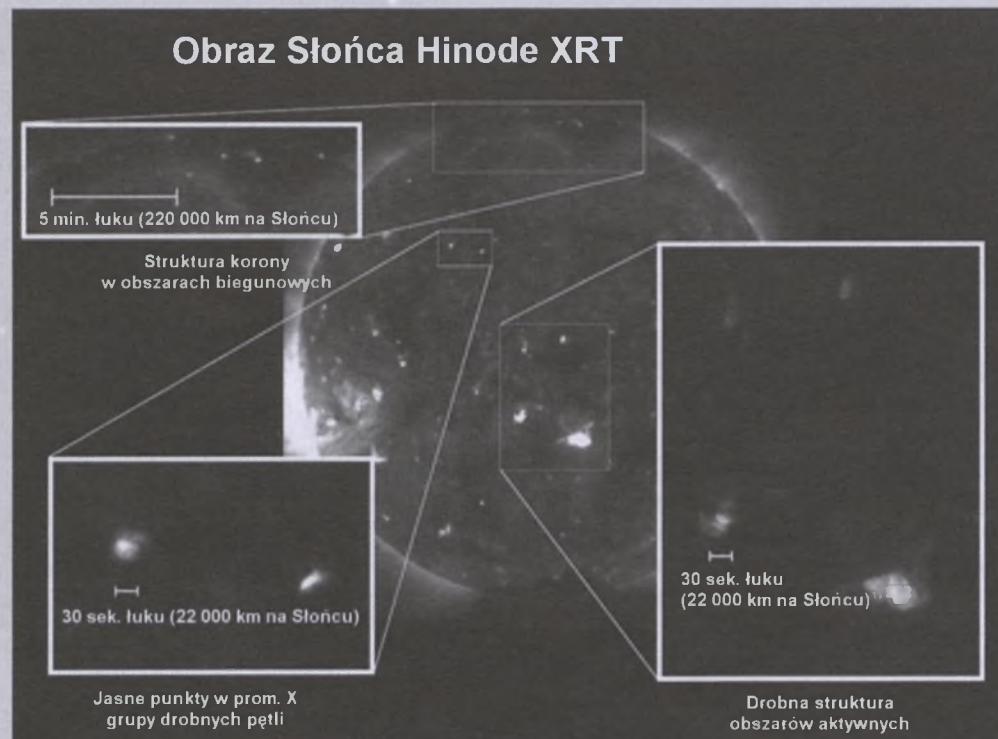
Na każdym z satelitów STEREO zainstalowano następujące instrumenty badawcze: zestaw teleskopów SECCHI (akronim od *Sun-Earth Connection Coronal and Heliospheric Investigation*) składający się z teleskopu EUVI, czyli teleskopu do obserwacji Słońca w promieniowaniu ultrafioletowym, dwu koronografów COR1 i COR2 światła widzialnego oraz teleskopu HI obrazującego heliosferę; instrument SWAVES przeznaczony do badania źródeł emisji radiowych rozprzestrzeniających się pomiędzy Słońcem a Ziemią; instrument IMPACT do badania rozkładu i własności plazmy i pól magnetycznych w przestrzeni oraz instrument PLASTIC do badania własności protonów, cząstek alfa i ciężkich jonów w plazmie międzyplanetarnej.

Badania własności plazmy międzyplanetarnej mają trudne do przecenienia znaczenie dla zrozumienia jej dynamiki

i interakcji z polami magnetycznymi, ale niewątpliwie najżywsze zainteresowanie wzbudzają obserwacje instrumentów zestawu *SECCHI*, bowiem po raz pierwszy w historii są uzyskiwane stereoskopowe obrazy struktur korony słonecznej widocznych na tarczy i ponad jej brzegiem oraz obrazy tej części heliosfery, która rozciąga się pomiędzy Słońcem a Ziemią. Ogólna zasada otrzymywania 3D obrazów na podstawie par obserwacji z satelitów *STEREO* jest identyczna z zasadą działania naszego wzroku: dwa identyczne odbiorniki tworzą obrazy tej samej struktury widzianej z nieco

różnych pozycji, po czym obrazy te są przetwarzane w komputerze, aby odtworzyć przestrzenny rozkład emitującej materii. Niestety, algorytmy numeryczne stosowane do obróbki zdjęć są jeszcze dalekie od doskonałości i niekiedy uzyskuje się rozwiązania niejednoznaczone bądź też nie udaje się odtworzyć obrazu przestrzennego, szczególnie w przypadku struktur pozabawionych wyraźnych, kontrastowych krawędzi. Niestety, położenie satelitów względem Słońca ulega ciągłej zmianie (rośnie ich separacja katowa) i tylko przez około 2 lata ich wzajemne położenie będzie umożliwiało odtwarzanie obrazów 3D. Później, w 4–5 roku misji, satelity znajdują się niemal po przeciwnych stronach Słońca i jeżeli jeszcze będą działały, pozwolą jedynie (a w zasadzie aż) na obserwację Słońca i heliosfery „z dwóch stron” naraz. Gdyby jednak oba satelity okazały się wyjątkowo długowieczne, to w 6–7 roku misji moglibyśmy spodziewać się uzyskania 3D obrazów „odwrócić”, to znaczy niewidocznej z Ziemi, części Słońca!

Układ optyczny teleskopu *EUVI* typu Ritchey-Chretien o aperturze 98 mm i ogniskowej 1,75 m wykorzystuje klasyczne lustra z zeroduru o małych kątach padania. Oba lustra (główne i pomocnicze), tak samo jak na satelicie *TRACE*, są podzielone na ćwiartki pokryte tak dobranymi wielowarstwowy-



Rys. 8. Przykład spektralnych i obrazujących obserwacji tarczy Słońca instrumentem EIS satelity HINODE

mi pokryciami odbijającymi, iż odbijają odpowiednio pasma 30,4 nm, 17,1 nm, 19,5 nm i 28,4 nm. Promieniowanie podczerwone, widzialne i UV jest absorbowane w aluminiowym filtrze wstępny oraz filtrach umieszczonych w pobliżu ogniska teleskopu. Skala przestrzenna obrazu wynosi 1,6"/piksel, obrazy rejestrowane są kamerą CCD 2K×2K. Pole widzenia to koło o promieniu 1,7 widocznego promienia Słońca.

Koronograf *COR1* jest klasycznym koronografem Lyota z wewnętrznym sztucznym księżycem i pierwszym tego typu koronografem użyтыm w misji kosmicznej. Jego pole widzenia obejmuje pierścień od $1,4 R_{\odot}$ do $4 R_{\odot}$. Ponieważ w koronografach Lyota obiektywem jest pojedyncza soczewka dająca obraz chromatyczny, średnica sztucznego Księżyca została tak dobrana, by blokowała obrazy fotosfery tworzone przez promieniowanie o długościach fal od 350 nm (granica przepuszczalności szkła obiektywu BK7-G18) aż do 1100 nm (granica rejestracji sygnału przez CCD) i dlatego jest nieco większa niż widoma średnica tarczy słonecznej w świetle wykorzystanego pasma o szerokości $\pm 11,25$ nm wokół linii $H\alpha$ wodoru (656,3 nm). Skala obrazu wynosi $3,75''/piksel$, czas ekspozycji 1 s.

Koronograf *COR2* zbudowany na wzór koronografów LASCO C2 i C3 satelity SOHO w układzie klasycznym dla

dotychczasowych misji kosmicznych, czyli posiada zewnętrzny sztuczny księżyc. Apertura wynosi 34 mm, światłosiła 1:7,5. Pole widzenia obejmuje pierścień od $2 R_{\odot}$ do $15 R_{\odot}$, skala obrazu na kamerze CCD $2K \times 2K$ wynosi $14,7''/piksel$, typowy czas ekspozycji 1 s. Instrument rejestruje wyłącznie promieniowanie spolaryzowane (zwykle -60° , 0° i 60° lub 0° i 90° względem *COR1*).

Teleskop *HI* składa się z dwóch małych teleskopów szerokątnych o średnicach 16 mm (teleskop HI-1) i 7 mm (teleskop HI-2), skierowanych nieco w bok od kierunku ku Słońcu (odpowiednio o 14° i 54° od osi satelity). Ich pola widzenia obejmują odpowiednio koła o średnicach 20° i 70° , których środki leżą niemal w płaszczyźnie ekliptyki. Skale obrazów wynoszą odpowiednio $70''/piksel$ i $4''/piksel$. Poziom słonecznego światła rozproszonego w teleskopach jest bardzo ograniczony dzięki systemowi 5 przystrojów, a dla osiągnięcia odpowiedniego stosunku sygnału do szumu (światło zodiakalne i światło gwiazd) rutynowo dokonywane jest sumowanie wielu ekspozycji (odpowiednio 70 i 50 ekspozycji). Typowa efektywna zdolność rozdzielcza wynosi 60 min dla HI-1 i 120 min dla HI-2.

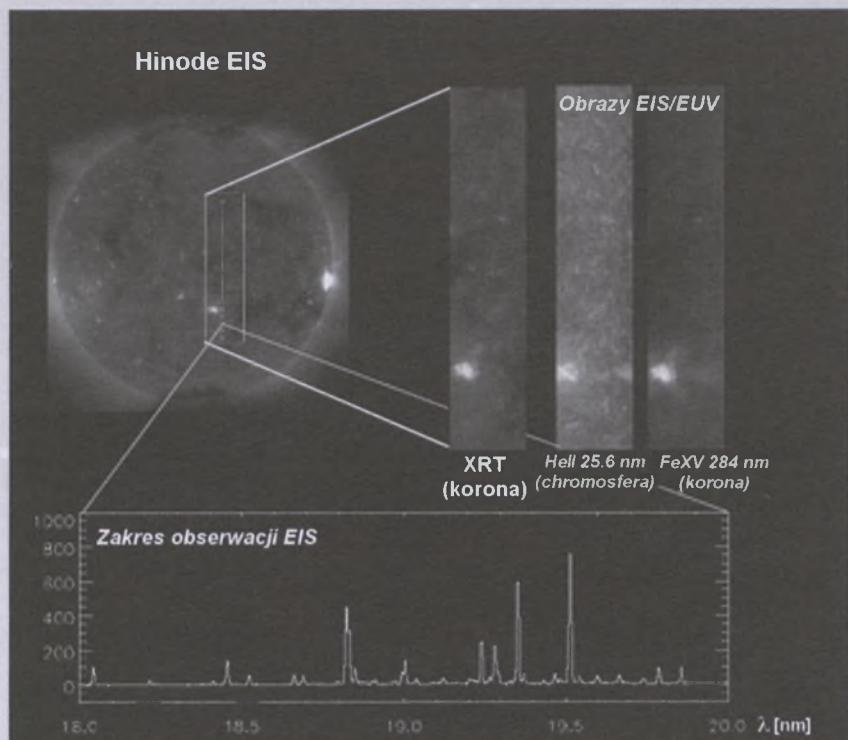
Pomimo iż aktywność słoneczna w 2007 r. była stosunkowo niska, dotychczas wykonane obserwacje przyniosły wiele interesujących wyników. In-

dywidualne obserwacje teleskopów *EUVI* pozwalają na analizę rozkładu temperatur w koronie słonecznej i budowę wielotemperaturowych obrazów Słońca, odzwierciedlających rozkład emisji w zależności własności od obserwowanych struktur i regionów. Po raz pierwszy uzyskano również jednocześnie panoramiczne obrazy całejewnętrznej części heliosfery, poczynając od szczególnego obrazu tarczy słonecznej (*HUVI*) poprzez obraz korony słonecznej (*COR1* i *COR2*) aż po obraz przestrzeni międzyplanetarnej $\pm 70^\circ$ od Słońca wzdłuż ekiptyki. Na tych zadziwiających obrazach znakomicie są widoczne Ziemia z Księżykiem (!), Merkury, Wenus, Mars, nie mówiąc już oczywiście o największych planetach: Jowiszu, Saturnie, Uranie i Neptunie, jasne gwiazdy i komety, a także, oczywiście, rzadka materia rozchodzących się CME.

Niezwykle istotne znaczenie mają jednocześnie obserwacje z obu satelitów tych samych struktur ewoluujących najpierw na tle tarczy słonecznej, a następnie rozprzestrzeniających się poprzez heliosferę. Szczególnie ciekawe są obserwacje erupcji wielkich systemów magnetycznych, ukazujące w 3D przebudowę obszarów aktywnych (teleskopy *EUVI*) i CME (*COR1* i *COR2*).

Szczególnie wielkie wrażenie na obserwatorach robią trójwymiarowe obrazy tarczy Słońca z „wystającymi” z niej protuberaniami, pętlami wypełnionymi gorącą plazmą itp. Wiele takich obrazów można znaleźć na internetowej stronie projektu STEREO, ale dla ich oglądania należy uzbierać się w „okulary” wyposażone w zielony i czerwony filtr.

Analiza trójwymiarowej konfiguracji struktur słonecznych i ich przestrzennej ewolucji może być realizowana nie tylko na podstawie obserwacji pary satelitów. W Instytucie Astronomicznym Uniwersytetu Wrocławskiego realizujemy obecnie projekt badawczy, mający na celu badanie 3D struktury i ewolucji protuberancji słonecznych opierając się na obserwacjach prowadzonych naziemnym koronografem Lyota 53 cm oraz spektrografem obrazującym MSDP. Nasz spektrograf MSDP umożliwia uzyskiwanie 2D obrazów wycinka tarczy Słońca o rozmiarach $325'' \times 40''$, w których obraz tarczy jest spleciony z widmem linii $H\alpha$ wodoro w ten sposób, że kolejne kolumny



Rys. 7. Obraz Słońca w promieniowaniu rentgenowskim widziany przez teleskop XRT. Uwiedoczone zostały obszary szczególnie doniosłych obserwacji HINODE: struktura okołogunowych dziur koronalnych z wertykalnymi wyrzutami materii, pętlowa struktura jasnych punktów rentgenowskich oraz drobna struktura budowy obszarów aktywnych

ny obrazu są tworzone przez światło o zmieniającej się długości fali w zakresie profilu linii $H\alpha$ ($\pm 0,12$ nm). Ponieważ jednocześnie jest rejestrowane 9 takich obrazów, z których każdy jest wykonany w nieco przesuniętym względem sąsiednich paśmie długosci fal, dla każdego piksela obrazu można, po dokonaniu w gruncie rzeczy bardzo prostej redukcji numerycznej, utworzyć profil emisji w linii $H\alpha$. Tak więc dla obszaru $325'' \times 40''$ na Słońcu uzyskujemy jednocześnie rozkłady natężenia emisji w dowolnie wybranej długości fali w ramach profilu linii $H\alpha$ (2D obrazy quasi-monochromatyczne) oraz profile emisji w każdym punkcie obrazu. Na podstawie takiego materiału obserwacyjnego, analizując serię czasową obserwacji, możliwe jest odtworzenie 3D trajektorii ruchu poszczególnych zgęstków materii w protuberancjach, a tym samym odtworzenie, przynajmniej przybliżone, jej ewolucji przestrzennej.

Satelita HINODE został wyniesiony w przestrzeń kosmiczną 22 sierpnia 2006 r. Następca znakomitego japońskiego satelity heliofizycznego Yohkoh, który od 1991 r. przez niemal pełen 11-letni cykl aktywności badał głównie rozblaski słoneczne i jest wyposażony w bogaty zestaw instrumentów obser-

wacyjnych: teleskop rentgenowski XRT, teleskop światła widzialnego SOT oraz spektrograf obrazujący promieniowanie ultrafioletowego EIS. Obserwacje HINODE mają dostarczyć danych do badań generacji i ewolucji pól magnetycznych, gromadzenia i wyzwalania energii pól, przebiegu i fizyki rozblasków słonecznych o różnych skalach, grzania korony i jej dynamiki.

Teleskop SOT jest największym heliofizycznym teleskopem światła widzialnego spośród kiedykolwiek umieszczonych w przestrzeni kosmicznej. To aplanatyczny teleskop typu Gregory'ego o aperturze 50 cm i efektywnej światłosile 1:9,055. Pole widzenia teleskopu wynosi $328'' \times 164''$ ($240\,000$ km $\times 120\,000$ km, a więc może obserwować nawet spory obszar aktywny), przestrzenna zdolność rozdzielcza instrumentu podczas pomiarów pól magnetycznych wynosi bezprecedensowe $0,16''$! Przedział rejestrowanych długości fal rozciąga się od 338 nm do 660 nm. Teleskop jest stabilizowany w trzech osiach z dokładnością lepszą niż $0,09''$ dzięki odpowiedniej konstrukcji oraz zastosowaniu układu optycznego z aktywną stabilizacją obrazu, którego zwierciadło przechyla się w dwu osiach na podstawie analizy obrazu granulacji.

SOT umożliwia jednoczesne obserwacje filtrogramowe oraz spektropolarymetryczne. Filtrogramy szerokopasmowe są uzyskiwane w 6 pasmach (CN 388,35 nm, Ca II H 396,85 nm, G 430,50 nm oraz 3 obszary widma ciągłego: 450,45 nm, 555,05 nm oraz 668,40 nm; szerokość pasm od 0,3 nm do 0,8 nm), najkrótszy czas ekspozycji 0,03 s, pole widzenia $218'' \times 109''$, rozdzielcość czasowa 10 s. Podstawowym obiektem badań są ruchy materii w fotosferze oraz lokalizacji obszarów silnych pól magnetycznych. Filtrogramy wąskopasmowe uzyskuje się przy wykorzystaniu przestrjalnego filtra Lyota o paśmie przepuszczalności 0,09 nm, w 10 pasmach o szerokości 0,6 nm każde, obejmujących linie żelaza i tytanu (asma 525,0 nm, 557,6 nm, 630,0 nm), magnezu (517,2), sodu (589,6 nm) oraz linię H α wodoru (656,3 nm), czyli linie formowane zarówno w fotosferze, jak i w chromosferze. Uzyskiwane dane pozwalały na pomiary natężenia emisji, pól prędkości oraz pola magnetycznego. Niewinietowane pole widzenia instrumentu wynosi $264'' \times 164''$, minimalny czas ekspozycji 0,1 s. Oba rodzaje filtrogramów (szeroko- i wąskopasmowe) są rejestrowane wspólną kamerą CCD $4K \times 4K$ pikseli (każdy z systemów dysponuje obszarem $4K \times 2K$).

Spektropolarymetr umożliwia pomiar profili dwu linii żelaza czułych magnetycznie (630,15 nm i 630,25 nm). Szczelina instrumentu obejmuje obszar $0,16'' \times 164''$, jest możliwe skanowanie

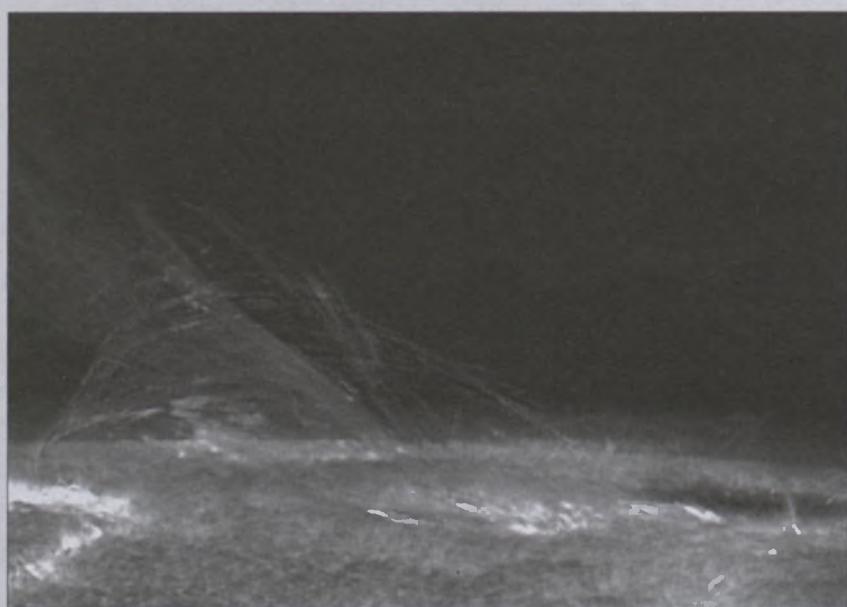
całego pola widzenia teleskopu ($328'' \times 164''$). Instrument standardowo może pracować w kilku trybach: mapowanie normalne (dokładność pomiaru polaryzacji 0,1%, rozdzielcość $0,16'' \times 0,16''$, skanowanie obszaru o szerokości $160''$ trwa 83 min, zaś obszaru o szerokości $1,6''$ tylko 50 s), mapowanie szybkie (rozdzielcość ograniczona do $0,32'' \times 0,32''$, skanowanie obszaru o szerokości $160''$ trwa 30 min), mapowanie dynamiczne (rozdzielcość $0,16'' \times 0,16''$, skanowanie obszaru o szerokości $1,6''$ trwa 18 s, ale ograniczona jest dokładność pomiaru) oraz tryb zwany „dokładny magnetogram”, pozwalający na poprawę stosunku sygnału do szumu poprzez długotrwałą akumulację sygnału (bardzo wysoka dokładność pomiaru polaryzacji przy bardzo niskiej czasowej zdolności rozdzielczej).

Teleskop rentgenowski XRT został zbudowany w układzie Wolter-I, czyli lustra formujące obraz na matrycy CCD mają postać współosiowych paraboloidy i hiperboloidy (optyka tego typu wykorzystuje zjawisko odbicia promieniowania o bardzo małej długości fali przy bardzo dużych kątach padania). Ogniskowa teleskopu wynosi 2,708 m, powierzchnia efektywna wynosi ok. 1 cm^2 dla fotonów 0,523 keV (co nie brzmi może specjalnie okazale, ale w tym przedziale widma nie jest to mało). Przestrzenna zdolność rozdzielcza wynosi $1''/\text{piksel}$, jest kolimowane promieniowanie z zakresu 0,2—20 nm. Pole widzenia może obejmować cały

dysk (2048×2048 pikseli = $34' \times 34'$) lub jego część, aż do 64×64 pikseli. Teleskop wyposażono w zestaw filtrów (1 filtr wstępny i 10 filtrów) umożliwiających diagnostykę plazmy o szerokim zakresie temperatur (tj. wyznaczanie jej podstawowych parametrów fizycznych, np. temperatury i miary emisji). W osi teleskopu rentgenowskiego zainstalowano pomocniczy teleskop optyczny o tej samej ogniskowej, dający obrazy całej tarczy słonecznej w paśmie G (430,5 nm). Obrazy z obu teleskopów są rejestrowane kamerą CCD $2K \times 2K$ pikseli.

Układ optyczny EIS składa się z pozaosiowego zwierciadła parabolicznego (średnica 15 cm i ogniskowa 193 cm) i toroidalnej siatki dyfrakcyjnej (4200 linii/mm, dyspersja 0,00223 nm/piksel CCD) z wielowarstwowy pokryciem odbijającym promieniowanie z zakresu dalekiego ultrafioletu w przedziałach 18—20,4 oraz 25—29 nm. Możliwe jest przesuwanie pola widzenia instrumentu w osi wschód-zachód względem osi satelity o $\pm 890''$ (czyli możliwy jest wybór indywidualnego celu obserwacji). W płaszczyźnie ogniska pierwotnego lustra parabolicznego umieszczone mogą być szczeliny o szerokościach $1''$ i $2''$ (dla uzyskiwania widm oraz 2D obrazów poprzez skanowanie szczeliną po obserwowanym obszarze) lub też okna wejściowe o szerokości $40''$ i $266''$ dla uzyskiwania 2D obrazów obszaru splecionych z informacją o polu prędkości (skala przestrzenna obrazów $1''/\text{piksel}$). Jak niezwykle trudne, wymagające ogromnej precyzji, eliminacji błędów i szumów instrumentalnych są pomiary, niech najlepiej zaświadczenie fakt, iż pomimo sporych rozmiarów geometrycznych charakterystyczna powierzchnia efektywna instrumentu wynosi zaledwie $0,23 \text{ cm}^2$ dla pasma 18—20,4 nm oraz $0,06 \text{ cm}^2$ dla pasma 25—29 nm!

W przypadku obserwacji widmowych są rejestrowane jednocześnie widma 25 linii widmowych z obu pasm, emitowanych w warunkach typowych dla rozbłysków, warstwy przejściowej i korony słonecznej. Do rejestracji wykorzystuje się dwie kamery CCD $2K \times 1K$ pikseli. Dane te umożliwiają diagnostykę plazmy o temperaturach od 0,1 do 20 MK ze sprzętową zdolnością rozdzielczą rzędu $2''/\text{piksel}$. Czułość jest oceniana jako 10-krotnie wyższa od instrumentów satelity SOHO.

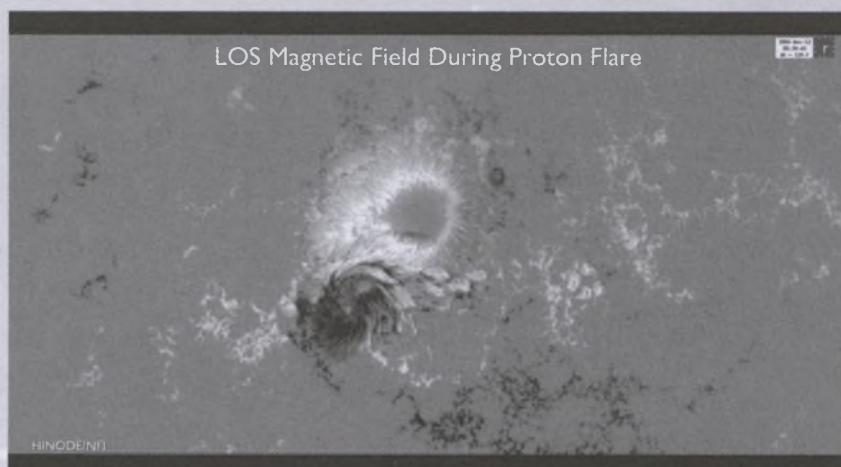


Rys. 9. Subtelna struktura wewnętrznej budowy protuberancji słonecznej. Wyraźnie widoczne są indywidualne „rury” pola magnetycznego wypełnione stosunkowo gęstą, lecz chłodną plazmą

Pomimo stosunkowo krótkiego okresu pracy HINODE dokonał już wielu bardzo interesujących obserwacji i odkryć. Po raz pierwszy udało się obserwacyjnie wykazać, iż tzw. *bright points*, czyli drobne pojaśnienia obserwowane na tarczy w promieniowaniu rentgenowskim, składają się z niewielkich, jasnych pętelek. Okazało się również, iż mikroaktywność magnetyczna (bardzo drobne zjawiska wydzielania energii pól magnetycznych) jest zjawiskiem powszechnym: zaobserwowano *mikrorozbłyski* w obszarach aktywnych oraz liczne drobne pojaśnienia w obszarach tzw. spokojnego Słońca oraz w dziurach koronalnych. Spore zainteresowanie wzbudziło też wykrycie wyrzutów gorącej materii (emitującej promieniowanie rentgenowskie) z okołobiegunowych dziur koronalnych.

Obserwacje te to kolejny dowód, że lokalne procesy transformacji energii pól magnetycznych, zachodzące w bardzo szerokim zakresie skal przestrzennych (od km do Mm) oraz czasowym (od ms do Ms), są powszechnie na Słońcu i nie są charakterystyczne tylko dla obszarów aktywnych.

W świetle widzialnym zaobserwowało oscylacje horyzontalnych włókien tworzących strukturę subtelną protuberancji. Amplituda tych oscylacji sięgała 900 km, prędkości radialne i horyzontalne odpowiednio 10 i 39 km/s, okres oscylacji wynosił 174 s. Ruch oscylacyjny jest znakomicie widoczny w postaci wycinków niemal doskonałych sinusoid na wykresach rozkładu jasności w funkcji czasu i wysokości nad limbem dla ustalonego kąta pozycyjnego. Oszacowania modelowe pola magnetycznego wskazują, że pole rur magnetycznych formujących włókna protuberancji było rzędu 50 Gs, co jest wartością zgodną z wcześniejszymi pomiarami pól magnetycznych w protuberancjach, które, choć wskazywały na niższe wielkości pola, wykonywane były ze znacznie mniejszą przestrzenną zdolnością rozdzielczą, przez co uległy obniżeniu poprzez uśrednienie (*filtering factor*, czyli współczynnik wypełnienia protuberancji oceniany jest na rzędu 0,05 do 0,1, więc żartobliwie możemy powiedzieć, że protuberancja składa się głównie z „dziur” wypełnionych rzadką materią, a tylko nieznaczną część jej całkowitej objętości wypełniają stosunkowo gęste i chłodne struktury widoczne w świetle,



Rys. 10. Magnetogram pola magnetycznego (tylko składowa wektora pola magnetycznego wzdłuż linii widzenia LOS) uzyskany instrumentem NFI satelity HINODE 13 grudnia 2006 r. o godz. 02.30.42–09.32.42 UT, podczas silnego rozbłysku klasy GOES X3.4 w obszarze aktywnym NOAA 10930

np. linii H α wodoru). Zarejestrowane ruchy oscylacyjne są interpretowane jako obserwacyjny dowód na rozchodenie się w koronie *fal Alfvena*.

Bardzo interesujące okazują się również obserwacje takich ruchów materii w protuberancjach, które można zinterpretować jako ruch po spirali. Takie trajektorie ruchu materii protuberancji były przewidywane na podstawie interpretacji widm tych obiektów, jednak obserwacje HINODE przyniosły bardzo wyraźną, dwuwymiarową wizualizację takich ruchów. Obserwacje te wskazują na możliwość występowania bardzo ciekawych (skręconych) konfiguracji pól magnetycznych tworzących szkielet protuberancji i ponownie otwierają problem mechanizmu generacji takiej konfiguracji (*rotacja stóp?*).

Niezwykle ciekawym dokonaniem HINODE jest wykrycie nad limbem w świetle linii H I C II cienkich, włóknistych i oscylujących struktur, które naprawdopodobniej można uznać za spikuje chromosferyczne. Odkrycie to jest o tyle ciekawe, iż również ich oscylacje są prawdopodobnie wywoływanie przez fale Alfvena rozchodzące się w góre, ku koronie, co może stanowić istotny czynnik transferu energii do korony (globalnego grzania korony).

Hinode wykonał również bardzo ciekawe obserwacje silnych (>kGs) horyzontalnych pól magnetycznych w okolicach okołobiegunowych, skoncentrowanych w drobnych strukturach o rozmiarach od 0,2" do kilku sekund łuku. Podobnie silne pola magnetyczne (kGs) zostały zaobserwowane w przestrzeniach międzygranularnych i w samych granulach. Czas życia tych pól się-

ga 6 min, średnice obszaru występowania pola są rzędu 0,2". Magnetogramy i filtrygramy HINODE pokazują również niezwykle plastycznie trójwymiarową, często przepięcioną strukturę włókien półcieni plam słonecznych, w których wyraźnie jest widoczny przepływ materii ku otaczającej fotosferze (przepływ Eversheda), a jednocześnie stopy włókien w plamach migrują ku jej cieniowi.

Niemal nikt nie wie, że rok 2007 jest Międzynarodowym Rokiem Słońca. Nie był to zbyt fortunny wybór, biorąc pod uwagę znikomą aktywność Słońca, a więc również małą szansę na wystąpienie na Słońcu zjawisk tak wielkich, by mogłyby przebić się choćby na przedostatnie strony gazet i choć na chwilę przyciągnąć uwagę ich czytelników do problemów heliofizyki i związków Ziemia-Słońca. Z drugiej strony Słońce jest badane obecnie przez niezwykłą armadę satelitarnych obserwatoriów: TRACE, RHESSI, ULYSSES, SOHO, GOES, STEREO, HINODE i wiele innych oraz z wielu obserwatoriów naziemnych. Ich niebywałe możliwości obserwacyjne, liczba i różnorodność gromadzonych danych staną się szczególnie istotne w drugiej połowie 2008 r., gdy jest spodziewany początek fazy wzrostu 24 cyklu aktywności słonecznej.

Paweł Rudawy jest heliofizykiem, profesorem Uniwersytetu Wrocławskiego, kierownikiem tamtejszego Zakładu Heliofizyki i wicedyrektorem Instytutu Astronomicznego UW. Mieliśmy już w „Uranii” bardzo ciekawy artykuł tego Autora

Misja Hayabusa, czyli kosmiczne perypetie japońskiego sokoła

W końcu lat 90. ubiegłego wieku, gdy w Stanach Zjednoczonych przygotowywano do startu sondę Stardust dla pobrania próbek materii z głowy komety i sprowadzenia ich na Ziemię, w Japonii intensywnie pracowano nad niezwykle ambitnym programem dostarczenia na Ziemię próbek materii z powierzchni planetoidy. Pierwotne plany przewidywały, że sonda kosmiczna Muses-C po startie z Ziemi w styczniu 2002 r. i lądowaniu na krótko na planetoidzie (4660) Nereus we wrześniu 2003, powróci w pobliże Ziemi i w styczniu 2006 r. zrzuci na australijską pustynię kapsułę z materią pobraną z powierzchni planetoidy. Odkryty w 1982 r. obiekt Nereus, należący do tzw. planetoid bliskich Ziemi, okrąża Słońce — niemal w tej samej płaszczyźnie co Ziemia — w okresie 1,8 roku, po eliptycznej orbicie o mimośrodzie 0,36, której odległości perihelium i aphelium wynoszą odpowiednio 0,95 i 2,02 j.a. W styczniu 2002 r. planetoida ta przeleciała koło

Ziemi w odległości zaledwie 0,028 j.a. (4,2 mln km), a wykonane wtedy sondowania radarowe pokazały, że jest niewielkim obiektem o średnicy około 0,3 km. Początek 2006 r. miał więc przejść do historii badań kosmicznych jako rozpoczęcie laboratoryjnych analiz tworzywa, z którego powstał Układ Słoneczny: nie tylko pyłków z głowy komety Wilda 2 pobranych przez sondę Stardust, które w styczniu 2006 r. miały znaleźć się na Ziemi, ale także okruchów powierzchni planetoidy Nereus wybitnych i przechwyconych przez sondę Muses-C. Sonda Stardust spełniła pokładane w niej nadzieje (o czym była mowa w „Uranii” nr 5/2006), natomiast misja Muses-C z przyczyn technicznych została przesunięta w czasie, a jej nie pozbawiony kłopotów przebieg przyniósł, niestety, znacznie skromniejsze rezultaty niż oczekiwano.

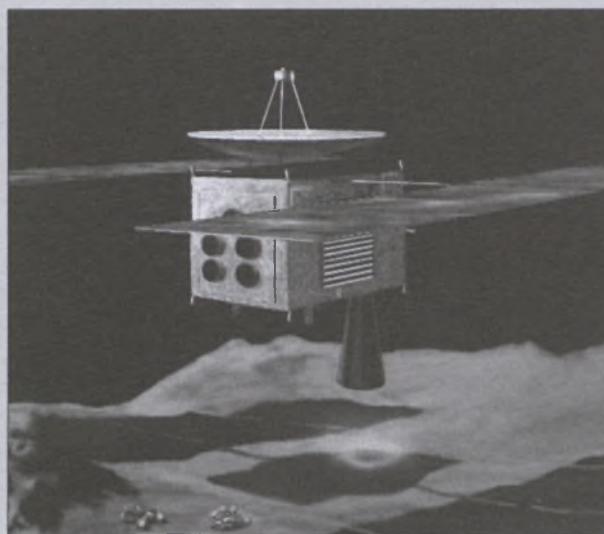
Wystrzelanie sondy Muses-C nastąpiło 9 maja 2003 r. z kosmodromu Kagoshima za pomocą rakiety M-5. Zgodnie z japońskim zwyczajem z chwilą

rozpoczęcia misji zmieniono dotychczas używaną, prowizoryczną nazwę Muses-C, wskazującą, że jest to trzeci (C) technologiczny statek kosmiczny (*ses* — ang. *space engineering spacecraft*) wywieziony w przestrzeń kosmiczną za pomocą rakiety serii M (Mu), na atrakcyjniejszą — Hayabusa, która w języku japońskim oznacza sokoła wędrownego. Przełożenie o kilkanaście miesięcy startu sondy sprawiło, że planetoidy Nereus nie dało się już osiągnąć w rozsądny terminie, co spowodowało konieczność poszukania nowego celu badań. W 2000 r. wybór padł na niedawno odkryty obiekt 1998 SF36, który też jest planetoidą bliską Ziemi okrążającą Słońce co 1,5 roku po trajektorii podobnej do orbity Nereus (odległość peryhelium i aphelium wynoszą odpowiednio 0,95 i 1,69 j.a., a mimośród jest równy 0,28). Planetoida 1998 SF36 została po raz pierwszy dostrzeżona 25 września 1998 r. w ramach amerykańskiego programu LINEAR poszukiwania obiektów, które mogą zagrażać Ziemi. Intensywne badania własności fizycznych planetoidy stały się możliwe dzięki jej zbliżeniu do Ziemi: 29 marca 2001 r. na odległość 0,038 j.a. (5,7 mln km) i 26 czerwca 2004 r. na jeszcze mniejszą odległość 0,013 j.a. (1,9 mln km). W kilka miesięcy po startie sondy Hayabusa Międzynarodowa Unia Astronomiczna nadała obiekowi 1998 SF36 nazwę (25143) Itokawa, dla upamiętnienia profesora Uniwersytetu w Tokio Hideo Itokawy (1912—1999), który jest uważany za „ojca” eksploracji przestrzeni kosmicznej w Japonii.

Główym celem naukowym misji Hayabusa było zbadanie planetoidy Itokawa i dostarczenie na Ziemię materii pobranej z jej powierzchni. Jego osiągnięcie miało służyć realizacji zadania technicznego misji, jakim było przetestowanie czterech nowych technologii: silnika jonowego sondy, automatycznego systemu nawigacji, metody pobierania próbek materii z powierzchni planetoidy i sposobu dostarczenia ich na Ziemię. Plan misji przewidywał więc, że sonda Hayabusa, po wystrzelaniu z Ziemi na okołosłoneczną trajektorię podobną do orbity Ziemi, w wyniku długotrwałej pracy silnika jonowego oraz dzięki wspomaganiu grawitacyjnemu Ziemi, w lecie 2005 r. doleci do Itokawy i przez około 5 miesięcy będzie poruszać się wokół Słońca w niewielkiej

od niej odległości. W tym czasie, wykorzystując automatyczny system nawigacji, trzykrotnie zbliży się do planetoidy i poprzez krótkotrwale jakby „dziobnięcie” jej powierzchni pobierze z niej odrobiny materii. Następnie, wykorzystując znów silnik jonowy, skieruje się z powrotem ku Ziemi, by w lecie 2007 r. zrzucić na spadochronie kapsułę z niezwykłą zdobyczą.

Sonda Hayabusa ma kształt prostopadłościanu o rozmiarach $1,5 \times 1,5 \times 1,2$ m, a jej masa w momencie startu wynosiła 530 kg (w tym 50 kg paliwa chemicznego i 65 kg ksenonu — gazu niezbędnego do pracy silnika jonowego). Energię elektryczną zapewniają sondzie baterie słoneczne (dwa panele o całkowitej powierzchni 12 m^2), a łączność z Ziemią odbywa się za pomocą parabolicznej anteny o średnicy 1,5 m. Oprócz dwóch identycznych silników jonowych sonda jest wyposażona w system silniczków na paliwo chemiczne o sile ciągu 22 N, przeznaczonych głównie do manewrowania sondą podczas zbliżeń do planetoidy. W skład aparatury naukowej wchodzą dwie kamery (wąsko- i szerokokątna), dwa spektrometry (bliskiej podczerwieni i promieniowania rentgenowskiego) oraz przyrząd do laserowego pomiaru odległości od powierzchni planetoidy. Aparatura do pobrania próbek materii ma kształt lejka, którego średnica na końcu wynosi 40 cm, wysuniętego z korpusu sondy. Dotknięcie nim na moment powierzchni powoduje uruchomienie urządzenia pirotechnicznego: metalowy pocisk o masie 10 g, poruszając się wewnątrz lejka z prędkością 200—300 m/s, uderza w powierzchnię planetoidy, a wybitne z niej i uniesione wewnątrz lejka drobiny materii zostają przechwycone do znajdującego się na jego szczycie pojemnika i szczególnie w nim zamknięte. Cały proces pobrania materii z powierzchni planetoidy trwa około sekundy. Pojemnik, w którym ma ona dotrzeć na Ziemię, ma kształt walca o średnicy



Artystyczna wizja lądowania Hayabusa na planetoidzie

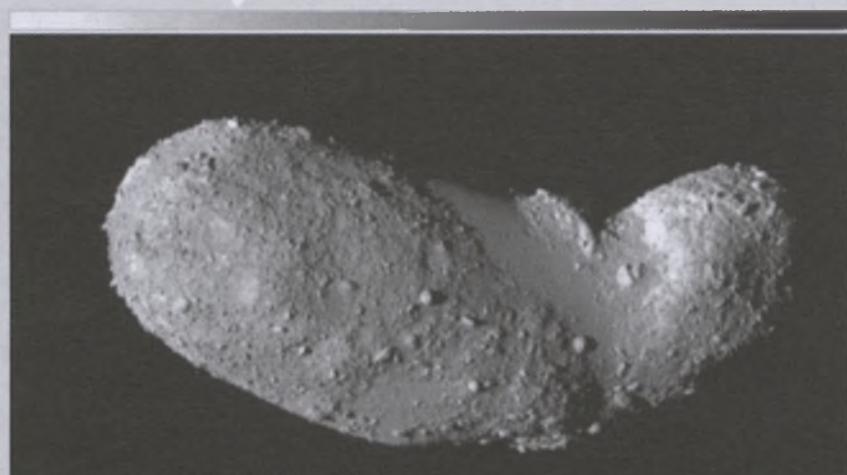
40 cm i wysokości 25 cm oraz masę około 20 kg.

Na pokładzie sondy znalazły się ponadto amerykański miniaturowany próbnik MINERVA (ang. Micro/Nano Experimental Robot Vehicle for Asteroid), który po zrzuceniu na powierzchnię planetoidy z niewielkiej wysokości i skokowym przemieszczaniem się po niej miał dostarczyć informacji o morfologii, strukturze oraz charakterystykach mechanicznych i termicznych pokrywających ją regolitu. Urządzenie o wielkości dużego grejpfruta i masie zaledwie 590 gramów było wyposażone w kamerę multispektralną i czujniki temperatury. Zastąpiło ono początkowo planowany czterokołowy pojazd o masie około kilograma, będący zminiaturyzowaną wersją pojazdów marsjańskich, który Hayabusa miała dostarczyć na powierzchnię planetoidy. W listopadzie 2002 r. NASA odstąpiła jednak od jego realizacji z powodu ograniczeń finansowych i zbyt krótkiego czasu na przygotowanie tego niezwykle trudnego i ambitnego przedsięwzięcia.

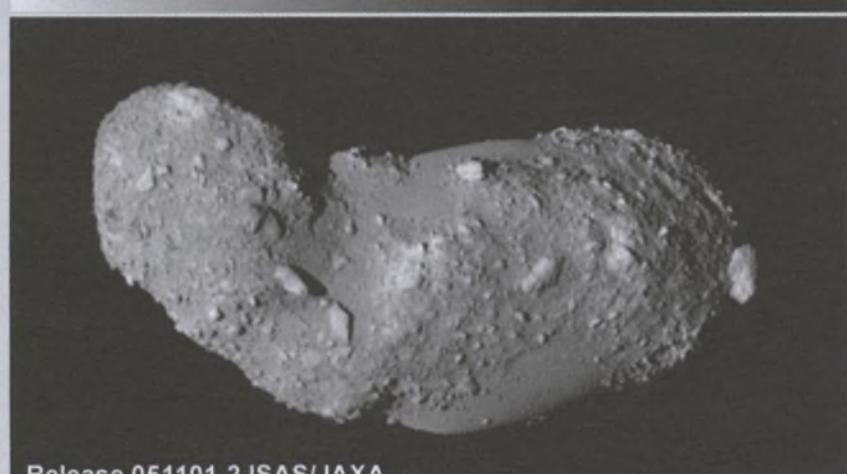
W nieco ponad rok po udanym startie z Ziemi i pomyślnym rozpoczęciu powolnego przyspieszania sondy za pomocą silnika jonowego, Hayabusa znów znalazła się w pobliżu Ziemi, przelatując 19 maja 2004 r. nad południowym Pacyfikiem w minimalnej odległości 3725 km od powierzchni. To zbliżenie do masywnej planety, dzięki jej oddziaływanemu grawitacyjnemu, zostało wykorzystane do zaplanowanej naturalnej zmiany trajektorii sondy. Ułatwiony w tym czasie kontakt z sondą umożliwił ponadto stwierdzenie, że silne wy-

buchy na Słońcu w jesieni 2003 r. wywołyły prawdopodobnie degradację niektórych elementów baterii słonecznych, co spowodowało pewien niedobór energii elektrycznej na pokładzie i w konsekwencji zmniejszenie mocy silnika jawnego. W wyniku tego Hayabusa dotarła do celu z dwumiesięcznym opóźnieniem.

W końcu sierpnia 2005 r., gdy odległość Hayabusa od Itokawy wynosiła około 5000 km i sonda zbliżała się do planetoidy z prędkością około 32 km/h, oba silniki jonowe zostały wyłączone. Działając w sumie przez prawie 26 tys. godzin, co pochłonęło 22 kg ksenonu, zmieniły prędkość sondy o 1,4 km/s. Dalsze manewry, wykonywane za pomocą silniczków korekcyjnych, doprowadziły do tego, że od 12 września sonda poruszała się wokół Słońca mniej więcej w stałej odległości około 20 km od planetoidy. Różnica heliocentrycznych prędkości Itokawy i Hayabusa była w tym czasie na ogół mniejsza niż 1 mm/s. Prowadzone odtąd wnioskowe obserwacje planetoidy pozwoliły stwierdzić, że Itokawa ma rozmiary $535 \times 294 \times 209$ m i robi wrażenie zlepka dwóch brył. Ze zmian ruchu sondy wywołanych oddziaływaniem grawitacyjnym planetoidy udało się oszacować masę Itokawy na $(3,510 \pm 0,105) \times 10^{10}$ kg, co z kolei pozwoliło stwierdzić, że jej gęstość wynosi zaledwie $1,90 \pm 0,13$ g/cm³. Stosunkowo dokładnie zdołano też określić orientację osi i okres rotacji, który wynosi 12,1324 godziny. Analiza wielu



Release 051101-1 ISAS/JAXA



Release 051101-2 ISAS/JAXA

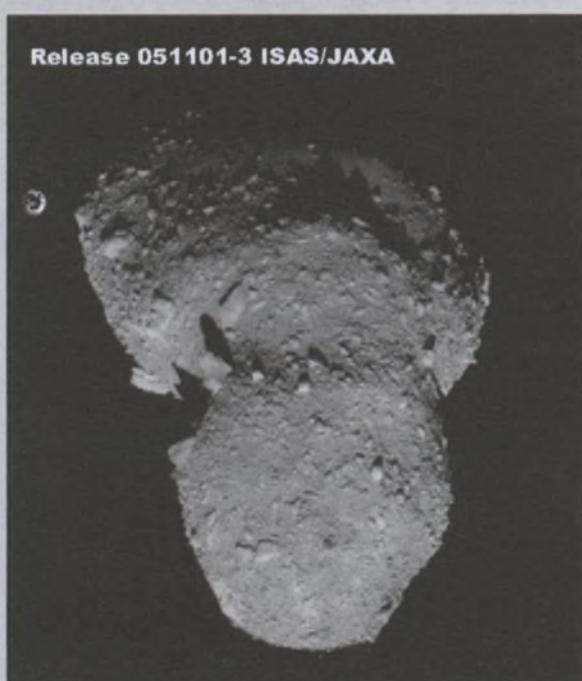
Planetoida Itokawa widziana przez Hayabusa z różnej perspektywy z odległości ok. 25 km

przekazanych na Ziemię zdjęć powierzchni, ukazujących szczegóły nawet centymetrowych rozmiarów, umożliwiła nie tylko poznanie topografii Itokawy, ale przede wszystkim wytypowanie dwóch miejsc, z których miało nastąpić pobranie próbek materii.

W locie Hayabusa pojawiły się jednak pewne problemy. W końcu lipca uległo uszkodzeniu jedno z kół żyroskopowych, a na początku października nastąpiła awaria drugiego, co spowodowało konieczność zmiany automatycznego systemu nawigacji w taki sposób, aby zapewnił wykonanie zadań za pomocą tylko jednego koła żyroskopowego i silniczków korekcyjnych. Po uda-

nym przeprogramowaniu komputera pokładowego sterującego pracą sondy, podjęto pierwszą próbę „dziołnictwa” Itokawy w dniu 4 listopada. Ale gdy sonda znalazła się w odległości około 700 m od jej powierzchni, utraciła z nieiadomych przyczyn zdolność rozpoznawania celu i dalsze działania zostały automatycznie przerwane, a sonda odaliła się od planetoidy. Próbę ponowiono po kilku dniach najpierw udanym zrzuceniem na powierzchnię z wysokości około 70 m tzw. znacznika celu, a następnie w dniu 12 listopada usiłowaniem osadzenia na powierzchni próbnika MLLNERVA, który powinien był zostać automatycznie odłączony od sondy, gdy znalazła się w odległości 15 m od powierzchni i opaść na nią z prędkością 5 cm/s. Jak się później okazało, nastąpiło to niestety na większej wysokości, skutkiem czego próbnik nie trafił w powierzchnię i minął planetoidę, odlatując bezpowrotnie w przestrzeń międzyplanetarną. Kolejna próba dotknięcia Itokawy znowu musiała zostać przerwana.

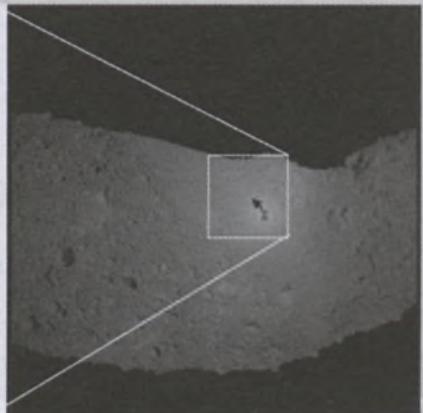
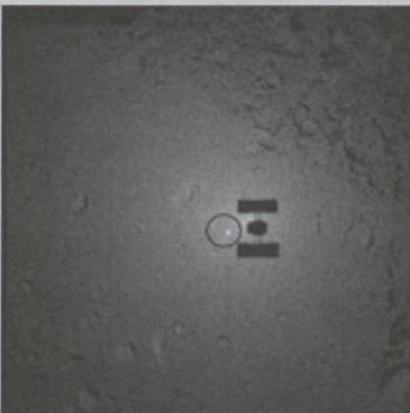
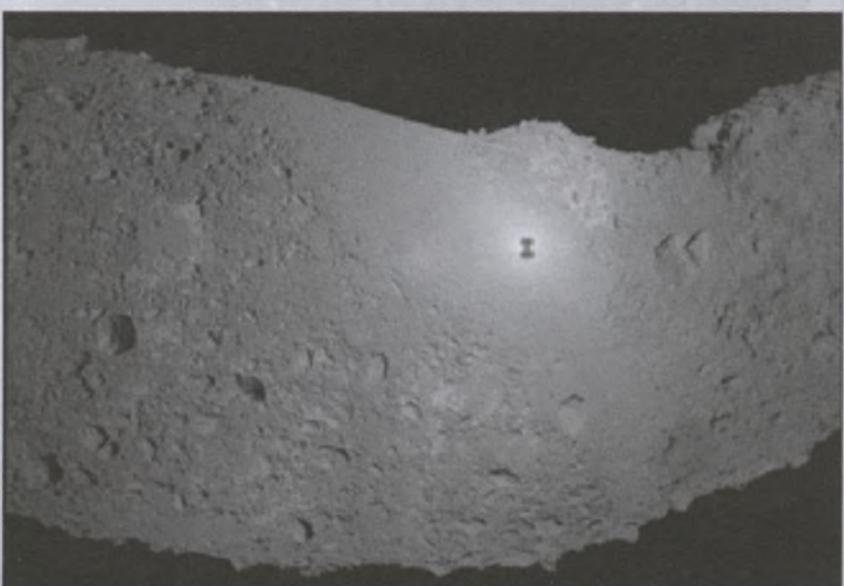
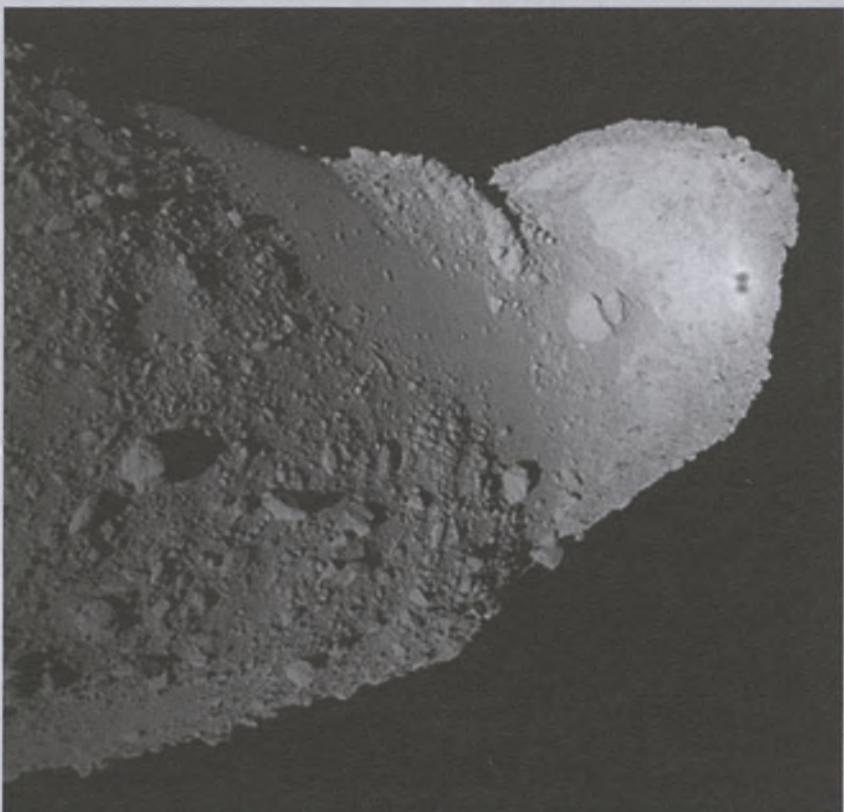
Release 051101-3 ISAS/JAXA



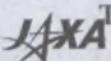
Trzecią próbę pobrania materii z powierzchni planetoidy Hayabusa podjęła 19 listopada 2005 r. Proces zbliżania się do Itokawy przebiegał prawidłowo aż do odległości około 17 m od powierzchni (gdy sonda zniżała się już z prędkością zaledwie 2 cm/s), kiedy to nastąpiło przerwanie łączności z Ziemią, wskutek — być może — utraty stabilizacji. Gdy po kilkunastu godzinach odzyskano kontakt z sondą i odczytano cały zapis przebiegu jej kolejnego spotkania z planetoidą, okazało się, że Hayabusa prawdopodobnie przez kilkadziesiąt minut znajdowała się na powierzchni Itokawy, ale pocisk, który miał doprowadzić do uniesienia z niej okruchów materii, nie został odpalony. Po nieudanej znowu próbie „dziobnienia” sonda oddalała się od planetoidy na odległość około 100 km (mimo planowanych 3 km).

Do kolejnego i ostatniego już zbliżenia Hayabusy do Itokawy doszło 25 listopada i tym razem niewykluczone, że się udało. O godzinie 22.07 UT, po uprzednim zrzuceniu po raz drugiznacznika celu, sonda dotknęła powierzchni planetoidy, pocisk został prawdopodobnie odstrzelony, a następnie — zgodnie z planem — sonda oddalała się na odległość kilku kilometrów, oczekując na rozkazy z Ziemi. Nie wiadomo jednak, czy i jaka ilość materii wybitej z powierzchni po uderzeniu pocisku znalazła się w przeznaczonym do tego pojemniku. To okaże się dopiero po jego powrocie na Ziemię.

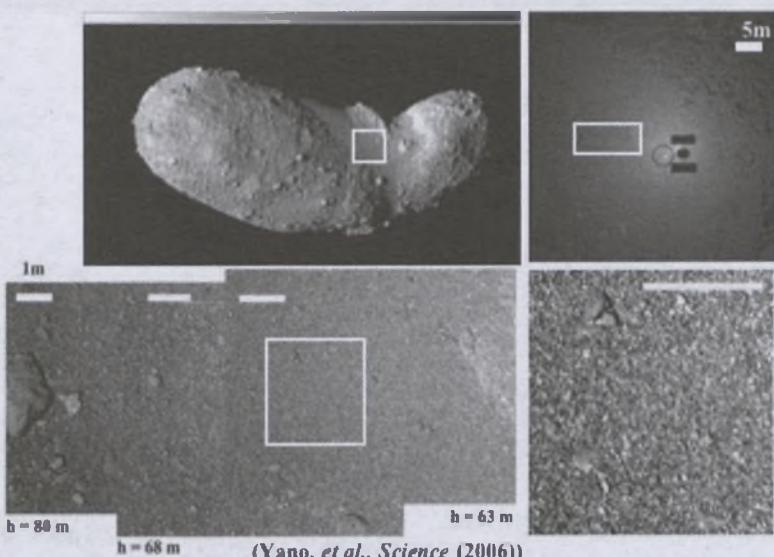
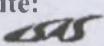
Po początkowo entuzjastycznych doniesieniach o powodzeniu operacji pobrania materii z powierzchni Itokawy zaczęły napływać niepokojące informacje o stanie Hayabusy. Okazało się bowiem, że uszkodzeniu uległy silniczki sterujące sondy (prawdopodobnie nastąpił niekontrolowany wyciek paliwa), co spowodowało zaburzenie jej orientacji i w konsekwencji utratę z nią łączności. Kontakt z sondą zdołano przywrócić dopiero 29 listopada, ale w bardzo ograniczonym zakresie. Nie powiodła się próba uruchomienia silniczków na paliwo chemiczne. Aby przywrócić stabilizację sondy, umożliwiającą nawiązanie z nią pełnej łączności, zdecydowano się na kontrolowany wyrzut ksenonu, czyli sporego jeszcze zapasu paliwa dla silników jonowych. Ten rozpacząwy krok przyniósł jednak oczekiwane rezultaty. Dane o przebiegu zetknięcia sondy z pla-



Planetoida Itokawa widziana z coraz to mniejszej odległości i miejsce planowanego lądowania Hayabusa

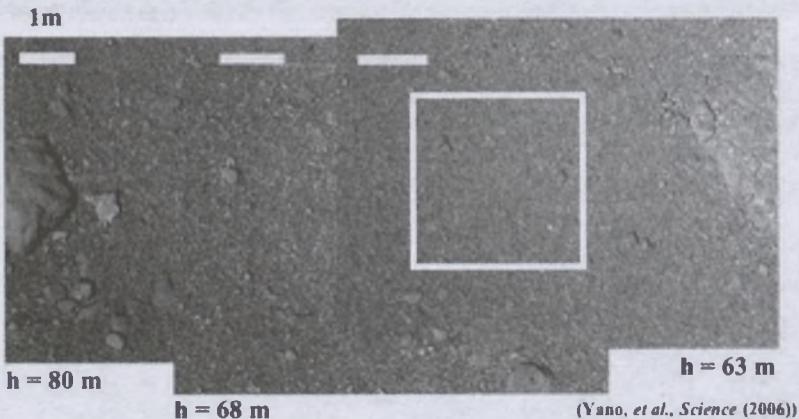


The "Hayabusa Point", the First Touchdown Site:
The Muses Sea is a "Pebble Field"



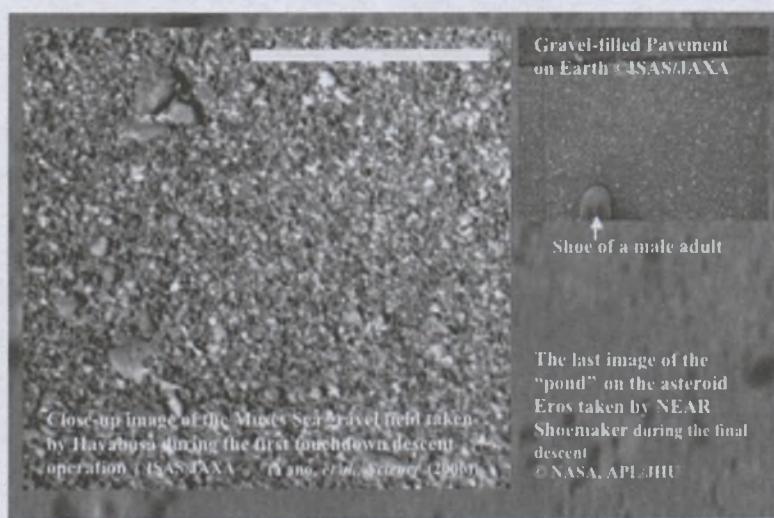
(Yano, et al., *Science* (2006))

Miejsce lądowania i pobrania próbek przez Hayabusa – Morze Muz (The Muses Sea), które jest polem „otoczaków”



(Yano, et al., *Science* (2006))

Obraz Morza Muz otrzymany podczas operacji lądowania z wysokości od 80 do 62 m nad powierzchnią. Rozdzielcość przestrzenna wynosi 6–8 mm



Porównanie w tej samej skali powierzchni Erosa, Itokawy i Ziemi

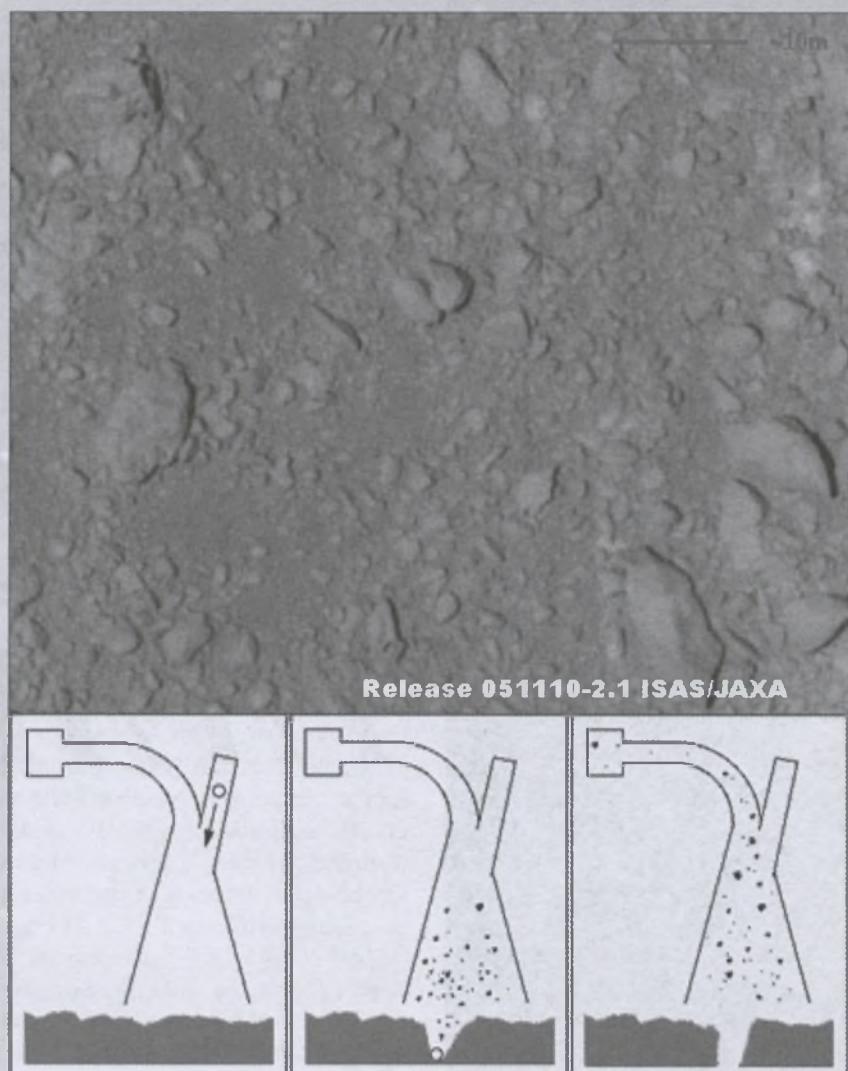
netoidą, które dzięki temu zdolano odzyskać, nasunęły jednak wątpliwości, czy cała operacja „dziobnienia” powierzchni się udała: nie uzyskano bowiem potwierdzenia, że w momencie dotknięcia pocisk został odstrzelony. Ponowna utrata kontaktu z sondą w dniu 9 grudnia wykluczyła możliwość sprowadzenia na Ziemię w planowanym terminie (w lecie 2007 r.) pojemnika, w którym, być może, znalazły się jednak jakieś okruchy materii z powierzchni Itokawy.

Usilne poszukiwania sposobu ratowania misji wskazały na możliwość powrotu Hayabusa w pobliże Ziemi w połowie 2010 r. Jeszcze raz podjęto więc wysiłek przywrócenia ultraconej łączności z sondą. Udało się to w końcu stycznia 2006 r. Wykorzystując sprawne, jak się okazało, silniki jonowe tak ustabilizowano rotację sondy, że kontakt z nią może już być stale utrzymywany. Stwierdzono, że znajdujący się na pokładzie zapas około 30 kg ksenonu wystarczy do przeprowadzenia wszystkich niezbędnych jeszcze manewrów. Pojawiła się więc szansa, że być może 10 czerwca 2010 r. odłączony od Hayabusa pojemnik z materią pobraną z Itokawy wyląduje na spadochronie na poligonie Woomera w Australii. Aby mogło do tego dojść uruchomiono w końcu kwietnia 2007 r. silnik jonowy, co rozpoczęło powrót sondy na Ziemię. Po jego półrocznym działaniu, które zmieniło prędkość sondy o 0,3 km/s, napęd jonowy został wyłączony; jego wznowienie jest jeszcze planowane w lutym 2009 r. dla niezbędnej do osiągnięcia Ziemi zmiany prędkości o 0,4 km/s.

Oczekując z nadzieję na pomyślnie, mimo wszystkich kłopotów, zakończenie misji Hayabusa warto jednak podkreślić, że uzyskane już dzięki niej rezultaty znaczowo wzbogaciły wiedzę o planetoidach. Zwrócić przede wszystkim uwagę na to, że Itokawa jest obecnie najmniejszym obiektem Układu Słonecznego szczegółowo zbadanym przez sondę kosmiczną. Co więcej, okazała się być pierwszą planetoidą, o której można z dużym prawdopodobieństwem powiedzieć, że nie jest litą bryłą (jak np. najlepiej dotychczas poznany drogą sondowania Eros), ale luźnym zlepkiem niewielkich cząstek materii, tworzących jednolitą strukturę tylko dzięki ich wzajemnemu przyciąganiu grawitacyjnemu, a nie w wyniku dia-

łania między nimi jakichś sił spójności. Wśród przemawiających za tym argumentów wymienia się m.in. małą jej średnią gęstość ($1,9 \text{ g/cm}^3$), dużą porowatość (ocenianą na około 40%; dodajmy dla porównania, że porowatość np. piasku na plaży wynosi około 20%), obecność na powierzchni żwiru i kamieni (otoczaków) o rozmaitej wielkości, w tym nawet tak dużych bloków, że trudno sobie wyobrazić, aby mogły powstać na obiekcie o tak małych rozmiarach jak Itokawa. Wskazuje to, że planetoida została zapewne utworzona drogą grawitacyjnego związania się fragmentów, na które rozpadła się — w wyniku np. zderzenia — jakaś większa planetoida. Takie pochodzenie Itokawy może też tłumaczyć wyraźnie widoczny fakt, że składa się ona jakby z dwóch złączonych ze sobą owalnych brył, które początkowo niezależnie kondensowały z mniejszych cząstek hipotetycznego rozpadu, a gdy osiągnęły odpowiednie masy, zlepiły się grawitacyjnie w jeden obiekt.

Koncepcje pochodzenia Itokawy, jako zlepka fragmentów rozpadu jakiegoś większego ciała macierzystego, potwierdzają też wyniki badań widmowych, wykonanych z pokładu Hayabusa. Pokazały one w szczególności uwarstwienie dużych otoczaków oraz różnicę składu chemicznego mniejszych, co sugeruje, że pierwotny obiekt, z którego rozpadu pochodzą, był na tyle duży i miał na tyle rozgrzane wnętrze, że nastąpiło w nim rozwarcstwienie, czyli zróżnicowanie składu warstw materii w zależności od odległości od centrum. W pełni potwierdziły się też rezultaty naziemnych obserwacji, wskazujących, że Itokawa jest planetoidą typu S. Badania spektrometryczne pokazały, że jej powierzchnia jest bogata w takie minerały, jak oliwin i piroksen z domieszkami metali, wykazując podobieństwo do zwykłych chondrytów, czyli meteorytów żelazno-kamiennych, zbudowanych mniej więcej w równych ilościach z mi-



Fragment powierzchni planetoidy i sposób pobierania próbki jej materii

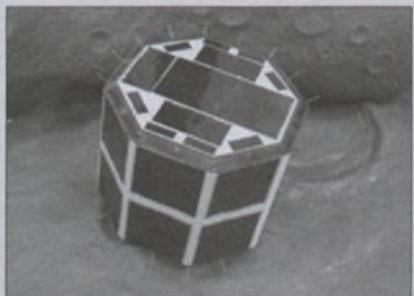
nerałów krzemianowych oraz stopu niklowo-żelaznego.

Warto też wspomnieć, że po kilku miesiącach od zbliżenia Hayabusa do Itokawy, planetoida ta została zaobserwowana przez japońskiego satelitę astronomicznego AKARI. Obiekt ten, początkowo nazywany Astro-F, w okresie od 8 maja 2006 r. do 26 sierpnia 2007 r. wykonał przegląd prawie całego nieba w podczerwieni za pomocą teleskopu o średnicy 68,5 cm, chłodzonego ciekłym helem do temperatury 6 K. Pomiary promieniowania podczerwonego, emitowanego przez planetoidy pozwalały m.in. na określanie ich wielkości. Obserwacje Itokawy, wykonane 26 lipca 2007 r., gdy znajdowała się w odległości 0,28 j.a. od Ziemi, też wykorzystano do tego celu, a ponieważ jej rozmiary były już dokładnie znane, więc porównanie wyników umożliwiło ulepszenie stosowanej do tego metody.

Niezależnie od tego, jak dalej potoczą się losy misji Hayabusa, wydaje się, że

wszystko to, co dzięki niej dotychczas uzyskano, jest ważnym krokiem naprzód w badaniach ewolucji zderzeniowej i procesu powstawania planet. Itokawa należy do licznej już dziś grupy tzw. planetoid bliskich Ziemi. Wśród nich są takie, które mogą zderzyć się z Ziemią. Wprawdzie wiemy, że z jej strony nic nam w przewidywalnym czasie nie grozi, ale poznanie budowy zapewne typowej przedstawicielki tych obiektów ma oczywiście istotne znaczenie dla analiz niebezpieczeństw, jakie może spotkać Ziemię ze strony małych ciał Układu Słonecznego.

Autor jest sekretarzem naukowym w centrum Badań Kosmicznych PAN w Warszawie. Jego specjalność naukowa to mechanika nieba, a ścisłe obliczenia orbit komet i planetoid. Często możemy widzieć go na ekranach TV i słuchać jego komentarzy i wyjaśnień dotyczących aktualnych zdarzeń w badaniach kosmicznych



Ultramały (591 gramów) robot-lądownik MINERVA

Krzysztof Czart
Tomasz Brożek
Ernest Świerczyński

Wybuch jasności komety *17P/Holmes*

Pod koniec października i w listopadzie astronomicznym przebojem miesiąca stała się kometa 17P/Holmes. Kometa była dostępna tylko dla dużych teleskopów (jasność około 15—16 mag) i nagle na przełomie 23/24 października pojawiła się w ciągu 48 godzin o kilkanaście wielkości gwiazdowych (do około 3 mag.). Jasność wzrosła na tyle, że kometa okazała się bez problemu widoczna gołym okiem nawet z terenów miejskich.

Wokół komety wytworzyła się pyłowa otoczka, która rozrastała się z prędkością około 600 m/s. W połowie listopada media informowały, że rozmiar otoczki jest większy niż średnica Słońca. 17P/Holmes stała się zatem tymczasowo największym obiektem w Układzie Słonecznym. Natomiast rozmiar samego jądra kometarnego, na podstawie wcześniejszych pomiarów jasności komety, ocenia się na nieco ponad 3 km.

Sam wybuch i zachowanie komety zaskoczyło astronomów. Według dotychczasowych doświadczeń z podobnymi zjawiskami, 17P/Holmes powinna po 20—30 dniach powrócić do

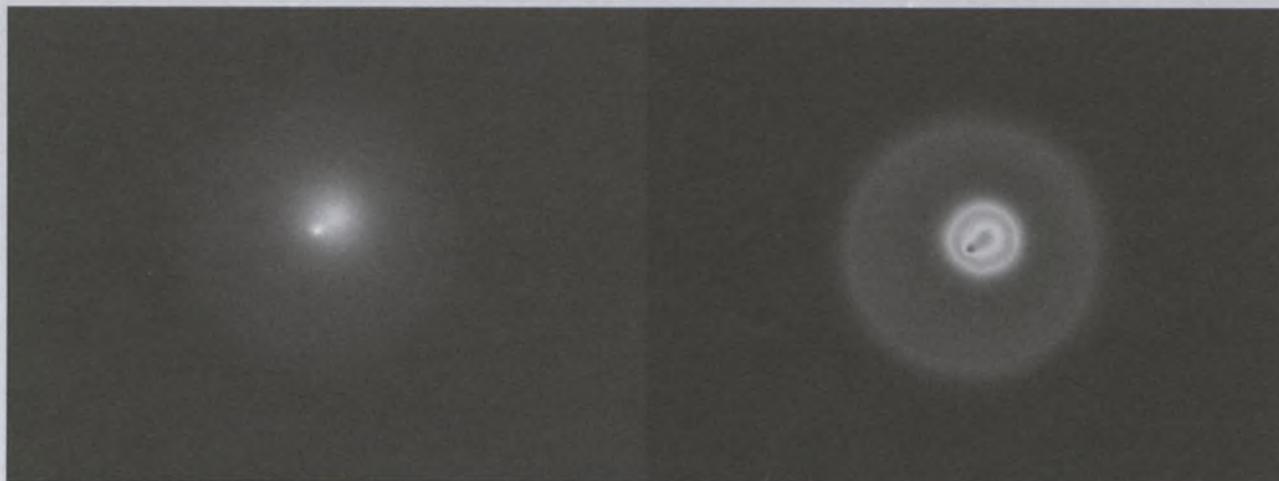
swojego blasku sprzed wybuchu. Jednak pod koniec listopada nadal pozostała jasna i można ją było oglądać przez lornetkę.

Zderzenie czy chemia?

Co mogło być przyczyną wybuchu? Istnieje kilka hipotez, z których za dwie główne można uznać zderzenie z innym ciałem (na przykład małą planetoidą) oraz reakcje chemiczne pod wpływem promieniowania słonecznego.

Hipoteza zderzeniowa wydaje się mało prawdopodobna, gdyż orbita komety znajduje się poza pasem planetoid, a na dodatek kometa notowała już kiedyś wybuchy (dwukrotnie). Co więcej, otoczka komety Holmesa jest bardzo symetryczna, a w przypadku zderzenia materia powinna być wyrzucana jedynie z obszaru objętego zderzeniem.

Zatem, być może, na skutek perturbacji od Jowisza peryhelium orbity zbliżyło się nieco do Słońca i spowodowało to gwałtowniejsze niż zwykłe reakcje chemiczne przy powierzchni jądra, które zaowocowały powstaniem otoczki i gwałtownym wzrostem jasności obiektu.



Rys. 1. Zdjęcia komety w nocy 26 października 2007 r. uzyskane teleskopem Schmidta-Cassegraina (TSC60/90) w CA UMK. Na pierwszym panelu złożenie trzech obrazów komety w filtrach *BVR* (niebieski, zielony, czerwony). Na drugim obraz w paśmie *V* w sztucznych barwach, ukazujący koncentryczną względem jądra komety strukturę wyrzuconej otoczki pyłowej oraz słaby zaczątek ogona pyłowego komety

Jedna z hipotez wyjaśnia wybuchy jasności transformacją lodu wodnego z postaci amorficznej do krystalicznej (zob. ramka). Przyjmuje się, że w jądrze kometarnym występuje on głównie w postaci amorficznej. Lód w tej postaci może przekształcić się w lód o strukturze krystalicznej. Taki proces gwałtownie nasila się w temperaturze około 140 K. W trakcie trwania procesu wydziela się na zewnątrz ciepło, przez co zwiększa się temperatura jądra, a w efekcie wzrasta sublimacja lotnych substancji uwiezionych w lodzie, takich jak tlenek albo dwutlenek węgla. Ponieważ gęstość lodu krystalicznego jest mniejsza od amorficznego następuje dodatkowo kruszenie materiału. Efektem jest duża ilość wydzielonych gazów i pyłów oraz odsłonięcie bardziej wewnętrznych warstw jądra (czyli dalszy wzrost tempa procesu sublimacji).

Inna hipoteza opiera się na koncepcji tworzenia się materiałów łatwo wybuchowych. W skład jąder komet wchodzą wolne rodynki. Są to cząsteczki albo jony, które wykazują bardzo dużą

aktywność chemiczną (posiadają jeden niesparowany elektron na zewnętrznej orbicie i dążą do oddania go innej cząsteczce albo przyłączenia do siebie dodatkowego elektronu). Takimi wolnymi rodynkami są NH oraz OH. Wiadomo, że jeżeli zwiększy się temperatura molekuły NH, to przekształci się ona do cząsteczki NH_4N_3 (azotek amonu), a substancja ta wybuchuje w temperaturze 148 K. Z kolei OH zmienia się w temperaturze 77 K w H_2O_2 (nadtlenek wodoru), który wymieszany z pyłem węglowym również łatwo wybuchuje. Słabym punktem tej hipotezy jest zależność od temperatury zmieniającej się z odległością komety od Słońca (komety wybuchają w różnych odległościach od Słońca).

Z kolei w latach 50. jako wyjaśnienie wybuchów zaproponowano mechanizm ciśnieniowy. Gdy kometa zbliża się do Słońca rośnie temperatura powierzchni jądra kometarnego. Temperatura może osiągnąć wartość, w której rozpoczyna się sublimacja pewnych związków chemicznych, na przykład CH_4 (w różnych odległościach od Słońca

ca będą to różne związki chemiczne). Jeżeli proces ten następuje z odpowiednio dużym natężeniem, a struktura komety jest porowata, może nastąpić gromadzenie się gazów w porach i w efekcie zwiększenie panującego w nich ciśnienia. Materiał komety nie wytrzymuje ciśnienia i następuje oderwanie się wewnętrznych fragmentów od jądra. Odsłania to bardziej wewnętrzne warstwy. Mamy coraz więcej materii wokół jądra komety, skutkiem czego rośnie ilość rozproszonego światła słonecznego. W ten sposób próbowało wyjaśniać wybuchy komety Schwassmann-Wachmann 1.

Jeszcze inna koncepcja próbuje wyjaśnić wybuchy komet gwałtownym zwiększeniem ilości promieniowania wysyłanego przez Słońce w zakresach ultrafioletowym i rentgenowskim. Ma to powodować zwiększenie liczby rozpadów cząsteczek i tworzenia się nowych molekuł, bardziej stabilnych. Większa liczba molekuł powoduje zwiększenie jasności komety. Zgodnie z tą hipotezą w sytuacji większej aktywności Słońca powinno być więcej wybuchów komet. Dodatkowo w widmie wybuchającej komety powinny dominować pasma emisjne, co nie zgadza się z obserwacjami.

Historia komety

Kometę odkrył w 1892 r. angielski astronom Edwin Holmes. Chciał on obserwować galaktykę w Andromedzie (M31) i początkowo pomylił mgiełkę z tym właśnie obiektem. Szybko jednak rozpoznał błąd i powiadomił innych astronomów o odkryciu komety. Obiekt odkryli niezależnie T.D. Ander-

Witryny internetowe:

www.astri.umk.pl/holmes — zdjęcia komety wykonane teleskopami Centrum Astronomii UMK, a także film pokazujący kometę poruszającą się na tle gwiazd

komety.astrowww.pl — witryna prowadzona przez miłośnika astronomii pasjonującego się kometami

www.pkim.org — Pracownia Komet i Meteorów

www.cometography.com — informacje na temat wielu komet

www.spaceweather.com/comets/gallery_holmes.html — galeria z wieloma zdjęciami komety Holmesa

son ze Szkocji (8 listopada) oraz J.E. Davidson z Australii (9 listopada). Zdjęcia komety wykonał Edward Barnard z Lick Observatory (Stany Zjednoczone).

Pierwsze orbity komety wyliczyli niezależnie od siebie Kreutz oraz Searle. Wyliczenia były dowodem na to, że jest to całkiem nowa kometa, a nie powrót którejś ze znanych wcześniej.

Kometa okazała się okresowa. Obserwowano ją w ciągu dwóch kolejnych powrotów (1899 i 1906), ale później zniknęła z oczu obserwatorów. Odnaleziono ją ponownie dopiero w roku 1964, po zastosowaniu komputerów do obliczenia orbity. Efemerydy komety obliczył i opublikował Brian Marsden, a dzięki nim kometę odnalazła na niebie Elizabeth Roemer (Stany Zjednoczone). W momencie znalezienia komety przez panią Roemer obiekt miał jasność zaledwie 19 mag. Od tego momentu 17P/Holmes jest obserwowana przy każdym powrocie (okres wynosi niecałe 7 lat).

Wybuch z listopada to już trzeci wybuch jasności komety w historii jej ob-



Rys. 2. Zdjęcie komety z dnia 2.11.2007 r. z teleskopu TSC60/90, będące złożeniem trzech ekspozycji w filtrach BVR (jak na rys. 1). Wyraźnie jest widoczna seledynowa, zewnętrzna otoczka gazowa o rozmiarach ok. dwukrotnie większych od otoczki pyłowej komety

serwacji. W momencie odkrycia w roku 1892 miała jasność około 4 mag., co przyjmuje się za wybuch jasności. Później jej jasność stopniowo spadała, ale zanotowano kolejny wybuch około 16 stycznia 1893 r. (być może osiągnęła wtedy jasność 5 mag.).

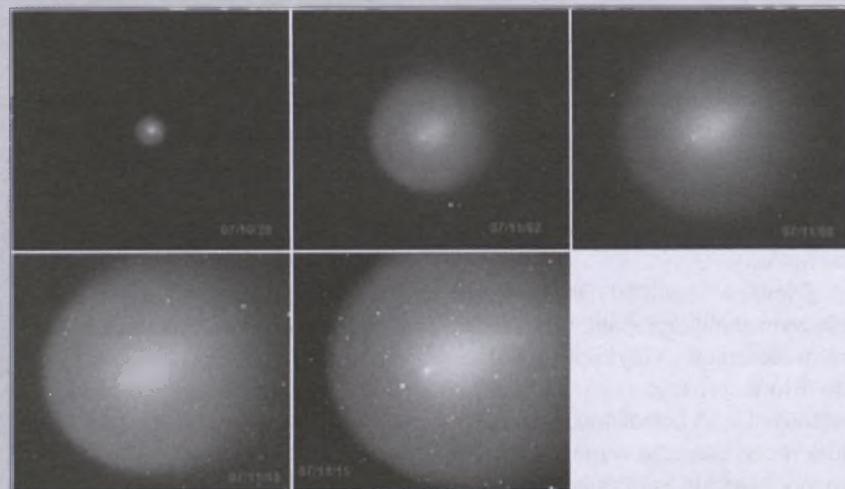
Czy już były takie przypadki?

Nagle pojaśnienie komety Holmesa nie jest pierwszym tego typu zjawiskiem dostrzeżonym przez astronomów. Wybuchy jasności zdarzają się zarówno w przypadku komet okresowych, jak i jednopojawieniowych.

Dla przykładu kometę 29P/Schweissmann-Wachmann 1 odkryto w 1927 r. zapewne dzięki wybuchowi jasności (później wybuchała wielokrotnie). Inne komety, dla których znane są wybuchi, to na przykład C/1961 T1 Humason, a także najsłynniejsza z komet — Halleya, która wybuchała w 1991 r., gdy znajdowała się 14,3 AU od Słońca.

Zdjęcia z Torunia

Wróćmy do roku 2007. Obserwacje komety w Centrum Astronomii UMK w Piwnicach rozpoczęły się dwa dni po jej pojaśnieniu. Spowodowały to niesprzyjające warunki pogodowe w okolicach Torunia, które skutecznie utrudniały jakiekolwiek obserwacje. Dlatego początkowo ciekawość astronomów zaspakajały jedynie informacje alarmowe docierające z zagranicznych ośrodków. W nocy z 26 na 27 października pojawiające się gdzieniegdzie przerwy w chmurach dawały nadzieję na udane obserwacje komety, co zachęciło także obserwatorów amatorów do jej poszukiwań. W tym miejscu warto wspomnieć znajomego dziennikarza Radia PiK, Piotra Majewskiego, który zadziałał niczym katalizator na przebywających w Piwnicach astronomów. Dziennikarz ów, będąc zapalonym astroamatorem, przeby-



Rys. 3. Sekwencja zdjęć komety z teleskopu TSC60/90 komety w paśmie V ukazująca ewolucję otoczki i ogona pyłowego komety 17P/Holmes na przestrzeni około miesiąca, od 26 października do 15 listopada 2007 r. Podobny panel na stronach kolorowych (o.II) przedstawiono specjalnie w sztucznych barwach, podobnie jak w przypadku rys. 1, w celu ukazania struktury otoczki i ogona komety

Literatura na temat komet:

Stanisław R. Brzostkiewicz, *Komety — ciała tajemnicze*, Nasza Księgarnia, Warszawa 1985.

Donald K. Yeomans, *Komety. Od starożytności do współczesności, w mitach, legendach i nauce*, Prószyński i S-ka, Warszawa 1999.

Piotr Gronkowski, *Wybuchy komet w znaczących odległościach od Słońca*, Wydawnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego, Rzeszów 2002. (uwaga: to publikacja akademicka, a nie popularnonaukowa)

Piotr Gronkowski, *Badania fizyki wybuchów komet*, „Urania – Postępy Astronomii” nr 3/2007.

wał tej nocy na terenie obserwatorium, chcąc za pomocą lornetki własnoręcznie „upolować” kometę pomiędzy chmurami. Nie trwało to długo i po chwili wskazał zainteresowanej grupce astronomów obserwatorów z Maciejem Mikołajewskim, jasny, gwiazdopodobny obiekt w odległości około 4,5 stopnia kątowego od najjaśniejszej gwiazdy w gwiazdozbiorze Perseusza — *Mirfaka*.

Udane poczynania dziennikarza skutecznie zmobilizowały zespół obserwatorów do niezwłocznego otwarcia kopuł i prób obserwacji komety przy użyciu 90-cm teleskopu Schmidta-Cassegraina (TSC60/90), co zakończyło się sukcesem. Uzyskane zdjęcia (rys. 1), prowadzone głównie w barwach *B*, *V* i *R*, przedstawiły zgoła inny od klasyczne- go wygląd komety: centralne, bardzo jasne, lekko rozmyte jądro z nieco słabą koncentryczną pyłową otoczką, rozciągającą się na obszarze ponad 3 minut kątowych. Analiza zdjęć wykazała także istnienie dwa razy rozleglejszej, seledynowej otoczki gazowej, która stała się widoczna w niebieskich filtrach dopiero przy dłuższych ekspozycjach, zwłaszcza w następnych dniach (rys. 2). Natomiast typowy dla komet ogon pyłowy o długości ok. 20 sekund łuku był na początku bardzo słabo widoczny (rys. 1).

Obserwacje z kolejnych nocy potwierdziły gwałtowny charakter pojawienia i pozwoliły śledzić aż do grudnia spektakularną ewolucję eksplandującą otoczki pyłowej, powiększanie się pyłowego ogona (rys. 3.), po-

Wyjaśnienie terminów

sublimacja — przejście ze stanu stałego w gazowy, z pominięciem stanu ciekłego

lód amorficzny — lód, którego cząsteczki nie tworzą określonej struktury (takiej, jak np. krystaliczna), są nieuporządkowane; powstaje przy zamierzaniu pary wodnej w bardzo niskich temperaturach; przy podgrzaniu przechodzi w lód krystaliczny; innym przykładem substancji w stanie amorficznym jest szkło

lód krystaliczny — lód, w którym cząsteczki są poukładane w regularną strukturę i tworzą sieć krystaliczną; innym przykładem substancji krystalicznej jest sól kuchenna

jawienie się słabego wachlarzowato-promienistego, niebieskawego ogona gazowego (rys. 4.), a nawet w pewnym momencie rozwianie go przez wiatr słoneczny. Jasność otoczki komety i długość trwania pojawienia pozwala domyślać się, że wartość wyzwolonej energii, jak i masy wyrzucone do otoczki, mogą mieć dużo większą skalę od tych obserwowanych u innych komet w przypadku podobnych zjawisk.

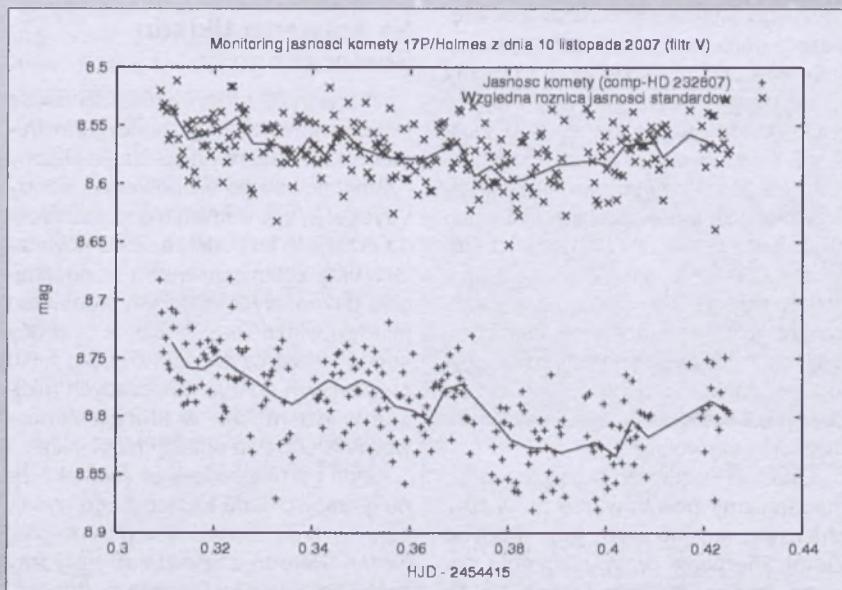
Od połowy listopada otoczka komety 17P/Holmes zaczęła przybierać bardziej klasyczny, wrzecionowaty kształt o rozmiarach kątowych większych niż Księżyc w pełni, a jej jasność systematycznie maleła. Powoduje to kilka czynników: ekspansja i rozproszenie wyrzuconej materii, ruch komety po orbicie i oddziaływanie z wiatrem słonecznym, a także zmiana wzajemnej konfiguracji Słońca, Ziemi i komety — Ziemia w swoim ruchu wokół Słońca niejako „wyprzedza” kometę, przez co widzimy ją bardziej z „boku”.

Czy jądro komety się obraca?

Kometa przyjęła na tyle korzystne położenie na sferze, że, paradoksalnie, im niżej Słońce znajdowało się pod horyzontem, tym kometa była lepiej widoczna. Umożliwiło to nawet kilkogodzinny monitoring jej zachowania na całkowicie ciemnym niebie.

10 listopada, po konsultacji z M. Mikołajewskim próby detekcji szybkiej zmienności już wtedy dobrze wyodrębnionego jądra podjął się student i obserwator Ernest Świerczyński: „Pamiętam, że zachowałem się wtedy bardzo nieprofesjonalnie, bo po ustawnieniu teleskopu na kometę zamiast zejść do sterowni, to przez dobre kilka minut stałem przy szukaczu jak zaczarowany. Pierwszy raz widziałem coś tak pięknego!” — wspomina z rozwrotniem.

Obserwacje 60-cm teleskopem Cassegraina były nastawione na zbadanie zmian jasności jądra wynikających z jego rotacji. Jeśli byłby to twór o niejednorodnym kształcie, należało oczekiwać sinusoidalnego przebiegu krzywej zmian blasku. W wyniku 4 godzin ciągłego monitoringu komety powstało 398 zdjęć, których analiza nie potwierdziła obrotu jądra, natomiast posłużyły one jako materiał do zrobienia filmu prezentującego ruch komety na tle gwiazd (www.astri.umk.pl/holmes). Może będzie konieczne powtórzenie tego typu obserwacji, gdy kometa wytraci swoją otoczkę i odsłoni skaliste jądro, do tej pory skryte pod grubym płaszczem gazu i pyłu.



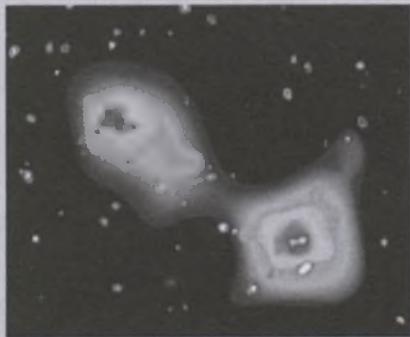
Wyk. 1. Wykres obrazujący zmiany blasku jądra komety względem gwiazdy porównania HD 232807

Autorzy są studentami (dwaj pierwsi — doktorantami) Centrum Astronomii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu

Ukryty olbrzym

Astronomowie z Holenderskiego Instytutu Badań Kosmicznych SRON odnaleźli nową gromadę galaktyk, która przesłania inną, zidentyfikowaną już gromadą. Odkrycia dokonano w międzynarodowym gronie przy użyciu instrumentów satelity XMM Newton. Od lat astronomowie próbowali zrozumieć związek między dwoma obszarami o porównywalnej jasności rentgenowskiej w gromadzie galaktyk Abell 3128. Chociaż zarówno jeden, jak i drugi obszar ma zbliżony rozmiar i jasność, obłoki gazu występujące w ich obrębie posiadają zupełnie inny skład chemiczny. Pierwsza z plam powstała najpewniej z gorącego gazu bogatego w metale uwolnione w wyniku wybuchów gwiazd supernowych w galaktykach. Druga plama jest zbudowana z mniejszej ilości metali niż jakakolwiek dotychczas odkryta gromada. Obserwacje wykonane przez XMM Newton rozwiały wiele wątpliwości. Okazało się, że jeden z tych obłoków gazowych znajduje się 4,6 mld lat od nas i około 6 razy dalej niż gromada Abell 3128.

Gromady galaktyk to największe struktury w Kosmosie. Zawierają one od dziesiątek do setek masywnych galaktyk, z których każda składa się z setek miliardów gwiazd. Siłą utrzymującą gromadę w całości jest przyciąganie grawitacyjne. Obecny w gromadach gorący gaz o temperaturze dziesiątek milionów stopni Celsjusza emisja promieniowanie rentgenowskie, które następnie dociera do detektorów umieszczonych na satelitach, takich jak XMM Newton. Szczegółowe analizy widm w promieniach X dostarczają informacji o składzie chemicznym oraz pochodzeniu gromad galaktyk. Badania gromad koncentrują się głównie na poszukiwaniu odpowiedzi na pytanie, w jaki sposób powstają,



Obraz rentgenowski obszaru w okolicy gromady Abell 3128. Jasna plama po lewej to obłok gorącego gazu w nowo odkrytej, odległej gromadzie. Plama po prawej należy do gromady Abell 3128.

te największe kosmiczne struktury. Według aktualnej wiedzy obserwacyjnej materia galaktyczna jest rozłożona we Wszechświecie w postaci przypominającej pajęczą sieć. Między „nitkami” tej sieci materii występują rozległe obszary o bardzo małej gęstości. Te tzw. pustki zwiększały swoje rozmiary wraz z rozszerzającym się Wszechświatem.

Polowanie na wiatr słoneczny

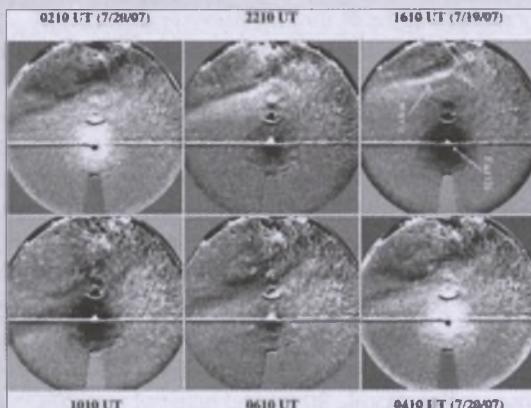
Bliźniacze obserwatorium satelitarne amerykańskiej agencji kosmicznej NASA o nazwie STEREO (ang. *Solar Terrestrial Relations Observatory*) badające zależności i oddziaływanie między Ziemią i Słońcem wyposażono w instrument służący do analiz korony słonecznej SECCHI. Dzięki temu urządzeniu naukowcom udało się po raz pierwszy uzyskać obrazy materii słonecznej omijającej Ziemię. Zespół badaczy projektu SECCHI otrzymał mapy zmian wartości gęstości, których uzyskanie nie było wcześniej możliwe, chyba że poprzez punktowe pomiary wykonywane przez statki kosmiczne.

Podczas lata 2007 r., względnie spokojnego okresu w cyklu aktywności Słońca, teleskop obrazujący fragmenty heliosfery umieszczony na sondzie STEREO-B zarejestrował serię fal wiatru słonecznego omijających naszą planetę. Uczeni porównali te obrazy uzyskane w świetle białym z pomiarami plazmy i pola magnetycznego otrzymanymi przez sondę znajdującej się w pobliżu Ziemi. Okazało się, że istnieje doskonała korelacja między pojawiением się fal przy planecie a powstaniem na Słońcu obszarów o podwyższonej gęstości, które rotują razem z całą gwiazdą. Obszary te tworzą się, gdy materia wiatru słonecznego powstającego w ciemnych miejscach zwanych dziurami koronalnymi i przemieszczającego się z bardzo dużą prędkością zderzy się z materią poruszającą się wolniej.

Obecnie uczeni próbują zrozumieć mechanizm powstawania fal wiatru, analizując kolejne etapy jego drogi do Ziemi. Pierwsze przypuszczenia dotyczą możliwości formowania się fal jako bąbl Materii wciąż uwalnianej z koroną Słońca.

Obie sondy STEREO zostały wystrzelone 25 października 2006 r. Ich zadaniem jest wykonywanie obserwacji spektroskopowych Słońca z orbity ziemskiej. Orbita sondy A znajduje się bliżej Słońca, a sam statek porusza się przed Ziemią. Sonda B krąży dalej od Słońca i w pewnej odległości za Ziemią. Odległość kątowa między obiema sondami wzrasta o około 45 stopni na rok, we wrześniu 2007 r. wynosiła 26 stopni.

Każda sonda jest wyposażona w instrumenty SECCHI, kamery dalekiego ultrafioletu, koronografy i urządzenia obrazujące koronę słoneczną.



Sekwencja obrazów pokazujących przelot fali w dniach 19–20 lipca 2007 r., od lewej do prawej. Duża jasność Ziemi spowodowała powstanie kilku artefaktów, między innymi odbicia powstającego na osi optycznej, jasnych lub ciemnych obszarów wokół Ziemi. Trapezoidalny kształt przesłania zbyt jasną planetę. Pole obrazu pokrywa obszar około 70 stopni, a jego środek wypada 53,4 stopni na zachód od Słońca. Słoneczna północ jest u góry obrazu, a sama gwiazda znajduje się 18,4 stopni poza lewą krawędzią pola. (źr. Naval Research Laboratory)

Na krawędzi Układu Słonecznego

W latach 70. uczeni z Massachusetts Institute of Technology zbudowali instrument przeznaczony do badania plazmy i zainstalowali go na pokładzie sondy Voyager 2. W ostatnich tygodniach sonda przecięła falę uderzeniową powstającą przy zetknięciu wiatru słonecznego z gazem wypełniającym przestrzeń międzygwiazдовą. Ta część podróży sondy dostarczyła naukowcom kilku niezwykłych odkryć dotyczących miejsca w Kosmosie, w którym zanika wpływ Słońca na obiekty niebieskie.

Jedną z niespodzianek jest fakt, że na granicy Układu Słonecznego występuje niespodziewanie silne pole magnetyczne. Pole to zniekształca sferyczny bąbel gazu wypływającego ze Słońca. Kolejnym zaskoczeniem okazała się wartość temperatury zaraz za granicą

Układu. Choć jest ona wyższa niż w jego granicach, to jednak okazuje się aż dziesięć razy niższa niż dotąd przypuszczano. Teoretykom nie pozostaje nic innego, jak tylko zaproponować spójny mechanizm chłodzący tamte obszary. Niektórzy uczeni sądzą, że to błąd pomiarowy instrumentu plazmowego MIT, który nie jest w stanie zanalizować cząstek wysokoenergetycznych.

Sondy Voyager 1 i 2 zostały zaprojektowane do badania Jowisza, Saturna i ich księżyców. Po wystrzelaniu w Kosmos droga przelotu Voyagera 2 została poprawiona, a sonda skierowana również na Urana i Neptuna. Choć praca statków została przewidziana na 5 lat, to po upływie 30 od startu obydwa wciąż działają i przesyłają dane. Obecnie Voyagery znajdują się w strefie granicznej, w której wiatr słoneczny oddziałuje z otaczającą materią międzygwiazdową. W przyszłym dziesięcioleciu statki przetną ostatnią granicę, zwaną heliopauzą. Poza to miejsce cząstki słoneczne już nie docierają. Po raz pierwszy uda się dokonać pomiarów i analiz ośrodka międzygwiazdowego niezaburzonego słonecznym wiatrem i polem magnetycznym.

Voyager 1 przeciął falę uderzeniową już trzy lata temu, ale nie wykonał pożądanych pomiarów z powodu awarii instrumentu plazmowego. Sprawne urządzenie Voyagera 2 nie tylko dokonało pomiaru temperatury wiatru słonecznego, ale również prędkości i gęstości otoczenia.

W związku z tym, że wypływający wiatr słoneczny zmienia się wraz z kolejnymi fazami aktywności Słońca, rosnąc w siłę podczas rozbłysków, na granicy Układu też daje się zauważyc charakterystyczne pulsacje. Sonda Voyager doświadcza rytmicznych „uderzeń” fal podobnych do fal morskich, które docierają i uderzają w statek na brzegu oceanu.

Wygląda na to, że sonda Voyager 1 przekroczyła granicę jednorazowo wraz z jednym uderzeniem wiatru słonecznego, natomiast Voyager 2 zarejestrował ich już około pięciu.

Voyager 2 znajduje się około 12 606 mln km od Ziemi i wciąż odala się od niej z prędkością 56 149 km/h. Voyager 1 znajduje się w odległości 15 675 mln km od nas i opuszcza Układ Słoneczny z prędkością 61 614 km/h. Uczeni zakładają, że utrata kontaktu z sondami nastąpi około roku 2020.

Najmłodsze układy słoneczne

Astronomowie z Uniwersytetu Michigan odkryli dwa najmłodsze, jak dotąd, układy słoneczne. Oba systemy znajdują się w obszarze formowania się gwiazd w gwiazdozbiorze Byka, który leży około 450 lat świetlnych od nas. Odkrycia dokonano w promieniach podczerwonych. Uczeni zauważali, że w widmach tych gwiazd występują pewne braki promieniowania podczerwonego pochodzenia pyłowo-gazowego. Pył i gaz tworzą dyski rotujące wokół gwiazdy, z których następnie powstają planety. Brak tego promieniowania można uznać za dowód powstania już w tych obszarach młodych planet. To one najprawdopodobniej przyciągnęły całą materię otaczającą gwiazdę, a znajdującą się na drodze ich ruchu orbitalnego. Odkrycia dokonano za pomocą Teleskopu Spitzera Amerykańskiej Agencji Kosmicznej NASA. Teleskop ten obserwuje niebo z orbity ziemskiej w zakresie fal podczerwonych, niewidzialnych dla teleskopów optycznych.

Takie instrumenty pozwalają astronomom badać gwiazdy przed ciągiem głównego. Gwiazda ciągiem głównego to obiekt w średnim wieku, który podobnie jak nasze Słońce przemienia w swym jądrze wodór w hel. Gwiazdy takie jak UX Tau A czy LkCa 15, które tworzą najmłodsze układy słoneczne, są obiektem sprzed ciągiem głównego i nie posiadają jeszcze ustabilizowanych procesów termojądrowych. Ich energia pochodzi głównie z grawitacyjnego kurczenia się. Obie gwiazdy mają po około milion lat, dla porównania nasze Słońce ma około 4,5 mld lat.



Artystyczna wizja nowo powstającego układu planetarnego wokół gwiazdy UX Tau A (źr. NASA Spitzer Space Telescope)

Układ planetarny z rekordową liczbą planet

Nowo odkryta planeta należy do układu planetarnego, w środku którego znaj-

duje się gwiazda 55 Cancer. Oprócz naszego Układu Słonecznego system ten jest jedynym, dotychczas odkrytym, posiadającym co najmniej pięć planet.

Odkrycia dokonano po 19 latach systematicznych obserwacji gwiazdy (ponad 300 pomiarów) przez amerykański zespół pracujący nad projektem poszukiwania planet *California and Carnegie Planet Search*. W tym roku projekt ten obchodzi 20 rocznicę dokonania pierwszych prób odkryć planet pozasłonecznych z zastosowaniem technik analizy efektów, jakie wywołują one w ruchu macierzystych gwiazd.

Układ 55 Canceri znajduje się 41 lat świetlnych od nas w gwiazdozbiorze Raka. W jego skład wchodzą cztery planety wewnętrzne o rozmiarach zbliżonych do Neptuna (w odległości do 0,8 AU od gwiazdy) i jeden zewnętrzny olbrzym (w odległości 6 AU). Miedzy planetami wewnętrznymi a olbrzymem występuje rozległa przerwa — pierścień o szerokości około 13 lat świetlnych. To właśnie w tej przerwie mogłyby znajdować się planeta podobna do Ziemi.

Gwiazda 55 Canceri jest starsza i świeci słabiej niż nasze Słońce, więc jej ekosfera, czyli strefa, w obrębie której panują fizyczne i chemiczne warunki umożliwiające powstanie i rozwój życia, znajduje się bliżej gwiazdy niż w Układzie Słonecznym. Nowa, piąta planeta układu znajduje się w ekosferze i chociaż planeta jest gazowym olbrzymem o rozmiarze połowy Saturna, to być może posiada księżyce, na których powierzchni może występować ciekła woda. Istnieje jeszcze prawdopodobieństwo występowania w tej strefie dotychczas nie odkrytych planet skalistych, które mogą posiadać wodę. Piąta planeta znajduje się w odległości 0,785 AU od gwiazdy, a jej okres obiegu wynosi 260,8 dnia.

Uczeni przewidują, że potencjalne obiekty krążące wokół gwiazdy w przewiewie nie mogłyby być większe niż Neptun, gdyż inaczej zaburzałyby orbity pozostałych planet, powodując ich destabilizację. Wszystkie planety układu 55 Canceri poruszają się po stabilnych, prawie kołowych orbitach, podobnie jak osiem planet naszego Układu.

Kiedy w 1996 r. astronomowie odkryli w układzie 55 Canceri pierwszą planetę, był to dopiero czwarty znany układ z planetami pozasłonecznymi. Jej rozmiar jest zbliżony do Jowisza, a okres obiegu wynosi 14,6 dnia. W 2002 r. odkryto drugą planetę o masie około czterech razy większej od Jowisza, położoną mniej więcej w takiej odległości od gwiaz-

dy jak nasz Jowisz od Słońca. Trzecią planetę również odkryto w 2002 r. Masa tego obiektu jest zbliżona do połowy masy Saturna, jego okres obiegu to jedynie 44 dni. Czwarta planeta o rozmiarze Neptuna znajduje się bardzo blisko gwiazdy macierzystej. Temperatury na niej są bardzo wysokie, a jeden obieg dookoła gwiazdy trwa jedynie 2,8 dnia.



Artystyczna wizja układu planetarnego gwiazdy 55 Canceri (źr. NASA/JPL-Caltech)

Mimo że astronomom udało się do tej pory odkryć około 250 planet pozasłonecznych, to oprócz 55 Canceri jedynie o gwieździe μ Ara na niebie południowym wiemy, że posiada co najmniej 4 planety.

Odkryć nowych obiektów w układach planetarnych dokonuje się poprzez analizę ruchów gwiazdy macierzystej przy zastosowaniu techniki Dopplera. Poszukuje się zmian i wychyleń wartości prędkości, z jaką gwiazda porusza się w kierunku do i od obserwatora (czyli nas). Metoda jest tak czuła, że potrafi wyrobić zmiany o 1 m/s.

Astronomowie pracujący przy projekcie 55 Canceri są przekonani, że ten układ planetarny kryje jeszcze jedną planetę.

Planeta jak Ziemia

Z danych obserwacyjnych teleskopu Spitzera Amerykańskiej Agencji Kosmicznej NASA wynika, że 424 lata świetlne od nas w układzie słonecznym z gwiazdą HD 113766 powstaje właśnie planeta podobna do Ziemi.

Gwiazda HD 113766 jest nieznacznie większa od naszego Słońca i naprawdopodobniej tkwi w układzie podwójnym. Jej wiek szacuje się na 10–16 mln lat, znakomity czas na utworzenie planet skalistych. W układzie młodszym otaczający ją pierścień mógłby być zbudowany z większej ilości gazu, wówczas gwiazda byłaby masywniejsza, a ewentualne planety miałyby rozmiary zbliżone do Jowisza. W układzie starszym pył z dysku zgrupowałby się w większe obiekty i już zdążyłyby utworzyć wszystkie planety skaliste.

Odłamki skalne obecne w pierścieniu wskazują na wczesny etap formowania się planet, kiedy to niewielkie głazy zderzają się ze sobą, tworząc większe obiekty, a te z kolei w wyniku kolizji tworzą planetozymale. Materia znajduje się w ekosferze, strefie, w obrębie której panują warunki fizyczne i chemiczne umożliwiające powstanie, utrzymanie i rozwój życia, między innymi ciekła woda. Ziemia znajduje się w samym środku takiej strefy okołosłonecznej. Wirujący dysk składający się głównie z pyłu jest ponad 100 razy bogatszy w materię niż pas planetoid w naszym Układzie. W zupełności wystarczyłoby jej do zbudowania planety rozmiaru Marsa.

Astronomowie oceniają, że warunki dla uformowania się ziemskiej planety są znakomite i nie oznacza to jedynie znalezienia się w odpowiednim czasie w odpowiednim miejscu i w obecności odpowiedniej gwiazdy, ale również doskonale dobrany skład chemiczny dysku. Przypomina on bowiem mieszankę, jaką zidentyfikowano w wypływająccej lawie z wulkanu Mauna Kea na Hawajach.



Artystyczna wizja układu z dyskiem, w którym powstaje nowa, zemska planeta (źr. NASA/JPL-Caltech/JHUAPL)

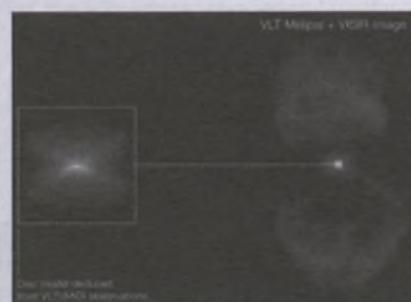
Krzemianowy dysk w Mrówce

W centrum mgławicy Mrówka astronomowie odkryli płaski, ustawiony do nas krawędzią dysk krzemianowy. Do badań wykorzystano najnowocześniejsze instrumenty interferometryczne VLT. Rozmiar dysku jest jednak zbyt niewielki, aby dało się nim wytłumaczyć intrugującą kształt tej mgławicy.

Dysk rozciąga się na odległość od około dziewięciu do pięciusetkrotnie większą niż dystans dzielący Ziemię od Słońca (9AU), co odpowiada 6 milisekundom łuku na niebie. Mgławica Mrówka jest jednym z bardziej fascynujących obiektów tego typu. Mgławice planetarne otrzymały swą nazwę pomyłkowo.

Przy niezbyt wydajnych teleskopach w większości sferyczne mgławice wyglądały dla obserwatorów jak planety. W rzeczywistości są one obiektem świecącego gazu odrzuconego przez gwiazdę w ostatniej fazie jej życia. Mgławica Mrówka posiada niezwykłe morfologiczne cechy: jasne jądro, trzy pary bipolarnych płyt i pierścień wypływającej materii. W późnych latach 50. nazwano ją „komnatą horrorów” mgławic planetarnych. Astronomowie wierzą, że zrozumienie procesów zachodzących w dysku dostarczy odpowiedzi na pytanie, w jaki sposób sferyczna gwiazda tworzy tak złożone, asymetryczne struktury mgławicowe.

Masa pyłu zawartego w dysku to jedynie 1/1000 masy Słońca, w płatach jest go jeszcze stukrotne mniej. Należy zatem przyjąć, że dysk jest zbyt lekki, aby wywierać znaczący wpływ na wypływającą materię i kształt mgławicy. Dysk wydaje się składać jedynie z pozostałości po wybuchu gwiazdy. Dane obserwacyjne dostarczają dowodów na to, że dysk jest przede wszystkim zbudowany z amorficznych krzemianów. Fakt ten wskazuje na młody wiek dysku. Najprawdopodobniej duża ilość materiału zawartego w płatach została rozproszona podczas kilku wielkoskalowych wydarzeń astronomicznych. Rozwiążanie zagadki kształtu mgławicy musi zatem tkwić w jądrze układu.



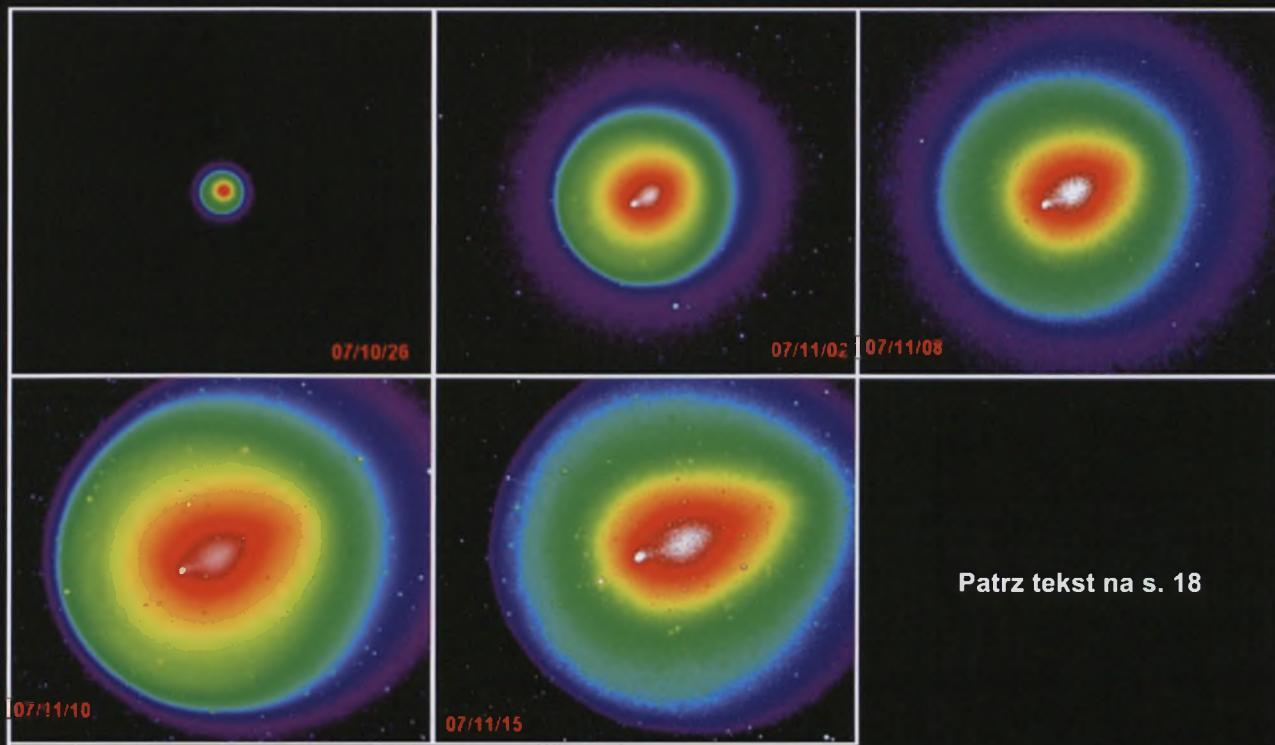
Obraz po prawej został wykonany w podczerwieni, po lewej przedstawia model dysku pylowego (źr. Stephane Guisard, ESO)

Metamorfoza mgławicy

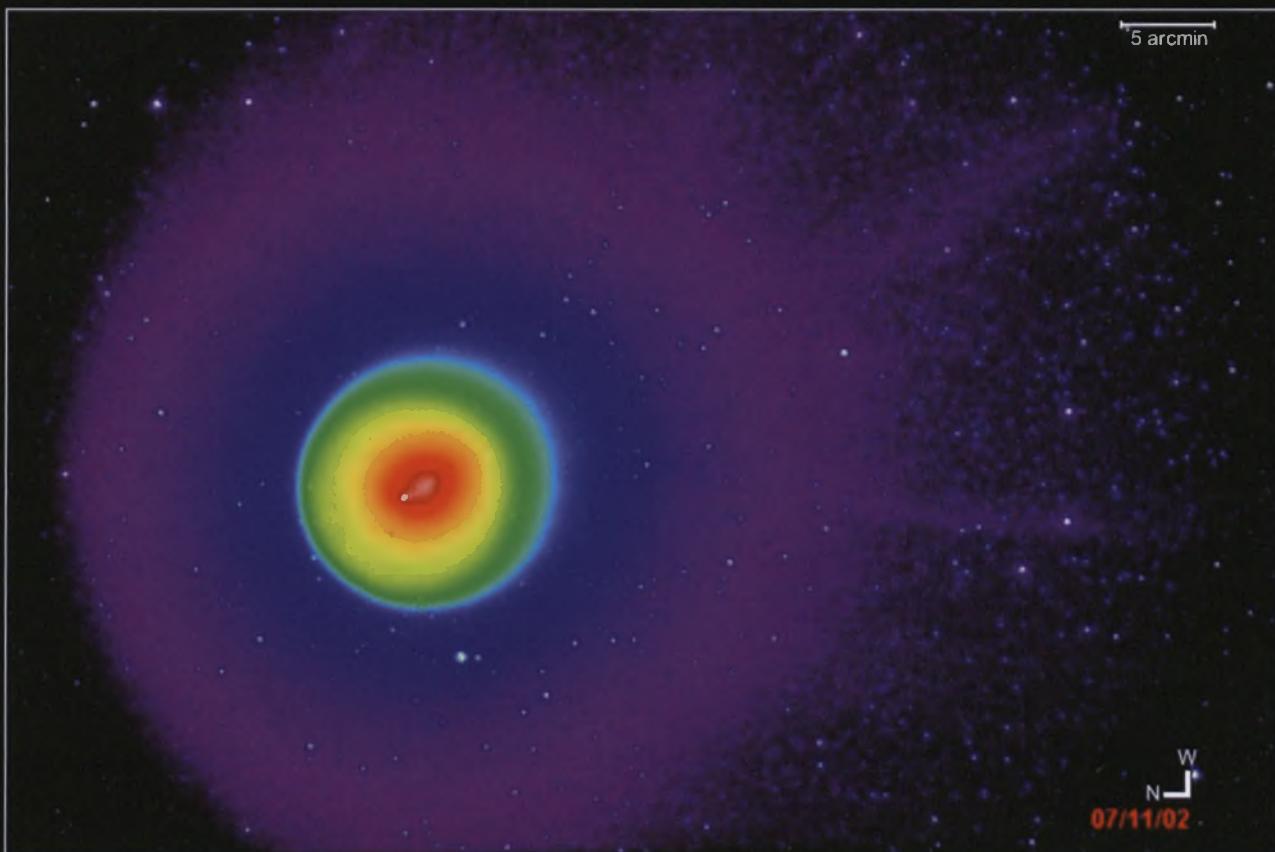
Grupa europejskich astronomów wykorzystała Very Large Telescope Interferometer i jego zdolność do uzyskiwania niezwykle ostrych obrazów obiektów niebieskich i zaobserwowała obłok pylowego otaczający starzejącą się gwiazdę. Odkrycie to ma duży wpływ na poglądy dotyczące kształtów, jakie mogą przybierać mgławice planetarne.

W ostatnim okresie swego życia gwiazdy takie jak Słońce stają się czerwonymi olbrzymami. Słońce pochłonie

Kometa 17P/Holmes w sztucznych barwach



Sekwencja zdjęć z toruńskiego teleskopu TSC60/90 w paśmie V ukazująca ewolucję otoczki i ogona pyłowego komety 17P/Holmes na przestrzeni około miesiąca, od 26 października do 15 listopada 2007 r. Sztuczne barwy zastosowano w celu ukazania struktury otoczki i ogona (te same zdjęcia bez przetworzenia barw pokazano na s. 20 (rys. 3)



Zdjęcie komety z teleskopu TSC60/90 w paśmie B w sztucznych barwach, ukazujące jej bogatą strukturę, począwszy od jądra, ogona pyłowego, poprzez otoczkę pyłową i gazową (barwy), a skończywszy na słabym wachlarzowo-promienistym ogonie gazowym



Urania
POSTĘPY ASTRONOMII

Otwarcie obserwatorium na Lubomirze

Patrz tekst na s. 30



Widok ogólny nowego Obserwatorium. Fot. A. Kaczmarszyk
Wyżej: tablica informacyjna o źródłach finansowania budowy. Obok: miejsce zbiegu szlaków turystycznych na Lubomirze. Fot. A. Michalec



Uroczyste przecięcie wstęgi. Fot. A. Kaczmarszyk



Msza Święta i poświęcenie Obserwatorium. Fot. A. Kaczmarszyk



wtedy planety do orbity Marsa włącznie i przeobrazi się w białego karła, obiekt niewiele większy od Ziemi. Odrzucone zewnętrzne warstwy gwiazdy utworzą wokół karła połyskujący wieloma kolorami obłok gazu i pyłu. Taka metamorfoza zachodzi relatywnie szybko, ale jest bardzo złożona i jeszcze słabo poznana przez naukowców. W szczególności problemem jest zrozumienie, w jaki sposób sferyczne gwiazdy mogą produkować mgławice o tak różnorodnych, niejednokrotnie asymetrycznych kształtach.

Uczeni zainteresowali się obiektem, który być może jest właśnie na etapie przeobrażania się w mgławicę. Gwiazda V390 Velorum jest 5000 razy jaśniejsza od naszego Słońca i znajduje się od niej w odległości 2 600 lat świetlnych. Wiadomo również, że gwiazda znajduje się w układzie podwójnym o okresie obiegu 500 dni.

Astronomowie sugerują, że w układach starszych gwiazd występuje duża ilość pyłu i że to on może odgrywać decydującą rolę w ostatnich chwilach ich egzystencji. Kształt i budowa obłoków owego pyłu nadal nie jest poznana.

W celu dogłębnego zbadania obserwowanego obiektu połączono obserwacje z różnych instrumentów Europejskiego Obserwatorium Kosmicznego VLT, między innymi AMBER i MIDI. Uzyskano dzięki temu dokładne współrzędne i kształt pyłowego pierścienia w skali milisekund luku. Z obserwacji tych jasno wynika, że pył zgromadzony wokół centralnej gwiazdy nie będzie rozprzestrzeniał się sferycznie. Dysk materii jest rozciągnięty od 9 do kilkuset jednostek astronomicznych. Długość jego życia to zaledwie mrugnięcie powieką w życiu

samej gwiazdy, niemniej jednak faza ta jest niezwykle istotna, gdyż właśnie wtedy odbywają się zmiany morfologiczne determinujące późniejszy wygląd mgławicy. Pomiarów wykonanych w bardzo wysokiej rozdzielcości przestrzennej nie tylko pozwoliły rozdzielić emisję pochodząą od gwiazdy od dyskowej, ale również poznać budowę wewnętrznej części dysku, jego orientację w przestrzeni oraz nachylenie. Okazało się, że wewnętrzny brzeg dysku otaczającego obiektu jest niezwykle gorący i rozdęty.

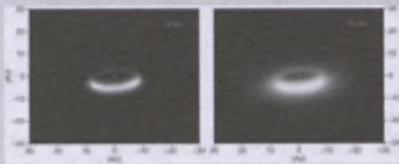
Mimo dość krótkiego czasu przebywania obiektu w stanie przeobrażania się w mgławicę udało się potwierdzić niezwykłą wydajność procesów koagulacji i krystalizacji pyłu w dysku. Dysk ma zbliżony charakter do tych powstających wokół młodych gwiazd, w których powstają planety. Najnowszym odkryciem tego typu jest pyłowy dysk w mgławicy Mrówka.

Na podstawie serwisu internetowego *sciencedaily*

(kw)

Astronomowie śledzą asteroidę, która przejdzie w pobliżu Marsa

Astronomowie są bardzo czujni i pilnie obserwują małe ciała Układu Słonecznego, które zbliżają się do Ziemi i mogą grozić zderzeniem z naszą planetą. Ostatnio (20 listopada 2007 r.) pracownicy programu obserwacji obiektów przechodzących blisko Ziemi NASA (*Near-Earth Object*) w Pasadenie odkryli planetoidę 2007WD5, która zagraża nie Ziemi, a Marsowi. Ma średnicę ok. 50 m i, wg obecnego stanu wiedzy, przejdzie



Model dysku wirującego wokół gwiazdy V390 Velorum. Obraz uzyskano przez nałożenie danych obserwacyjnych z kilku instrumentów obserwatorium VLT (źr. Copyright Stephane Guisard, ESO)

w odległości ok. 50 tys. km od Marsa w dniu 30 stycznia 2008 r.

Obecnie (druga połowa grudnia 2007 r.) planetoida 2007WD5 znajduje się w połowie drogi między Ziemią a Marsem i zbliża się do Czerwonej Planety z szybkością prawie 45 tys. km/h. Z powodu ciągle jeszcze niepewnej znajomości orbity tej planetoidy nie można wykluczyć, że zderzy się ona z Marsem. Ma na to 1 do 75 szans. Jeśli rzeczywiście by się to zdarzyło, to 2007WD5 upadłaby na północnej półkuli Marsa z szybkością ok. 50 tys. km/h i utworzyła krater o prawie kilometrowej średnicy. Ocenia się, że takie zderzenia zdarzają się na Marsie raz na około tysiąc lat.

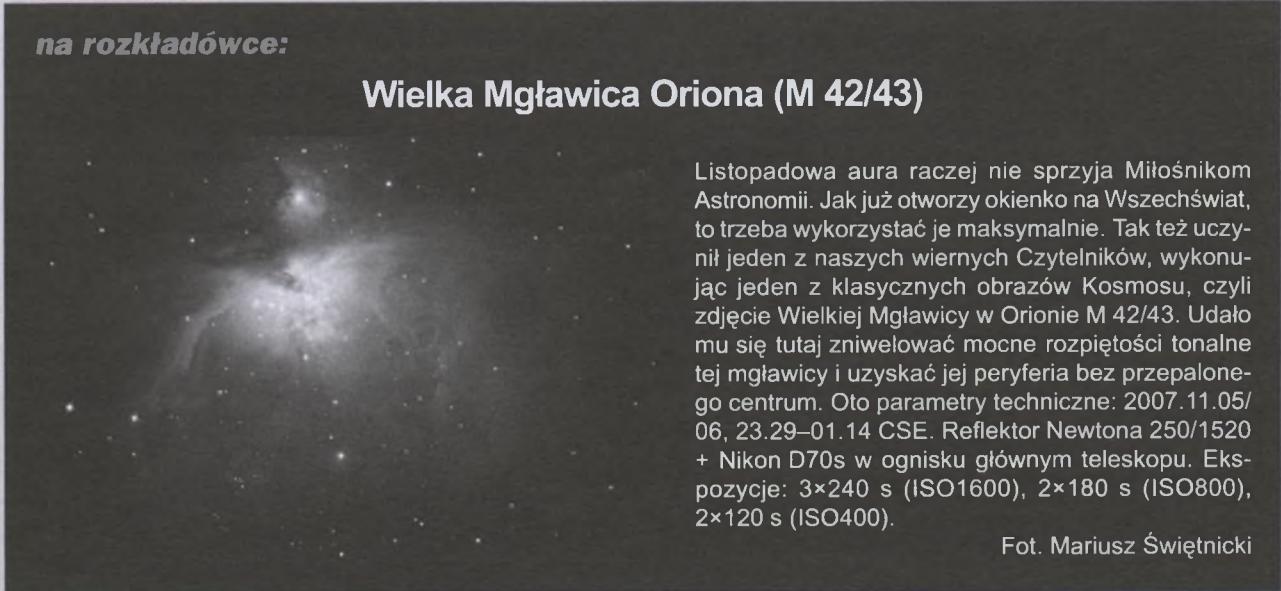
W czasie takich kolizji może wydzieleć się około trzy megatony energii. Podobna ilość energii została wydzielona w czasie spadku meteorytu tunguskiego na Syberii w 1908 r. Wtedy nie utworzył się krater, bo kosmiczny obiekt uległ dezintegracji w gęstych warstwach ziemskiej atmosfery, zanim dotarł do powierzchni Ziemi. Ale zdewastował wiele obszarów syberyjskiej tajgi, a poświatą wybuchu była widoczna aż w Paryżu.

Szczegóły przebiegu tego zjawiska na stronach: <http://neo.jpl.nasa.gov>

(aw)

na rozkładówce:

Wielka Mgławica Oriona (M 42/43)



Listopadowa aura raczej nie sprzyja miłośnikom Astronomii. Jak już otworzy okienko na Wszechświat, to trzeba wykorzystać je maksymalnie. Tak też uczynął jeden z naszych wiernych Czytelników, wykonując jeden z klasycznych obrazów Kosmosu, czyli zdjęcie Wielkiej Mgławicy w Orionie M 42/43. Udało mu się tutaj zniwelować mocne rozpiętości tonalne tej mgławicy i uzyskać jej peryferia bez przepalonego centrum. Oto parametry techniczne: 2007.11.05/06, 23.29–01.14 CSE. Reflektor Newtona 250/1520 + Nikon D70s w ognisku głównym teleskopu. Ekspozycje: 3×240 s (ISO1600), 2×180 s (ISO800), 2×120 s (ISO400).

Fot. Mariusz Świętnicki

Fantastyka stosowana

„Rozdinna” spółka autorska — kuzyni: Jewgienij Lwowicz Wojskunkij (1922 — obchodził on zatem 85. rocznicę urodzin!) i Isaj Borysewicz Łukodianow (1913 — 1984) — popularna w Związku Sowieckim, a obecnie w Rosji, i prawie zupełnie nieznana w Polsce, obrała sobie osobliwy rodzaj twórczości fantastyczno-naukowej. Tematyka większości ich pozycji to... „fantastyka stosowana”, jak by można określić tę twórczość wywodzącą się z fantastyki technicznej Verne'a (*hard science fiction*). Nie jest to zwykle jej naśladowanie, lecz specyficzne rozwinięcie uwzględniające nowe osiągnięcia nauki i techniki, wypełniające jakby lukę pomiędzy tym, co już zostało zrealizowane a tym, co mogłoby być dokonane. Pisarze starają się pokazać, że fantastyczne możliwości kryje w sobie każde zjawisko, nawet od dawna znane, lecz nie doceniane i nie wykorzystane.

Do najważniejszych ich powieści należy dwuksiążkowy debiut *Ekipaż „Mekonga...”* (Załoga „Mekonga”). *Księga o najnowszych, fantastycznych odkryciach i o wydarzeniach z odległej przeszłości, o tajemnicach Materii, i o wielu przygodach na lądzie i na morzu* oraz *Ur, syn Szama*, wydany w poczytnej serii „Biblioteka prikluczeń i naucznej fantastiki” (1962; 1975). Jak świadczy ten długi podtytuł pierwszej powieści, zawiera ona „pełny, dżentelmeński komplet atrybutów

naukowofantastycznych” (według Michała Nowikowa). Rzeczywiście — autorzy potrafią pisać o sprawach zwyczajnych w sposób ciekawy, chociaż nie brak również w ich twórczości historii niezwykłych, fantastycznych; zdarza się, że naiwnych, częściej jednak — porywających. Natomiast w drugiej z wymienionych powieści odnajdujemy niektórych bohaterów załogi „Mekonga” (jachtu płynącego po Morzu Kaspijskim), nie ma jednak kontynuacji akcji — każda z powieści stanowi zamkniętą całość.

Dodam jeszcze, iż swego czasu można było nabyć w Polsce, w księgarniach „Kalinka”, skrócony przekład książki *Załoga „Mekonga”*, lecz na... angielski, w dodatku dokonany w Rosji!

Główne postaci występujące w obu utworach działają przeważnie nad Morzem Kaspijskim, nad którym — w Baku — mieszkali i pisali Wojskunkij i Łukodianow, zafascynowani tym najbardziej z osobliwych mórz, będącym niewielką pozostałością ogromnego niegdyś Morza Tetydy, a nie mającego obecnie (od około 10 000 lat) połączenia z oceanami.

Załoga „Mekonga” to przede wszystkim dwaj młodzi inżynierowie, pracownicy Instytutu Naukowo-Badawczego Transportu Nafty, którego głównym zadaniem jest zbudowanie rurociągu transkaspijskiego we współpracy z Instytutem Fizyki Morza i z Instytutem Biologii. Brzmi to zgoła niefantastycz-

nie. Instytut jest współczesny, problem — wydawałoby się — nieciekawy. Powieść była napisana pod koniec lat 50. ubiegłego wieku i nikt wtedy nie miał pojęcia o kryzysie energetycznym (autorzy zresztą też, chociaż na swój sposób okazali przenikliwość, że transport ropy naftowej będzie stanowił o przyszłości świata). Młodzi inżynierowie, wraz z laborantem, zajmują się zagadnieniem napięcia powierzchniowego, interesują się elektrostatyką i elektretami, prowadzą w warunkach domowych (chałupniczych — skąd my to znamy!) eksperymenty z kropią rtęci, usiłując wzmacnić siły napięcia powierzchniowego w celu rozwiązania problemu przesyłania ropy na znaczne odległości. Zadziwia rozmach, umiejętność i talent, z jakim autorzy opisują niewymyślne doświadczenia fizyczne, dają szeroki przegląd prac naukowych i technicznych usiłujących zgłębić istotę tego prostego, zdawałoby się, zjawiska, jakim jest napięcie powierzchniowe zachodzące w monomolekularnej warstwie. Okazuje się przecież, że właściwości tego świata zjawisk dwuwymiarowych są co najmniej zagadkowe. Tej głównie kwestii została właściwie poświęcona powieść, w niczym jednak nie przypominając często wtedy pojawiających się zbeletyzowanych utworów popularnonaukowych z elementami *science fiction*. Więcej, akcja tej książki rozgrywa się w teraźniejszości, przeszłość i wybiega w przyszłość, obejmując swym zasięgiem (przestrzennym) całą niemal Eurazję.

Młodzi inżynierowie, kontynuując w warunkach domowych doświadczenia nad zwiększeniem napięcia powierzchniowego, umieszczały pulsującą kropkę rtęci we... wstępnie Moebiusa wykonanej z metalu. Przez przypadek uzyskują efekt przenikliwości materii, lecz nie wiedzą, jaka jest częstotliwość rezonansowa, która spowodowała jego pojawienie się i dlatego dane eksperymentu przekazują do Akademii Nauk, gdzie ich rozszыfrowanie powierzono oczywiście komputerowi (to było też podówczas nowością w sowieckiej SF).

Warto ponadto zauważać, iż nad zagadnieniem poznania i zwiększenia napięcia powierzchniowego pracują trzy konkurujące ze sobą grupy — tak, właśnie konkurujące, nie zaś współzawodniczące. To ostatnie byłoby dla autorów zbyt trywialne, jakieś takie... socrealistyczne.

Nie brak w tej powieści epizodów historycznych (jakby retrofantastyki) oraz wątków egzotycznych (XVIII-wiecznych Indii i kultu bogini Kali). Dużo jest opowieści o miłości i nienawiści, przyjaźni i poświęceniu. Występuje też intriga i sensacja (typu „spiskowej teorii dziejów”). Mamy też liczne przygody (niekiedy wcale zabawne), a nawet... przedziwną robinsonadę. I wreszcie, autorzy odważyli się poruszyć problem narkomanii, który w bytym ZSRS był tematem *tabu*.

Wywodów, jakie nasuwają się po lekturze tej powieści tężniącej życiem, pracą, śmiałymi (czasem zabawnymi, czasem niebezpiecznymi doświadczeniami, pełnej niezwykłych przygód, idei naukowych i fantastycznych pomysłów) jest wiele. Przede wszystkim pisarze potrafili zajmującą opisać tak „banalne” zjawisko, jak napięcie powierzchniowe, rozwinać fantastyczną hipotezę o możliwości wykorzystania go jako nowego źródła energii oraz nowego podejścia dla przebudowy materii, czyli uzyskania fenomenu przenikliwości, a następnie praktycznego wykorzystania tego efektu. (Zbliżony pomysł znajdujemy w opowiadaniu *Nurek skalny* Harry'ego Harrisona). Co więcej — autorzy postarali się, aby ich bohaterowie nie byli „nieskazitelnymi tytanami nauki” (co było tak typowe dla wcześniejszej fantastyki sowieckiej), lecz ludźmi z krwi i kości, z ich zaletami i wadami, śmiesznościami; ludźmi oddanymi nauce, lecz potrafiącymi też kochać, popełniać błędy, niekiedy tchórzyc, ale nie zostawać przyjaciela w biedzie. Młodzi inżynierowie to gorące głowy pełne pomysłów, nie zawsze udanych, często nierośaudnych, niekiedy komicznych, jednak wzbudzających sympatię czytelnika. Ich zarozumiałość w pewnych sytuacjach jest przywilejem ich wieku, ale z drugiej strony są to przecież skromni inżynierowie, chociaż ich osiągnięcia noszą znamiona genialności. Przy tym wszystkim, przy poświęcaniu się nauce, ich życie osobiste nie jest wcale takie marginalne.

Do słabszych stron powieści należy pewna *elephantiasis* pomysłów, wątków i... mnożenie przygód „ponad konieczność”. Łagodzi ten przesył lekkość stylu i poczucie humoru pisarzy (do autoironii włącznie). Tylko w jednej sprawie opuszcza autorów umiar — w sprawie religii. Zastanawia zwulgaryzowane

podejście do tej kwestii (czyżby dlatego, że tworzyli na terenie muzułmańskim?), powtarzające się i w innych utworach tych pisarzy. Chorobliwa wręcz niechęć do spraw wiary chybia jednak celu i może tylko wywołać przewrotne zainteresowanie. Nie było tajemnicą, że sowiecka SF ma z reguły wymowę ateistyczną, jednak część autorów wołała tę tematykę pomijać milczeniem. Zresztą obojętność wobec religii cechuje większość fantastyki naukowej, bo też nie ku transcendencji boskiej jest ona zwrócona, a już nie do pomyślenia byłoby (oprócz groteski czy utworów alegorycznych) odwoływanie się w prozie *science fiction* do cudów i zjawisk nadprzyrodzonych. Zarazem jednak panuje daleko posunięta tolerancja wobec religii i wierzeń, nie tylko ziemskich, toteż dysonansem brzmią agresywne niekiedy wynurzenia Wojskunkiego i Łukodianowa (ciekawe, czy byli oni świadomi tego, że nauka nie potrafi udowodnić ani nieistnienia, ani istnienia Boga?).

Napisaną w dwadzieścia lat później powieść *Ur, syn Szama* rozpoczyna rozdział *Czertowo gorodiszcze* powtarzający niemal dosłownie opis tej samej ławicy, z którym Czytelnik zetknął się już w utworze *Ekipaż „Mekonga”*. Autorzy chcą tym jakby podkreślić jedność miejsca akcji i zarazem zasygnalizować pewną łączność między „dawnymi a nowymi czasy”. Relację taką zapewnia osoba jednego z bohaterów, wspominanego wcześniej laboranta, będącego w drugiej powieści już pomocniczym pracownikiem nauki. W jednym z epizodów spotykamy czworo głównych bohaterów: młodych inżynierów (starszych tu o 10 lat) oraz ich (obecne) żony.

Wynika stąd, iż pisząc *Załogę „Mekonga”*, mającą za tło współczesność, autorzy rzutowali ją w pewnym sensie w przyszłość. Podobnie akcja tej drugiej powieści Wojskunkiego i Łukodianowa rozgrywa się w bliskiej, acz nieokreślonej przyszłości (mogącej w każdej chwili stać się teraźniejszością). Inny był zamysł nowej powieści, odmienny schemat kompozycyjny, fragmentarnie tylko nawiązujący do układu poprzedniego utworu. Wspólne są natomiast ogólne założenia: obie pozycje stanowią przykłady fantastyki stosowanej, obie powieści cechuje też pewien rozmach epicki, wreszcie zarówno w pierwszym, jak i w drugim utworze występują ele-

menty retrofantastyki. Zasadniczą różnicą jest względny brak w książce *Ur; syn Szama* wątków pobocznych. Powieść jest zwarta, akcja rozwijana konsekwentnie, główny nurt nie tworzy licznych rozlewisk, a chociaż autorzy nie bardzo mogą opanować skłonność do mnożenia przygód „ponad konieczność”, to jednak przejawiają ją z pewnym wdziękiem.

Autorzy wykorzystali również na swój sposób modne od kilkudziesięciu lat wizje paleoastronautyki i problematyki CETI-SETI oraz rozgłos, jaki uzyskały w opinii publicznej Niedzidentyfikowane Obiekty Latające (UFO) i tak zwane „trójkaty diabelskie”. Te niby trzy łączne, lecz w istocie rozbieżne idee patronowały pojawienniu się książki. Oddając sprawiedliwość autorom, wypada stwierdzić, że zamysł swój rzetelnie zrealizowali, poważnie odnosząc się do całokształtu zagadnienia hipotetycznych cywilizacji pozaziemskich i eventualnej penetracji, przez ich przedstawicieli, naszej planety (w przeszłości bądź obecnie). Osadzenie tego zagadnienia w ramach powieści SF sprowadza go do właściwych proporcji, które można określić jako kontrolowane iluzje, doreczniejsze od nieodpowiedzialnych wystąpień Ericha von Dänika czy Roberta Charroux.

Akcję powieści rozpoczyna przybycie na Ziemię dziwnego UFO, który woduje, a właściwie nurkuje w rejonie opisanej wcześniej ławicy „Czarcie grodzisko”, pomnażając jej złą sławę wśród żeglujących po Morzu Kaspijskim. Instytut Fizyki organizuje ekspedycję, której przewodzi byłý laborant. Jemu też udaje się dostać do wnętrza zagadkowego obiektu. Znajdują się w nim... ludzie: Uraz i jego rodzice — Szam i Kaa. Jednak ich mowa nie przypomina żadnego z języków ziemskich. Następują groteskowe nieporozumienia, spowokowane niezwykłością obiektu i jego pasażerów, których członkowie ekspedycji naukowej (!) biorą za szpiegów. Autorzy niedwuznacznie drwią z bardzo popularnej w b. ZSRS szpiegomani, która przeniknęła do SF, dając w efekcie przerażające spłycenie gatunku.

Jednak to naukowcy podejmują wkrótce działania wyjaśniające i ich rezultaty są jednoznaczne. Rzekomi „przybysze z gwiazd” są bez wątpienia ludźmi, lecz nadal niejasne pozostaje, skąd pochodzą i dlaczego tak osobliwie re-

agują na otaczający ich świat („dziwne połączenie prymitywnej ciekawości, nieudawana nieznajomość przedmiotów codziennego użytku oraz pojęć i umiejętności posługiwania się techniką niebywałe rozmiaru i jakości” — wg określenia jednego z uczonych). Przez kilkaset stron śledzimy zadziwiające przygody Ura na Ziemi, nie tylko naukowe, nim wreszcie wyjaśnia się (dzięki pewnemu amatorowi lingwistie), że rodzice Ura, Szam i Kaa, pochodzą ze starożytnego Sumeru. Wybuchła światowa sensacja. Okazało się, iż sześć tysięcy lat temu, przed Potopem, wylądował w Mezopotamii pojazd kosmiczny Innych. Przybysze niechętne zmieszali się w życie starożytnego Sumeru i z tego powodu zmuszeni byli zabrać ze sobą dwoje ludzi: właśnie Szama i Kaa. Ur urodził się już w gwiazdołocie Kosmitów, istot humanoidalnych z dalekiej planety Eir, gdzieś w centrum Galaktyki. Otrzymał podwójne wychowanie: ziemskie i obcoplanetarne. Powrót na Ziemię miał na celu nawiązanie kontaktu międzycywiliacyjnego dzięki wychowaniu Ura w dwóch diametralnie różnych kulturach kosmicznych. Długo oczekiwany kontakt napotyka jednak na nieprzewyciężone trudności; dla cywilizacji pozaziemskiej (ETI), potężnej i daleko bardziej rozwiniętej niż nasza, niezrozumiałe są motywy postępowania ludzi, obce jej uczucia i pojęcia właściwe naturze człowieka, bowiem jest ona na wskroś racjonalistyczna, bezkonfliktowa, jednolita.

Autorzy świadomie odcięli się od zmyśleń Dänika. Nie negując możliwości penetracji Ziemi przez Kosmitów, stwierdzają zarazem, iż wszelka interwencja jest nie do pomyślenia — już to z powodu ogromnych różnic cywilizacyjnych, już to z logicznie uzasadnionego postulatu bezwzględnej szkodliwości takiej ingerencji. Pisarze dali ponadto swoją interpretację groteskowej wizji łączenia się Kosmitów z pięknymi mieszkankami Ziemi. W rzeczy samej Ur jest przybyszem z Kosmosu, lecz zarazem ma ziemskie pochodzenie i lata dyscypliny na planecie Eir nie pozbawiły go zdolności do wyższych uczuć. Zdobywa odwzajemioną miłość jako człowiek, nie Kosmita!

Na takim tle wydarzeń i przeżyć oso-

bistych korzystnie wybija się oryginalny pomysł fantastyki stosowanej, z którego autorzy nie zrezygnowali. Za sprawą Ura została odkryta specyficzna anomalia magnetyczna. Wykorzystując hipotezę, że anomalie magnetyczne są spowodowane osobliwym rozmieszczeniem oceanów na powierzchni Ziemi, Ur zwrócił uwagę na opływający kontynent południowy Prąd Wokółantarktyczny, mogący ogrywać szczególną rolę w rozkładzie pola geomagnetycznego. Ta anomalia, w rezonansie z galaktycznym polem magnetycznym, mógłaby się stać potężnym źródłem niemal bezpłatnej energii elektrycznej.

Generalnie zatem ujmując, w tej wie洛atkowej powieści najbardziej jest cenny motyw fantastyki stosowanej i wypada wyrazić żal, iż pisarze ograniczyli go na rzecz modnego tematu przybyszów z Kosmosu.

Dodatkowym atutem utworu stał się również jego satyryczny wydźwięk w ujęciu fantastycznym. Autorzy bezlitośnie, acz finezyjnie, rozprawiają się nie tylko z przejawami biurokracji, lecz także z jej patologiczną odmianą w systemie nadmiernej centralizacji (sowieckiej), w tym również z o wiele groźniejszą, bo panującą w świecie nauki. Np. „zasłużony działacz” w odwecie za nieudane kolokwium habilitacyjne rozpiętuje (pod pretekstem „konieczności środków na prace badawcze” — skąd my to znamy?) brutalną nagonkę na pracowników Instytutu Fizyki Morza, celując głównie w Ura: skąd przybył? dlaczego nie ma paszportu? i kim on właściwie jest? dlaczego tak dobrze zna matematykę? z jakim zadaniem przyjechał? — słowem szpieg, bo bez paszportu (!) i wróg klasowy, bo zna matematykę...

Pisarzy nie opuszczają też poczucie humoru oraz ironiczny dystans do właściwych utworów. Otóż mowę Szama, Kaa i Ura (język satorosumeryjski, jeszcze przed Potopem) rozpoznaje nie wykwalifikowany legion uczonych lingwistów, lecz skromny językoznawca amator, który nazywa się... Noe Salomonowicz Farber.

Założona „Mekonga” oraz *Ur; syn Szama* to dwie najważniejsze powieści SF Wojskunkiego i Łukodianowa, będące zarazem kamieniami milowymi ich twórczości i wyznaczające niejako jej horyzont czasowy. Niemal wszystkie powieści i opowiadania tej spółki autorów powstały właśnie w tym przedziale czasowym zostały nazwane przez Kira Bułyczowa „literaturą inteligentną na-

pisaną przez ludzi inteligentnych i dla inteligentnych ludzi". Z tego dorobku na uwagę zasługuje krótka powieść *Czorny stół* (1963). Odnajdujemy w niej charakterystyczne cechy ulubionej przez pisarzy formy fantastycznej stosowanej. Ten utwór jest poświęcony człowiekowi XXI w., niemłodemu już inżynierowi pełniącemu rutynowy dyżur-wachtę na oceanicznej platformie wiertniczej. Nudna wachta staje się z dnia na dzień, za sprawą zagadkowej substancji zalegającej poniżej nieciągłości Mohorovića — niezwykłym przeżyciem. Jest to nie tylko fantastyka stosowana, lecz także heroiczna (kończy się śmiercią głównego bohatera), jednak w dość osobiłowym porządku. Różni się on zdecydowanie od bohaterskiej wymowy wcześniejszej SF, w której programowo podejmowano ryzykowne zadania, z góry decydując się na pewną niemal śmierć. Autorzy *Czarnego shupa* zarzucili taki sposób kreowania bohaterów w przekonaniu, że wobec śmierci patetyczne opisy i słowa ulegają jedynie devaluacji.

Odmienny charakter nosi wydany w 1964 r. zbiór opowiadań *Na pieriekriostkach wriemieni* (*Na skrzyżowaniach czasów*). Pozostając ciągle wiernymi fantastyce stosowanej, pisarze podejmują nowe tematy dotyczące odkryć i dróg rozwoju nauki w kontekście filozoficznym i socjologicznym. Zbiór zawiera rozważania o możliwości podróży w czasie, praktycznych korzyściach z holografii, powstrzymywania procesu starzenia się, a także nader istotny problem ewentualnej możliwości wymknięcia się spod kontroli urządzeń informatycznych (uzyskania przez nie swoistej autonomii prowadzącej do powstania fantastycznej cywilizacji).

Jeszcze inny rodzaj fantastyki naukowej prezentuje opowiadanie *Sumierki na planicie Biur* („Fantastika”, 1966), (*Zmierzch na planecie Biur*). Jest to utwór na poły humorystyczny, na poły groteskowy. Można w nim dostrzec —niczym w krzywym zwierciadle — odbricie dychotomicznego podziału ludzkości na Elojów i Morloków. Już sam tytuł jest dwuznaczny i zmierzch może być rozumiany dosłownie (nikle oświetlenie planety wywołuje wrażenie zmierzchu), a także metaforycznie jako zmierzch cywilizacji, która się rozwarstiła, jak w znanej wizji Wellsa. Pojawia się na tej planecie również wypra-

wa z Ziemi i jeden z uczestników ekspedycji, któremu nasuwa się analogia z warunkami ziemskimi w dawnych wiekach, gotów jest czynnie wzmieszać w życie mieszkańców Biur. Na szczęście pozostały uczestnicy bardzo sceptycznie odnoszą się do pomysłu interwencji (w stylu sowieckim, czyżby?) i cierpliwie tłumaczą, iż „Kontakt z innymi cywilizacjami to sprawa nadzwyczaj delikatna i wymaga zachowania największej ostrożności”. Nie będzie zatem wręcania się w nie swoje sprawy i uszczęśliwiania na siłę, a zamiast ekspedycji karnej przybędą na planetę socjologowie.

W 1968 r. ukazała się jeszcze jedna powieść Wojskunkiego i Łukodianowa, nosząca tytuł *Oczeń daliokij Tartiess* (*Bardzo odległy Tartess*). Jest to w zasadzie retrofantastyka, ponieważ akcja książki rozgrywa się w zamierzchłej sta-rożytności — w VI w. p.n.e., w zagadkowym mieście (Tartessos, Tarsysz) na krańcu Półwyspu Iberyjskiego u ujścia Guadalquiviru; w pewnej mierze nawiązuje ona do mitu o Atlantydzie (nieopodal, na zachód od Słupów Heraklesa, znajduje się tzw. gujot [mielizna], który w czasach antycznych był prawdopodobnie wyspą i to chyba większą i bliższą od Madery — mogło to posłużyć Platonowi do snucia swej opowieści). Miasto uległo zagładzie, według autorów powieści, na skutek... niekontrolowanej reakcji jądrowej, sprowokowanej nieświadomie przez władcę Tartessa.

Nieco poza głównym nurtem twórczości Wojskunkiego i Łukodianowa stoi powieść *Pliesk zwiadznych moriej*, 1970 (*Plusk gwiazdnych mórz*). Nie stanowi ona apoteozy nauki, lecz pokazuje moralne, etyczne i socjalne konteksty problemu zasiedlenia innych planet Układu Słonecznego oraz groźną (?) ewentualność powstania w związku z tym nowego gatunku *homo sapiens*. Akcja utworu rozgrywa się w XXI w. na Ziemi i na najbliższych planetach. Ich kolonizacja jest pochodną przeludnienia Ziemi. Techniczna strona przedsięwzięcia (zwana obecnie terraformowaniem — pisałem o tym m. in. w „Nowej Fantastyce”), chociaż złożona, nie przedstawia wg autorów zasadniczych trudności... No, w XXI w. to jest jeszcze science fiction.

Zadziwiającą pozycję autorów jest też utwór *Niezakonnaja Płanieta*, 1980

(*Bezprawna planeta*). Tu akurat pisarze wykazali się przenikliwością i trafieli w sedno rzeczy: Pluto, na którym głównie rozgrywa się akcja powieści w XXI w., nie jest planetą Układu Słonecznego — chociaż z zupełnie innego powodu, niż to opisują autorzy. Ze względu na elementy orbity Plutona oraz jego parametry fizyczne został on zdegradowany do obiektu tzw. Pasa Kuipera, w dodatku już nie największygo. Pierścień Kuipera tworzą planetoidy obiegające Słońce poza orbitą Neptuna. Znamy ich już kilkaset, zaś największą (jak dotąd) jest Eris. W każdym razie Wojskunkij i Łukodianow trafnie odgadli, że z tą „planetą” jest coś nie w porządku... Oprócz tego powieść traktuje o skomplikowanych losach badaczy nowej formy życia (właśnie na Plutonie!) wykorzystującej dla swojej egzystencji promieniowanie kosmiczne oraz o problemach ewolucji biologicznej na Ziemi, a także o nie znanych jeszcze możliwościach pracy mózgu człowieka.

Przedstawiłem rozmaitość utworów Wojskunkiego i Łukodianowa, które jednak nie wyczerpują całej listy. Oprócz wydawnictw książkowych autorzy opublikowali w różnych czasopismach byłego ZSRS łącznie kilkanaście opowiadzeń i powieści fantastycznonaukowych. Niektóre pozycje były potem kilkakrotnie wznawiane.

Wypada zatem wyrazić zdumienie, iż tak bogata oraz oryginalna twórczość Wojskunkiego i Łukodianowa nie zainteresowała polskich tłumaczy i wydawców, chociaż minęło już 45 lat od udanego debiutu rodzinnej spółki autorskiej z dalekiego Baku nad Morzem Kaspijskim. Jedynie 25 lat temu opublikowano w „Literaturze Radzieckiej” nr 1/1982 odpowiedź Eugeniusza Wojskunkiego na ankietę poświęconą fantastyce naukowej. Wydrukowano tamże opowiadanie pt. *Zbawca niemożność*.

Tadeusz Zbigniew Dworak jest astronomem, profesorem inżynierii środowiska w Akademii Górnictwa-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie, a także wielkim pasjonatem literatury fantastyczno-naukowej

Obserwatorium Astronomiczne im. Tadeusza Banachiewicza na Lubomirze otwarte!

Stare Obserwatorium na Lubomirze zostało założone przez profesora Tadeusza Banachiewicza w 1922 r. Odkryto tam dwie komety i wykonano wiele obserwacji gwiazd zmiennych. 15 września 1944 r. hitlerowcy spalili ten obiekt w odwecie za działalność oddziałów partyzanckich ziemi myślenickiej. Pan Julian Murzyn zawsze marzył o odbudowie obserwatorium, a obejmując urząd wójta gminy Wiśniowa zaczął realizować te marzenia, mądrze wykorzystując całą swoją wiedzę i możliwości. W sobotę 6 października 2007 r., w 15 miesięcy po wmurowaniu kamienia węgielnego pod fundament, został oddany do użytku cały obiekt. Uroczystość rozpoczęła się Mszą Świętą odprawioną przez księdza infułata Janusza Bielańskiego z Katedry na Wawelu w koncelebrze z 10 księźmi związanymi z parafiami w najbliższej okolicy oraz z księźmi innych urzędów kościelnych. Po Mszy Świętej wójt Julian Murzyn poprosił o poświęcenie obiektu, a następnie o przecięcie wstęgi. W ceremonii tej uczestniczyło aż 12 osób, a każda z nich z pietyzmem schowała kawałek szarfy z barwami Małopolski — symbolu tego tak wielkiego osiągnięcia.

Nowe obserwatorium stoi na szczytce góry Lubomir (904 m n.p.m.) i jest realnym dowodem, że gdy się bardzo chce, to można dokonać nawet rzeczy niemożliwej.

Otwierającymi obiekt były następujące osoby:

- Maciej Klima — Wojewoda Małopolski
- Stanisław Pajor — Dyrektor Wydziału Funduszy Strukt. Małopolskiego Urzędu Woj.
- prof. Andrzej Gołaś — senator RP
- Leszek Murzyn — poseł RP
- Waldemar Wolski — Wicestarosta Myślenicki
- Julian Murzyn — wójt gminy Wiśniowa
- prof. Henryk Żaliński — Rektor Akademii Pedagogicznej w Krakowie
- prof. Jerzy Kreiner — Profesor Akademii Pedagogicznej w Krakowie
- prof. Katarzyna Otmianowska-Mazur — Dyrektor Obserwatorium UJ w Krakowie
- prof. Andrzej Kus — Dyrektor Obserwatorium CA UMK w Toruniu
- dr Henryk Brancewicz — Prezes PTMA
- Ryszard Popiela — Prezes Budostalu.

Po tym doniosłym akcie został odczytany list z gratulacjami od Prezydenta RP, Lecha Kaczyńskiego, a następnie zabrano głos kilka wymienionych już wyżej osób oraz dr Adam Michalec w imieniu Polskiego Towarzystwa Astronomicznego i pani Grażyna Klimek, sołtys Węglówki. Ponadto członek rodziny Lucjana Orkisza, pan Ludwik Czech, przekazał na ręce wójta płytę CD z oryginalnym nagraniem głosu odkrywcy pierwszej komety, gdy opowiada on o tym zdarzeniu. Natomiast córka i syn Władysława Lisa podarowali oryginał medalu Towarzystwa Astronomicznego Pacyfiku (Astronomical Society of the Pacific) przyznanego za odkrycie komety 1936 r. Medal ten przetrwał dramatyczne wydarzenia 1944 r., chociaż znajdował się w spalonym przez Niemców Obserwatorium. Władysław Lis przeszukał zgłiszcz, wygrzebał z popiołu, oczyścił i przechowywał jak najcenniejszy skarb. Teraz medal ten będzie się znajdował w gablocie w nowym Obserwatorium, czyli po 70 latach powróci na swoje miejsce (kopię medalu posiada szkoła w Węglówce — patrz zdj. w „Uranii” nr 6/2006, s. 268).

Obserwatorium jest dumą całej gminy Wiśniowa z wójtem Julianem Murzynem na czele, bez którego energii, zapału i niezłomności nie udałoby się zrealizować tego wielkiego przedsięwzięcia.

Na uroczystość, oprócz gości oficjalnych, przybyła młodzież ze szkoły w Węglówce wraz z całymi rodzinami. Plac przed Obserwatorium był wypełniony po brzegi, pomimo że Lubomir jest wysoką i stromą górą, a tylko niewielu mogli korzystać z samochodów Straży Pożarnej i terenowych jeepów, by się dostać na jej szczyt. Dotarło tu również wielu turystów, a także wszyscy związani z odbudową Obserwatorium.

Po oficjalnej ceremonii wszyscy obecni mogli wejść i dokładnie zwiedzić cały obiekt, obejrzeć kopuły i balkon, wpisać się do księgi pamiątkowej oraz



Obserwatorium na Lubomirze ok. 80 lat temu. Fot. ze zbiorów Biblioteki Głównej

zapoznać się z przygotowaną dokumentacją fotograficzną odbudowy Obserwatorium.

W szkole w Węglówce czekał na gości wspaniały obiad urozmaicony przystawkami w postaci wędlin miejscowościowej produkcji według tradycyjnych receptur.

Po obiedzie wszyscy zostali nieoczekiwanie zaproszeni na prezentację zorganizowaną przez profesorów Politechniki Lwowskiej: Kornelię Tretyaka, Oleksandra Dorozhynskiego i Petro Dwulita. Rzecz dotyczyła przedwojennego polskiego Obserwatorium w Czarnohorze na Popie Iwanie (2020 m n.p.m.). Okazuje się, że we Lwowie już w 1996 r. grupa zapaleńców zapragnęła podjąć odbudowę obserwatorium, które z roku na rok popada w coraz większą ruinę. Zorganizowano już dwie znaczące konferencje: (Lwów 1996 i Iwanofrankowsk [Stanisławów]-Jaremcze 2002), które zakończyły się podpisaniem wspólnych protokołów Komitetu Organizacyjnego Odbudowy Obserwatorium Politechniki Lwowskiej i Komitetu Badań Naukowych w Czarnohorze. Niestety, jak dotąd, pomimo wielu zabiegów, przekonywania, zapraszania liczących się osób nie udało się niczego załatwić. Pietrzą się trudności, a decydenci rozkładają ręce, mówiąc, że nie ma pieniędzy. Pomyśladawcy jeżdżą więc i pukają do różnych drzwi — stąd ich obecność na Lubomirze. Chcieli tu-

taj na własne oczy zobaczyć, jakim to magicznym sposobem można zrealizować przedsięwzięcie, które na początku wydawało się niemożliwe do wykonania.

Tak więc nasz Lubomir dostarczył naukowcom z Ukrainy nowego impulsu dla starej sprawy. Szczególnie owocna była dyskusja po prezentacji. Pokazała ona, że w Polsce jest wiele chętnych osób, chcących i mogących służyć pomocą różnego rodzaju.

Prof. K. Tretyak, podsumowując dyskusję, stwierdził z zazdrością, że zaledwie w roku 2003 w Węglówce powstał Komitet Odbudowy Obserwatorium, a już w 2007 nastąpiło oddanie gotowego Obserwatorium do użytku, podczas gdy we Lwowie w 1996 r. jedynie zawiązał się Komitet Odbudowy Obserwatorium na Popie Iwanie. Minęło 11 lat i sprawa tkwi w tym samym punkcie. Profesorowie z Politechniki Lwowskiej namawiali pana wójta z Wiśniowej, żeby przyjechał do Lwowa i wziął sprawy w swoje ręce. Oczywiście te propozycje były żartem podkutowanym ogromnym podziwem dla wszystkich, którzy doprowadzili tak wielkie dzieło do końca i to w 4 lata!

Żeby Obserwatorium zaczęło w pełni funkcjonować, jest jeszcze wiele do zrobienia: należy sprowadzić i zamontować instrumenty astronomiczne (do kupy pięciometrowej przewidziany jest 60-centymetrowy teleskop, natomiast do kupy trzymetrowej 25 cm), zagospodarować pracownie i dopracować szereg innych „drobiazgów”, które sprawią, że obiekt zacznie żyć.

Ramowy plan został wytyczony, Obserwatorium będzie działać w trzech sferach: naukowej, dydaktycznej i popularyzatorskiej, a szczegóły będą na bieżąco wypracowywane przez Komitet, który tworzył Obserwatorium.

Mikołaj Kopernik powiedział 500 lat temu:

*A coż piękniejszego nad niebo,
które przecież ogarnia wszystko
co piękne?....*

Mamy nadzieję, że prowadzone przez wójta intensywne działania nie pozwolą zanieść wielkiego astronoma.

Aleksandra Gödel-Lannoy



Nowe obserwatorium na Lubomirze w czasie uroczystości otwarcia. Fot. A. Michalec



B. Zakrzewski, J. Mietelski i J.M. Kreiner przed lunetą Lucjana Orkisza. Fot. A. Kaczmarczyk

Organizacja Narodów Zjednoczonych proklamowała rok 2009 Międzynarodowym Rokiem Astronomii

Wdniu 20 grudnia 2007 r., na swym 62. Zgromadzeniu Ogólnym, Organizacja Narodów Zjednoczonych proklamowała rok 2009 Międzynarodowym Rokiem Astronomii. Formalny wniosek został złożony przez Włochy, ojczyznę Galileusza. Inicjatywa ogłoszenia roku 2009 Międzynarodowym Rokiem Astronomii wyszła od Międzynarodowej Unii Astronomicznej i UNESCO. Pisaliśmy o tym w „Uranii – Postępach Astronomii” na początku 2007 roku (UPA nr 2/2007 s. 73).

Międzynarodowy Rok Astronomii 2009 (IYA2009) został wybrany dla uczczenia pierwszego użycia teleskopu do badań astronomicznych przez Galileusza w 1609 r. To właśnie od tego momentu rozpoczął się 400-letni okres wspaniałych odkryć astronomicznych, które doprowadziły do rewolucji naukowej w wielu dziedzinach i głęboko przeobrażyły nasze spojrzenie na świat. Teraz teleskopy na powierzchni Ziemi i w przestrzeni kosmicznej badają Wszechświat przez 24 godziny na dobę i we wszystkich zakresach długości fal promieniowania. Międzynarodowy Rok Astronomii 2009 da wszystkim narodom okazję uczestniczenia w dzisiejszej fali, niezwykle interesującej i ekscytującej, naukowej i technologicznej rewolucji.

IYA2009 będzie stanowił okres globalnej pokojowej współpracy narodów dla celów pokojowych. Poszukiwanie naszych kosmicznych początków i naszego wspólnego dziedzictwa będzie jednocześnie obywatelem planety, która nosi imię Ziemia. Podczas tysięcy lat astronomowie pracowali razem ponad wszystkimi granicami: politycznymi, geograficznymi, rasowymi, kulturowymi, wiekowymi i innymi, wszystko w zgodzie z zasadami Karty Narodów Zjednoczonych. W tym sensie astronomia jest klasycznym przykładem tego, jak nauka przyczynia się do współpracy narodów.

W czasie Generalnego Zgromadzenia Międzynarodowej Unii Astronomicznej w Sydney, w Australii, w dniu 23 lipca 2003 r. jednomyślnie przyjęto rezolucję popierającą proklamowanie roku 2009 Międzynarodowym Rokiem Astronomii. Wskutek inicjatywy Włoch, Ogólna Konferencja UNESCO na jej 33. sesji w Paryżu, w dniu 19 października 2005 r., rekomendowała Organizacji Narodów Zjednoczonych ogłoszenie roku 2009 Międzynarodowym Rokiem Astronomii. Jak już powiedzieliśmy wyżej, 23 grudnia 2007 r. taką właśnie decyzję podjęło Zgromadzenie Ogólne ONZ, wyznaczając równocześnie Organizację Narodów Zjednoczonych ds. Oświaty, Nauki i Kultury (UNESCO) jako głównego organizatora obchodów IYA2009. Międzynarodowa Unia Astronomiczna będzie funkcjonowała jako organizacja wspomagająca działania IYA2009.

IYA2009 przede wszystkim ma być okresem wzmożonej aktywności badawczej mieszkańców Ziemi. Jego głównym celem jest pobudzenie zainteresowania osobistymi odkryciami, zasmakowania w dzieleniu z innymi podstawowej wiedzy o Wszechświecie, o naszym miejscu w nim i znaczenia metod naukowych. Astronomia jest nieocenionym źródłem

inspiracji dla ludzi wszystkich narodów. Wszyscy mamy nad głowami to samo Słońce, Księżyce, gwiazdy i galaktyki. Stajmy się poznąć i zrozumieć ten świat: „Wszechświat jest twój, ale odkryj go!” Jego poznanie otwiera nam oczy i rozum na inne dziedziny nauki, zjawisk przyrodniczych, społecznych i filozoficznych. Wszyscy ludzie powinni uprzystomnić sobie znaczenie astronomii i innych badań tzw. podstawowych dla naszego codziennego życia i dla budowania bardziej zrównoważonego i pokojowego społeczeństwa.

Dotychczas 99 państw i 14 organizacji zgłosiło swój udział i aktywność w Roku Astronomii. To jest bezprecedensowe zainteresowanie, wielki kapitał dla organizatorów działań oświatowych i szeroko pojętej edukacji społeczeństw.

Więcej informacji o Międzynarodowym Roku Astronomii można znaleźć na stronach internetowych: <http://www.astronomy2009.org>

W Polsce głównym organizatorem aktywności Międzynarodowego Roku Astronomii jest Polskie Towarzystwo Astronomiczne, a na czele odpowiedniego Komitetu stoi dr Stanisław Bajtlik (CAMK, Warszawa). (aw)

A oto tekst rezolucji ONZ w sprawie IYA2009:

International Year of Astronomy, 2009

The General Assembly,

Recalling its resolution 61/185 of 20 December 2006 on the proclamation of international years,

Aware that astronomy is one of the oldest basic sciences

and that it has contributed and still contributes fundamentally to the evolution of other sciences

and applications in a wide range of fields,

Recognizing that astronomical observations have profound implications for the development of science, philosophy, culture and the general conception of the universe,

Noting that, although there is a general interest in astronomy, it is often difficult for the general public to gain access to information and knowledge on the subject,

Conscious that each society has developed legends, myths and traditions concerning the sky, the planets and the stars which form part of its cultural heritage,

Welcoming resolution 33 C/25 adopted by the General Conference of the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization on 19 October 2005,¹ to express its support for the declaration of 2009 as the International Year of Astronomy, with a view to highlighting the importance of astronomical sciences and their contribution to knowledge and development,

Noting that the International Astronomical Union has been supporting the initiative since 2003 and that it will act to grant the project the widest impact,

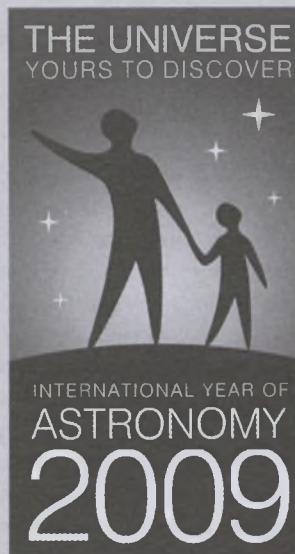
¹ United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, *Records of the General Conference, 33rd session, Paris, 3-21 October 2005* (Paris, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization), vol. 1, *Resolutions*, chap. V.

Convinced that the Year could play a crucial role, inter alia, in raising public awareness of the importance of astronomy and basic sciences for sustainable development, promoting access to the universal knowledge of fundamental science through the excitement generated by the subject of astronomy, supporting formal and informal science education in schools as well as through science centres and museums and other relevant means, stimulating a long-term increase in student enrolment in the fields of science and technology, and supporting scientific literacy,

1. *Decides to declare 2009 the International Year of Astronomy;*
2. *Designates the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization as the lead agency and focal point for the Year, and invites it to organize, in this capacity, activities to*

be realized during the Year, in collaboration with other relevant entities of the United Nations system, the International Astronomical Union, the European Southern Observatory and astronomical societies and groups throughout the world, and, in this regard, notes that the activities of the Year will be funded from voluntary contributions, including from the private sector;

3. *Encourages all Member States, the United Nations system and all other actors to take advantage of the Year to promote actions at all levels aimed at increasing awareness among the public of the importance of astronomical sciences and promoting widespread access to new knowledge and experiences of astronomical observation.*



Uchwała Zarządu Głównego Polskiego Towarzystwa Astronomicznego w sprawie przystąpienia Polski do ESO

Zarząd Główny Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, wykonując Uchwałę Walnego Zebrania Członków Towarzystwa, podjętą na XXXIII Zjeździe w Kielcach w dniu 19 września 2007, zdecydowanie popiera starania Polskiego Środowiska Astronomicznego w sprawie przystąpienia Polski do Europejskiego Południowego Obserwatorium (ESO) i jednocześnie prosi o nadanie biegu tej sprawie.

Polskie Towarzystwo Astronomiczne jest stowarzyszone z Europejskim Towarzystwem Astronomicznym (EAS), a przystąpienie Polski do ESO będzie mieć dla naszych astronomów przełomowe znaczenie w dotychczasowej historii polskich badań przestrzeni kosmicznej na najwyższym światowym poziomie.

ESO jest to Organizacja Europejska, której celem są astronomiczne badania obiektów z południowej półkuli nieba. ESO zostało powołane do życia w 1962 r., stawiając sobie za główny cel ułatwienie badań naukowych dla europejskich astronomów i astrofizyków. Obecnie ESO wspierane jest przez następujące kraje członkowskie: Angię, Belgię, Czechy, Danię, Finlandię, Francję, Hiszpanię, Holandię, Niemcy, Portugalię, Szwecję, Szwajcarię i Włochy. Wiele innych państw, widząc nadzwyczajne osiągnięcia tej organizacji, pragnie przystąpić do ESO.

Główna europejska siedziba personelu ESO znajduje się w Garching opodal Monachium, a bezpośredni operatorzy ESO rezydują w Santiago w Chile. ESO dysponuje trzema obserwatoriami na pustyni Atacama w Chile, a mianowicie:

1. La Silla, 600 km na północ od Santiago de Chile, na wysokości 2400 m n.p.m.; gdzie rozmieszczony jest kilka średniej wielkości teleskopów optycznych.

2. Obserwatorium Paranal na wysokości 2600 m n.p.m.,

na południe od Antofagasty, gdzie są usytuowane: Wielki Teleskop Optyczny (VLT), Interferometr VLT i dwa duże teleskopy do przeglądów nieba, VST i VISTA.

3. Llano de Chajnantor, położone koło San Pedro de Atacama na wysokości aż 5000 m n.p.m.!, gdzie pracuje najwyższy submilimetrowy teleskop (APEX) i wielka sieć 12-m submilimetrowych anten (ALMA), która powstała w kooperacji z USA, Chile i krajami Azji Wschodniej.

Obecnie trwają w ESO prace nad ekstremalnie dużymi kilkudziesięciometrowymi teleskopami, które będą pracowały w zakresie optycznym i bliskiej podczerwieni (E-ELT).

Polscy astronomowie wielokrotnie korzystali z instrumentów ESO dzięki przyjacielskim zaproszeniom, w uznaniu zasług i dotychczasowych osiągnięć we wspólnych badaniach w ramach różnorakich zespołach naukowych. W dalszej perspektywie czasowej nie można jednak polegać tylko na gościnnych zaproszeniach. Astronomowie ze wszystkich ośrodków naukowych Polski muszą wreszcie czuć się pełnoprawnymi członkami ESO, by móc znacząco wpływać na podejmowany zakres badań i współdecydować o rozwoju astronomii na najwyższym poziomie.

Wejście Polski w skład ESO otworzy dla kształconych w kraju astronomów, astrofizyków i informatyków nieosiągalny dotąd dostęp do pozycji, etatów, stypendiów i staży w czołowej placówce naukowej świata, podobnie jak w przypadku fizyków jest w CERN — European Organization for Nuclear Research. Najnowsze technologie stosowane w ESO poprzez dostęp dla polskich techników i inżynierów mogą bezpośrednio zadecydować o przyszłości naszej gospodarki. Włączenie Polski do ESO jest dziś strategicznym europejskim celem wspólnotowym i szansą cywilizacyjną dla polskiej nauki i techniki.

Pierwsza konferencja Sieci Astrofizyki Cząstek i Sieci Fizyki Neutrín

Wdniach 14–18 października odbywało się w Krakowie pierwsze spotkanie członków Sieci Astrofizyki Cząstek i Sieci Fizyki Neutrín. Astrofizyka cząstek to względnie nowa interdyscyplinarna domena powstała na styku fizyki cząstek elementarnych, astrofizyki i kosmologii. O jej celach i dokonaniach dyskutowało około 100 badaczy. Program spotkania obejmował 5 tematycznych sesji: promieniowanie kosmiczne, promieniowanie gamma, fizyka neutrín, kosmologia i fale grawitacyjne oraz projekty satelitarne. Niezwykle dynamiczny rozwój właśnie tych dyscyplin powoduje, że wkraczamy teraz w fazę, gdy możliwe staje się podjęcie kluczowych pytań w astrofizyce zarówno w aspekcie eksperymentalnym, jak i teoretycznym. Prezentowane referaty dotyczyły m.in. zagadnienia ciemnej materii — tematu o ogromnej wadze dla naszego rozumienia Wszechświata i fizyki cząstek elementarnych. W referatach były obecne również zagadnienia związane z poszukiwaniem rozpadu protonu oraz metody prowadzące do wyznaczenia masy neutrina jak i badania niskoenergetycznych neutrín pochodzących z gwiazd supernowych, ze Słońca i z Ziemi.

W zdecydowanej większości wykładowów dominowały jednak tematy dotyczące Wszechświata wysokoenergetycznego.

I tak obserwacje promieniowania kosmicznego o najwyższych energiach wymuszają pytania o ich pochodzenie i naturę produkujących je źródeł. Chceliśmy wiedzieć, jaki jest obraz Wszechświata z punktu widzenia nośników — cząstek o najwyższych energiach, jak się one produkują i jak dalej propagują w przestrzeni międzygalaktycznej. Rozwiążanie zagadki ich pochodzenia wymaga spójnego działania w zakresie zorganizowanej obserwacji źródeł w dziedzinie radiowej, rentgenowskiej, gamma oraz emisji neutrín i promieniowania kosmicznego. Ostatnie doniesienia z Obserwatorium Pierre Auger o korelacji kierunków przylotu

promieniowania kosmicznego z pozycjami bliskich AGN-ów (aktywnych jąder galaktyk) pozwala myśleć o narodzinach astronomii cząstek elementarnych. Źródła emitujące naładowane cząstki są również emiterami cząstek neutralnych: wysokoenergetycznych fotonów gamma i neutrín. Tworzą się one w trakcie zderzeń wysokoenergetycznego promieniowania kosmicznego z międzygwiazdowym gazem, lub w trakcie oddziaływanie cząstek z polami promieniowania lub z polem magnetycznym.

Powiązania promieniowania kosmicznego z kosmologią są wielorakie.

Z obserwacji tej wysokoenergetycznej składowej możemy oszacować nietermiczny* przyczynek do materii kosmicznej. W wyniku tego można stwierdzić, że energia zawarta w promieniowaniu nietermicznym jest porównywalna z energią zgromadzoną zarówno w promieniowaniu termicznym, jak i w międzygwiazdowym polu magnetycznym. W konsekwencji zupełnie naturalne jest oczekiwanie, że zjawiska nietermiczne mają istotny wpływ na ewolucję Wszechświata, sugerując tym samym istotne fizycznie związki między np. promieniowaniem i polem magnetycznym.

Z drugiej strony źródeł promieniowania nietermicznego poszukuje się wśród najbardziej ekstremalnych zjawisk w Kosmosie. Tu do najbardziej spektakularnych należą np. zderzenia galaktyk, sklejanie supermasywnych czarnych dziur zamieszkujących w ich centracz czy sklejanie gwiazd neutronowych — zjawiska, gdzie oczekuje się również detekcji fal grawitacyjnych.

Ich detekcja pozwoliłaby na obserwację wielu gwałtownych zjawisk w obrębie naszej Galaktyki i w skalach ko-

smologicznych. Znajomość charakterystyki emisji fal grawitacyjnych, w zupełności określona globalnym, makroskopowym procesem grawitacyjnego sklejania, dokładałaby niezależne wiadomości na badane przy pomocy promieniowania elektromagnetycznego zjawiska mikroskopowe. Z jednej strony prowadziłoby to do zrozumienia warunków powstania kosmicznego akceleratora (makro-), a z drugiej, określałoby naturę (mikro-) procesu przyspieszania. Zatem dopiero jednocośna detekcja zarówno fal elektromagnetycznych, jak i promieniowania kosmicznego oraz neutrín i fal grawitacyjnych pozwalałaby na szczegółowe studia odległych kosmicznych akceleratorów. Takie synergiczne działanie stanowi istotę podejścia do problemu w ramach astrofizyki cząstek.

Aby w najbliższych dekadach do badania Kosmosu mogło być w pełni użyte podejście „wielu nośników informacji”, włączając w to również fotony o energiach TeV-owych, promieniowanie kosmiczne, neutrín i fale grawitacyjne grupy badawcze, zarówno eksperymentalne, jak i teoretycy, muszą stworzyć sprawny system współpracy.

Krajowe sieci naukowe astrofizyki cząstek i fizyki neutrín dają polskim badaczom szansę spójnego włączenia się w międzynarodowe wysiłki w tym kierunku i odegrania w nim istotnej roli.

Grażyna Siemieniec-Oziębło
Grzegorz Wrochna



Wizja artystyczna aktywnego jądra galaktyki (AGN) źr. NASA

Edward Warchałowski — zapomniany prezes Polskiego Towarzystwa Astronomicznego

Począwszy od XXV Zjazdu Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, (Kraków, 10–13 IX 1991), w kolejnych materiałach zjazdowych zamieszczane są m. in. informacje o miejscu i czasie trwania poprzednich zjazdów, a także przedstawione są nazwiska wybieranych w kolejnych kadencjach prezesów Towarzystwa. Okazuje się jednak, że w programach zjazdów pominięto nazwisko prof. Edwarda Warchałowskiego (1885–1953), który został wybrany prezesem PTA w 1934 r.

Przypomnijmy:

Polskie Towarzystwo Astronomiczne powstało w dniu 19 lutego 1923 r. na zjeździe w Toruniu. Jednym z inicjatorów powołania Towarzystwa, które m. in. miało jednocość astronomów i geodetów polskich, był prof. Tadeusz Banachiewicz. W wyniku wyborów wyłoniono pierwszy Zarząd, w skład którego weszli: prof. Banachiewicz (Kraków) — prezes, prof. Władysław Dziewulski (Wilno) — wiceprezes oraz członkowie: prof. Marcin Ernst (Lwów), prof. Michał Kamieński (Warszawa) i dr Józef Witkowski (Kraków).

Jeszcze na zjeździe toruńskim prof. Banachiewicz wystąpił z propozycją powołania Narodowego Instytutu Astronomicznego. Mimo licznych apeli Instytut ten, istniejący formalnie przy PTA, nie zdołał uzyskać na swą działalność większych środków finansowych, toteż T. Banachiewicz zdecydował o powołaniu niezależnego stowarzyszenia o tej samej nazwie, wycofując się równocześnie z aktywnej działalności w Towarzystwie.

Na przełomie lat 20. i 30. XX w. współpraca pomiędzy polskimi ośrodkami astronomicznymi (Kraków, Lwów, Poznań, Warszawa i Wilno) była bardzo luźna, przy niemal zupełnym zaniku aktywności Polskiego Towarzystwa Astronomicznego. Przełomem miał się stać zjazd, który został zwołany przez prof. Władysława Dziewulskiego z Wilna, pełniącego obowiązki prezesa, wobec braku jakiegokolwiek zainteresowania sprawami Towarzystwa ze strony T. Banachiewicza.

Zjazd odbył się w Warszawie, w dniach 29–31 sierpnia 1934 r. w salach Towarzystwa Naukowego Warszawskiego, w obecności Ministra Wyznań Religijnych i Oświecenia Publicznego, Wacława Jędrzejewicza, dyrektora Departamentu prof. Bystronia, Rektora Uniwersytetu Warszawskiego prof. Pieńkowskiego i in. W zjeździe wzięło udział ok. 40 osób, reprezentujących wszystkie polskie ośrodki astronomiczne. Z powodu choroby w zjeździe nie uczestniczył prof. Tadeusz Banachiewicz, a jego referat o nowym grawimetrze skonstruowanym w Krakowie został odczytany.



W ostatnim dniu zjazdu, tj. 31 sierpnia 1934 r. odbyło się walne zebranie Towarzystwa. Prezesem Towarzystwa (na dwuletnią kadencję) został wybrany wspomniany na wstępie profesor Politechniki Warszawskiej, rektor tej uczelni, Edward Warchałowski, wybitny specjalista w zakresie geodezji.

Edward Warchałowski odbył studia w Moskwie, tam też rozpoczął swą aktywną działalność naukową i organizacyjną, m. in. jako profesor w moskiewskim Instytucie Geodezyjnym. Był jednym z organizatorów Głównego Urzędu Geodezyjnego ZSRR. W końcu 1921 r. powrócił do Polski i podjął pracę na Politechnice Warszawskiej, gdzie wkrótce jako profesor zwyczajny objął katedrę miernictwa. Oprócz licznych prac naukowych był autorem kilku podręczników akademickich, wśród nich jest *Geodezja wyższa*, opublikowana w 1946 r., a także monografia *Zastosowanie krakowianów w rachunku wyrównawczym*. Ta ostatnia pozycja świadczy o szerokich zainteresowaniach Warchałowskiego, który wprowadzone przez T. Banachiewicza astronomiczne metody obliczeń zastosował w geodezji.

Wybór prof. Edwarda Warchałowskiego na stanowisko prezesa PTA nie przyniósł jednak oczekiwanej ożywienia w działalności Towarzystwa. Niewielkie zespoły uczonych nadal prowadziły badania w swoich ośrodkach, natomiast szersza działalność Towarzystwa praktycznie nie istniała. Próbą przełamania tej sytuacji było zorganizowanie w maju 1939 r. przez prof. Władysława Dziewulskiego konferencji astrofizycznej w Wilnie, w której oprócz organizatorów wzięli udział astronomowie z Warszawy i Lwowa. Jednak w programie tej konferencji nie przewidziano walnego zebrania Towarzystwa.

Powojenna reaktywacja działalności Polskiego Towarzystwa Astronomicznego nastąpiła na zjeździe naukowym astronomów polskich, który się odbył w dniach 10 i 11 października we Wrocławiu. Zjazd ten przygotował Komitet Organizacyjny w składzie: prof. Władysław Dziewulski, prof. Eugeniusz Rybka, dr Stanisław Szeligowski oraz prof. Józef Witkowski. W wyniku wyborów wyłoniono nowy zarząd Towarzystwa, do którego weszli: prof. E. Rybka — prezes, dr Stefan Piotrowski — wiceprezes oraz członkowie Zarządu: prof. Wilhelmina Iwanowska, dr Kazimierz Kordylewski, dr Antoni Opolski oraz ich następcy: prof. Józef Witkowski i dr Włodzimierz Zonn. Datę 11 października 1948 r. można więc uznać za początek powojennej działalności Towarzystwa.

Jerzy M. Kreiner

Literatura:

Chełmoński, Z. *Pierwszy Naukowy Zjazd Astronomów Polskich*, Urania, tom XIII, nr 3/4 (47) s. 25 (1934).

E. R. *Gazeta Polska* nr 215, z dn. 4 IX 1934.

Kamela, Cz. Prof. Edward Warchałowski, 60-lecie Polskiego Towarzystwa Fotogrametrycznego, Sesja Naukowa, Warszawa, 22–24 maj 1991 r.

Sprawozdania PTA (red. E. Rybka), zeszyt 1, Wrocław 1950.

Spojrzenie w niebo A.D. 2008

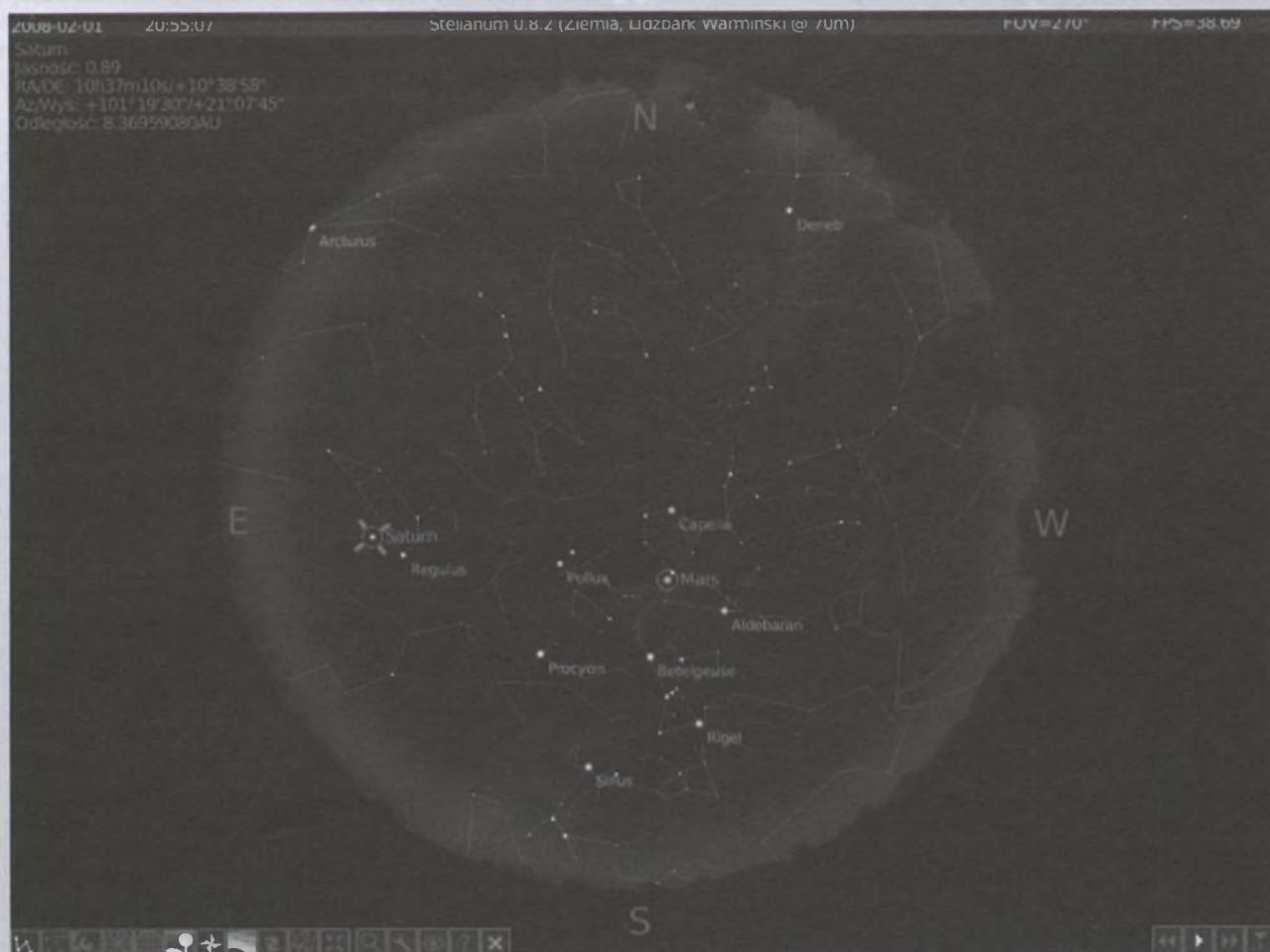
Na nadchodzący rok, jak to zawsze bywa, czekamy z nadzieję na cuda lub zmiany na lepsze, które często w dużej mierze zależą od nas samych. Patrząc zaś tradycyjnie w górę na nieboskłon, wszystko jak zwykle zdaje się przebiegać według klasycznych praw astronomii i fizyki, znanych człowiekowi — lepiej lub gorzej — od stuleci. Czekają nas w tym roku zjawiska okresowe i niespodziewane. Tych drugich, najczęściejcych i wywołujących nie tylko u zawodowych astronomów dreszczyk emocji, nie można z góry przewidzieć. Natomiast ze zjawisk okresowych, a mimo to zawierających zawsze w sobie odrobinę tajemniczości, wystąpią w tym roku dwa zaćmienia Słońca: 7 II i 1 VIII. To pierwsze będzie zaćmieniem obrączkowym, które wystąpi m.in. w Nowej Zelandii i Australii. Natomiast drugie będzie zaćmieniem całkowitym, obserwowanym w Azji, a w Polsce wystąpi jako częściowe (32%). Początek zaćmienia: 10.51, maksimum: 11.48 i koniec zaćmienia o godz. 12.44. Wystąpią też dwa zaćmienia Księżyca: 21 II i 16 VIII, oba będą u nas widoczne. To lutowe, ciekawste, bo całkowite, wystąpi w drugiej połowie nocy. Początek zaćmienia częściowego: 2.43, zaćmienia całkowitego: 4.00, maksimum: 4.26, koniec fazy maksymalnej: 4.52 i koniec zaćmienia częściowego: 5.09. Natomiast północniowe zaćmienie rozpoczęcie się 21 II o godz. 01.35, a zakończy o godz. 7.17. To drugie zaćmienie Księżyca z 16 VIII, będzie częściowe. Początek o godz. 21.36, faza maksymalna 23.10 i jej koniec 17 VIII o godz. 00.45. Ten rok będzie zatem dla nas, widzów, nieco bogatszy w tego rodzaju zjawiska zaćmieniowe od poprzedniego, co spowodowane jest wzajemnym położeniem w przestrzeni trzech „aktorów” — Słońca, Ziemi i Księżyca. Wreszcie w 2008 r., będziemy przeżywać prawdziwe minimum aktywności magnetycznej Słońca, pomiędzy 23 a 24 cyklem, które może potrwać około trzech lat. Potem, stopniowo, Słońce wznowi swą aktywność magnetyczną, osiągając maksimum 24 cyklu prawdopodobnie w 2013 r. Wynika to m.in. z ekstrapolacji krakowskich obserwacji radiopromieniowania Słońca, które są prowadzone już od 50 lat. Należy się jednak zawsze liczyć ze sporadycznym wzrostem jego aktywności, co pociągnąć może za sobą powstawanie rozmaitych zjawisk geofizycznych i zaburzeń w pogodzie kosmicznej. Natomiast na powitanie Nowego Roku, od 1 do 5 stycznia promieniować będą Kwadrantydy. Nazwa tego roju, związanej z kometą Halleya, pochodzi od nie używanej współprześnie nazwy gwiazdozbioru; obecnie radiant roju leży w gwiazdozbiorze Wolarza. Spodziewana liczba meteorów widocznych w ciągu godziny, podczas maksimum (4 l) może wynieść nawet 100, czyli około 2 przelotów na minutę. W tym roku ich obserwacjom nie będzie przeszkadzał Księżyca, podążający do nowiu. Ponadto zawsze mogą się do tego dołączyć jakieś niezwykłości, np. przelot bolidu czy jasna kometa, ale najpierw spójrzmy w Rocznik Astronomiczny, aby zobaczyć, jakie ważniejsze zjawiska niebieskie czekają nas w 2008 r., wyliczone z wcześniejszej przeprowadzonych obserwacji astronomicznych. Wiosna, na którą czekamy zawsze z utęsknieniem, rozpoczęcie się 20 marca o godz. 06.48, lato 21 czerwca o godz. 01.59, jesień 22 września o godz. 17.44, a zima 21 grudnia o godz. 13.04. W dniu 3 stycznia o godz. 01 Ziemia w swym rocznym ruchu po orbicie eliptycznej będzie najbliższej Słońca, czyli

w perihelium, w odległości od niego niewiele ponad 147 mln km. Będzie się wtedy poruszała najszybciej w 2008 r. na swojej orbicie, bo z prędkością 30,27 km/s, czyli ponad 100 000 km/h. Jest to dla nas pocieszający znak, że dnia będzie przybywało coraz szybciej. W Nowy Rok, gdy wielu mieszkańców Krakowa i okolic będzie jeszcze odpoczywało po udanej zabawie sylwestrowej, Słońce wjeździe o godz. 7.39, a zajedzie o 15.49 — zatem dzień będzie trwał 8 godzin 10 minut i będzie dłuższy od najkrótszego dnia w roku już o 5 minut. Na pocieszenie pragnę tylko przypomnieć, że zima kalendarzowa na naszej półkuli, przynajmniej teoretycznie, jest najkrótszą porą roku. Trwa bowiem tylko lub aż 89 dni! W praktyce, jak wiemy, bywa z nią różnie. Natomiast Ziemia będzie w aphelium (najdalej od Słońca — prawie 153 mln km) w dniu 4 lipca o godz. 10. Zmiana czasu z zimowego na letni czeka nas 29/30 marca, a powrót na czas zimowy, czyli śródłowoeuropejski w nocy 25/26 października. Jeśli chodzi o święta ruchome w 2008 r., to Popielec wypada 6 lutego, Wielkanoc przypadnie 23 marca, w pierwszą niedzielę po pierwszej wiosennej pełni Księżyca, ta zaś będzie o godz. 19.40 w dniu 21 marca; Zielone Świątki 11 maja, zaś Boże Ciało w dniu 22 maja. Księżyca powita Nowy Rok, podążając do nowiu, a zakończy 2008 r. w pierwszej kwadrze. Ponadto tarcza Księżyca wielokrotnie będzie zakrywać planety (Merkurego, Wenus, Marsa, Jowisza i Neptuna), planetoidę Ceres oraz Regulusa i Antaresa — to najjaśniejsze gwiazdy, odpowiednio w gwiazdozbiorach Lwa i Niedźwiadka. Z regionu Małopolski będzie można niektóre z tych zjawisk obserwować. I tak najczęściejsze to: 1 XII o godz. 17.18 glob Księżyca zakryje Wenus, a 10 VII o godz. 22 Mars zbliży się do Saturna na niebie na odległość 0,6 stopnia. Profesjonalnie wykonane obserwacje zakryciowe są niezwykle cenione w astrometrii, bowiem służą m.in. do wyznaczania poprawek ruchu Księżyca na orbicie (libracje) oraz profilu brzegów tarczy Srebrnego Globu. O wielu innych tego typu zjawiskach będziemy Państwa szczegółowo informować w comiesięcznych „spojrzeniach” w niebo, mam nadzieję, pogodne. W tym roku kilkadziesiąt skatalogowanych komet okresowych powróci do perihelium (punkt ich orbity najbliższy powierzchni Słońca), lecz niestety będą one widoczne w zasadzie tylko przez teleskop. Gdyby zaś niebiosa były nam bardziej przychylne, to być może w tym roku zawita w okolicy Słońca jeszcze jakaś nadspodziewanie jasna kometa, wtedy oczywiście będziemy mogli ją podziwiać nie tylko przez lunetę. Jeśli chodzi o planety, to Merkurego, który zawsze wędruje blisko Słońca, można zaobserwować nisko nad horyzontem, na wschodnim niebie o świcie, lub na zachodzie o zmierzchu. Jeśli pogoda nam dopisze, to najłatwiej będzie go można dostrzec wieczorem w pierwszej połowie maja, natomiast o świcie w drugiej połowie października. Piękną Wenus, jako Jutrzenkę, będziemy mogli obserwować od początku roku aż do końca kwietnia, zaś jako Gwiazdę Wieczorną można ją podziwiać od ostatniej dekady lipca do końca grudnia. Ponadto, 1 lutego i 1 grudnia dojdzie do bliskiej koniunkcji Wenus z Jowiszem, 26 lutego, 23 marca, 23 sierpnia i 11 września z Merkurym, 13 sierpnia z Saturnem, a 11 września z Marsem. Zwolennicy obserwacji Marsa mogą go dostrzec od początku roku wieczorem, najpierw w gwiazdozbiorze Byka, potem przemie-

ści się z początkiem marca do Bliźniąt, w kwietniu będzie w Raku, na przełomie czerwca i lipca zagości w Lwie (1 lipca zbliży się do Regulusa na 0,7 stopnia), w sierpniu i wrześniu zwizytuje Pannę, a w połowie października wkroczy w gwiazdozbiór Wagi. Potem, do końca roku, będzie już niedostępny do obserwacji. Mars będzie w koniunkcji 11 lipca z Saturnem, z Wenus 11 września, a 12 i 19 września z Merkurym. Natomiast Jowisz, jak przystało na planetę olbrzymia, pojawi się bladym świtem w połowie stycznia w gwiazdozbiorze Strzelca, w którym pozostanie do końca roku. Czas jego przebywania nad horyzontem będzie się systematycznie wydłużał, w kwietniu wschodzi tuż po północy, a 9 lipca będzie w opozycji i można go obserwować całą noc. Natomiast od początku października aż do końca roku będzie widoczny na wieczornym niebie. Jowisz będzie w koniunkcji z Wenus 1 lutego i 1 grudnia, a 31 grudnia dojdzie do jego spotkania z Merkurym. Saturn gości cały rok w gwiazdozbiorze Lwa. Widoczny będzie od początku roku praktycznie przez całą noc (opozycja 24 lutego), aż do połowy maja, potem tylko na wieczornym niebie do połowy sierpnia. Po złączeniu ze Słońcem (4 IX) pojawi się na porannym niebie w połowie września, gdzie pozostanie widoczny w drugiej połowie nocy aż do końca roku, systematycznie wydłużając okres przebywania nad horyzontem. Saturn będzie w koniunkcji z Marsem 11 lipca, z Wenus 13 sierpnia i z Merkurem 16 sierpnia. Uran będzie widoczny z wieczora do połowy lutego w gwiazdozbiorze Wodnika, w którym pozostanie

do końca roku. Złączy się ze Słońcem 8 marca, by pojawić się nam z końcem marca na porannym niebie. W opozycji będzie 13 września, aby w grudniu być widocznym tylko z wieczora na zachodnim niebie. Neptun cały rok spędzi w gwiazdozbiorze Koziorożca. Można go obserwować z wieczora do połowy stycznia. Potem zniknie w promieniach Słońca, by pojawić się rankiem z początkiem marca. W opozycji będzie 15 sierpnia, a od połowy listopada będzie widoczny coraz krócej na wieczornym niebie. Do obserwacji Urana i Neptuna musimy użyć lunety. W tym roku z 18 większych rojów meteorów, które rokrocznie promieniuują, polecałbym do obserwacji: Perseidy z 13 sierpnia, wspomniane już na wstępie Kwadrantydy z maksimum 4 stycznia i Geminidy z 14 grudnia. Najlepsze warunki do ich obserwacji mają Kwadrantydy, gdyż Księżyca będzie 4 dni przed nowiem. W czasie zaś przelotów Perseidów i Geminidów Księżyca będzie parę dni przed pełnią, co niewątpliwie utrudni ich obserwacje. W 2008 r., będziemy się mogli emocjonować napływanymi wynikami obserwacji nieba w różnych zakresach widma elektromagnetycznego, a uzyskiwanymi z pokładów pozaziemskich obserwatoriów. Dysponując zaś wolną chwilą w długie wieczory zimowe, spójrzmy spokojnie w niebo z niewątpliwie najpiękniejszym gwiazdozbiorzem Orionem i pamiętajmy przy tym o przysłowiu: „Wiosna śliczna kwiatkami, a zima krzepi mrozami”, jednym słowem, byle do pogodnej i cieplej wiosny tego nowego 2008 roku!

Adam Michalec



Przykładowy zrzut ekranu darmowego programu Stellarium (www.stellarium.org), który można wykorzystać w szkole do planowania obserwacji, analizowania przebiegu zjawisk astronomicznych itp.

NGC 4395

α (J2000)	12 ^h , 25,8 ^m
δ (J2000)	+33° 33'
Gwiazdozbiór	Psy Gończe
Typ	Galaktyka spiralna SAd
Jasność fotograficzna	10,9
Jasność wizualna	10,5
Jasność absolutna M _V	-18,0
Rozmiar	13,2'×11,0'
Odległość	4,3 Mpc
Prędkość radialna	+319 km/s

W tym odcinku Galerii dokończę opis galaktyki NGC 4395, a dokładniej, przedstawię historię badań jej centralnych obszarów. Jak już wiemy, wnętrze galaktyki NGC 4395 zawiera aktywne jądro. Uwagę badaczy przyciągają trzy zaobserwowane fakty: 1) karłowata, podobna nieco do Wielkiego Obłoku Magellana galaktyka spiralna zawiera AGN, 2) jądro tej galaktyki wysyła najmniej energii spośród wszystkich znanych galaktyk typu Seyferta, 3) jest to najbliższa galaktyka Seyferta. Czytelnik może w tym miejscu stwierdzić, że efekt selekcji obserwacyjnej wyjaśniałby kombinację faktu 2) i 3).

Obserwacje rentgenowskie wykonane w 1999 r. wykazały, że jądro wysyła promieniowanie rentgenowskie, lecz w porównaniu z innymi galaktykami aktywnymi emisja rentgenowska jest bardzo słaba i stosunkowo mało zmienna.

Analiza tego promieniowania doprowadziła do wniosku, że jego większość absorbuje otoczenie źródła. Rozkład energii w widmie promieniowania NGC 4395 jest nietypowy zarówno dla kwasarów, jak i galaktyk o mało aktywnych jądrach. Dla wyjaśnienia obserwacji zaproponowano dwa różne mechanizmy: wewnątrz NGC 4395 znajduje się masywna czarna dziura, która wysyła energię w tempie około 1000 razy mniejszym niż podobne obiekty w centrach innych galaktyk, lub też emisja promieniowania pochodzi ze stosunkowo młodej pozostałości po supernowej.

Obserwacje zebrane w zakresie optycznym, radiowym, ultrafiolecie i promieniach rentgena do roku 2000 silnie przemawiały za tym, że mechanizm emisji promieniowania obserwowanego z niemal punktowego źródła w centrum NGC 4395 ma podobną (jeśli nie identyczną) naturę, jak w galaktykach Seyferta typu I lub kwasarach. Zauważono charakterystyczne dla AGN-ów: szybką zmienność źródła w zakresie rentgenowskim oraz tzw. linie koronalne wysokozjonizowanych pierwiastków. Ze względu na karłowatość tego źródła niektórzy astronomowie zaczęli używać terminu mikrokwasar. Nie należy tu go mylić z galaktycznymi mikrokwasarami, w których emisja promieniowania pochodzi z układów podwójnych zawierających zwarte, masywne obiekty o masie typowej dla gwiazdy. W przypadku NGC 4395 na podstawie analizy szerokości linii emisjnych pochodzących ze źródła oszacowana masa źródła wynosiła około



100 tys. mas Słońca. Jednocześnie emisja ta w jakiś zaskakujący sposób okazuje się niezwykle słaba. Co więcej, NGC 4395 to jedyna znana galaktyka Seyferta, która nie posiada zgrubienia centralnego. Jest to o tyle istotne, że dla aktywnych galaktyk istnieje dobrze potwierdzona, empiryczna zależność pomiędzy masą zgrubienia centralnego (obserwowanego jako rozrzułt prędkości wzdłuż kierunku widzenia, jakie mają gwiazdy w zgrubieniu) a masą zwartej obiektu znajdującej się w centrum takiej galaktyki — patrz rysunek obok. Oczywiście zakłada się dzisiaj, że takim obiektem jest supermasywna czarna dziura. Jak masywna jest czarna dziura w NGC 4395? Czy ma masę podobną do tych, jakie znajdują się w kwazarach, czyli rzędu milionów czy miliardów mas Słońca, czy też jest dużo mniejsza tak, jak wynikałoby z niewielkiej ilości promieniowania, jakie wysyła jej najbliższe otoczenie? I czy w ogóle jest tam jakąś czarną dziurą?

Wraz z początkiem tego wieku nasiliły się obserwacje tej galaktyki w celu ustalenia natury centralnego obiektu.

Radiowa interferometria VLBA wykryła, że radioźródło w centrum NGC 4395 pokrywa się z optycznym środkiem centralnej gromady gwiazd i jest podobne w charakterze do radioźródła Sgr A, które uważa się za przejaw aktywności masywnej czarnej dziury w środku naszej Galaktyki. Ponadto na podstawie charakterystyki promieniowania i dużej zwartości radioźródła wykluczono, że jest to pozostałość po supernowej. Obserwacje optyczne pozwoliły ponadto ustalić zakres mas, jakie może mieć czarna dziura w jądrze NGC 4395. Na początku dysponowano jedynie dowodami pośrednimi, można by rzec ledwie poszlakami, co do masy centralnego obiektu:

1. Na podstawie obserwacji wykonanych przez teleskop Hubble'a w bliskiej podczerwieni górnny limit na sumaryczną masę centralnej gromady gwiazd i zwartej obiektu został ustalony na około 6 mln mas Słońca.

2. Promień obszaru, w którym powstają szerokie linie emisyjne, oszacowano na około 0,001 roku świetlnego (8 godzin świetlnych). Szerokość tych linii, np. linii wodoru $H\beta$, informuje o rozrzułt prędkości materii, w której linia powstała i w przypadku NGC 4395 wynosi ona około 1500 km/s. Interpretując ten rozrzułt prędkości jako efekt ruchu keplerowskiego materii wokół zwartej, centralnego obiektu, otrzymano jego masę: około 100 tys. mas Słońca.

3. Promień ten można oszacować również z zależności pomiędzy jasnością takiego obszaru a jego rozmiarem, jaki udało się ustalić dla jąder galaktyk Seyferta I typu. Jasność samego źródła wynosi w zakresie niebieskim (filtr B) 17,6 mag., co uwzględniając odległość, pozwala oszacować jasność całkowitą na 7×10^{35} W (czyli 7×10^{40} erg/s). To przekłada się na promień 0,0001 roku świetlnego i masę dziesięć razy mniejszą niż w punkcie 2, czyli około 10 tys. mas Słońca.

4. Analiza szybkości i amplitudy zmian promieniowania rentgenowskiego dała limit mas centralnego obiektu w zakresie od 10^4 do 10^5 mas Słońca.

Wszystkie te oszacowania pozwoliły sądzić, że w jądrze NGC 4395 znajduje się supermasywna czarna dziura o masie przynajmniej kilkudziesięciu tysięcy mas Słońca. Dalsze obserwacje jądra w zakresie rentgenowskim wykonane przez obserwatoria kosmiczne XMM-Newton i Chandra pozwoliły odkryć bardzo szybkie i duże zmiany natężenia promieniowania. Zmiany te zachodzą dość regularnie z okresem około 400 s. Rozkład spektralny emitowanej energii

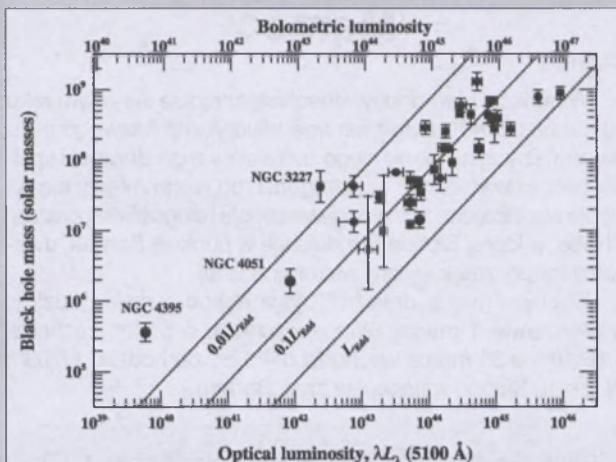


Diagram przedstawiający związek między rozrzułtem prędkości gwiazd w zgrubieniu centralnym galaktyki (osz pozioma) wyrażonym w km/s a masą czarnej dziury rezydującej w jej jądrze, wyrażoną jako wielokrotność masy Słońca. Poziomem NGC 4395 na tym diagramie jest dość niepewna, gdyż... nie ma ona zgrubienia!

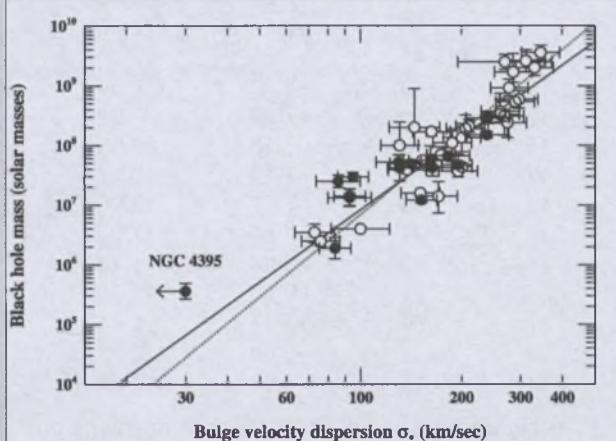


Diagram prezentujący zależność masy czarnej dziury (w masach Słońca) od ilości energii, jaka jest przez nią emitowana (w erg/s). Czarna dziura w NGC 4395 jest, jak na swoją masę, wyjątkowo słaba.

oraz szybkość zmian natężenia promieniowania okazały się nietypowe dla aktywnych jąder galaktyk Seyferta. Wreszcie w 2005 r. metoda wykorzystująca echo świetlne obserwowane w pewnych liniach ultrafioletu pozwoliła ustalić masę czarnej dziury na 300 tys. mas Słońca. Wynik ten oczywiście zależy od wielu przyjętych założeń, stanowi jednak jak do tej pory najlepsze oszacowanie masy obiektu w jądrze NGC 4395. Możliwe, że to oszacowanie jest jednak zawyżone. Może na to wskazywać diagram obok, na którym NGC 4395 wyraźnie „odstaje” od innych aktywnych jąder galaktyk.

Astronomowie wciąż intensywnie obserwują ten obiekt, zafascynowani z jednej strony jego podobieństwem do kwazarów, a z drugiej jakże wieloma różnicami w porównaniu do klasycznych AGN-ów. Badając ten obiekt mają więc nadzieję na lepsze zrozumienie, czym są naprawdę aktywne jądra galaktyk, jakie zachodzące tam procesy powodują emisję promieniowania. Jądro w NGC 4395 wydaje się skrajnym przykładem takich procesów i badanie go pozwoli w dużej mierze określić zakres stosowności współczesnych modeli funkcjonowania kwazarów.

Dariusz Graczyk

Marzec

Słońce

W punkcie równonocy wiosennej znajdzie się w tym roku 20 marca o $5^{\text{h}}48^{\text{m}}$. Punkt ten nosi historyczną nazwę „punktu Barana” (zaczyna się od niego zodiakalny znak Barana) i spełnia bardzo ważną rolę w astronomii: od niego mierzy się na niebie współrzędne kątowe: rektascensję i długość ekiptyczną. Chwilę, w której Słońce znajduje się w punkcie Barana, uważamy za początek wiosny astronomicznej.

W ciągu marca dnia przybywa równe o dwie godziny: w Warszawie 1 marca Słońce wschodzi o $5^{\text{h}}22^{\text{m}}$, zachodzi o $16^{\text{h}}16^{\text{m}}$, a 31 marca wschodzi o $4^{\text{h}}12^{\text{m}}$, zachodzi o $17^{\text{h}}09^{\text{m}}$. W marcu Słońce wstępuje w znak Barana.

Dane dla obserwatorów Słońca (na 0^h czasu UT)

Data	2008	P [°]	B ₀ [°]	L ₀ [°]
III	1	-21,62	-7,22	251,09
	3	-22,10	-7,24	224,75
	5	-22,57	-7,25	198,40
	7	-23,00	-7,25	172,05
	9	-23,41	-7,24	145,70
	11	-23,80	-7,22	119,34
	13	-24,15	-7,20	92,99
	15	-24,48	-7,16	66,63
	17	-24,79	-7,12	40,27
	19	-25,06	-7,07	13,90
	21	-25,31	-7,01	347,53
	23	-25,53	-6,94	321,16
	25	-25,72	-6,86	294,79
	27	-25,89	-6,77	268,41
	29	-26,02	-6,68	242,03
III	31	-26,13	-6,58	215,65

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy:

B_0 , L_0 — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;

20^d01^h19^m — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.

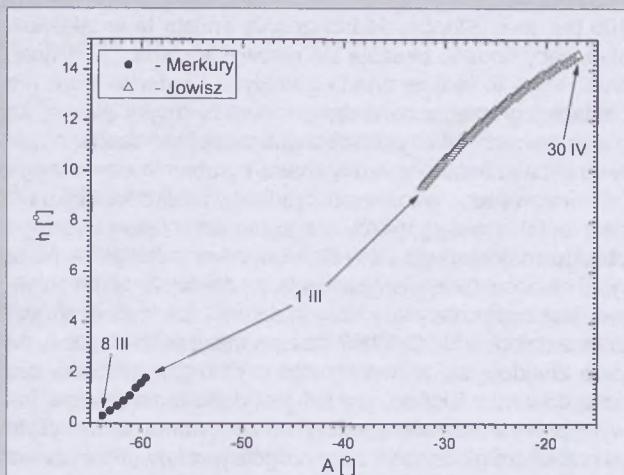
Księżyc

Bezksiężycowe noce będziemy mieli na początku marca, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: nów $7^{\text{d}}17^{\text{h}}14^{\text{m}}$, pierwsza kwadra $14^{\text{d}}10^{\text{h}}46^{\text{m}}$, pełnia $21^{\text{d}}18^{\text{h}}40^{\text{m}}$ i ostatnia kwadra $29^{\text{d}}21^{\text{h}}47^{\text{m}}$. W perygeum Księżyc znajdzie się 10 marca o $21^{\text{h}}42^{\text{m}}$, a w apogeum 26 marca o $20^{\text{h}}12^{\text{m}}$.

Planety, planety karłowate i planetoidy

Merkury i Wenus znajdują się na niebie w pobliżu Słońca i są niewidoczne.

W pierwszej połowie nocy można zobaczyć Marsa, świejącego w gwiazdozbiorze Bliźniąt. W związku ze zwiększającą się odległością planety od Ziemi, jej jasność w ciągu miesiąca spada od 0,3^m do 0,8^m. Zmniejsza się także średnica tarczy Marsa, od 9" na początku marca do zaledwie 7" pod koniec miesiąca, co znacznie utrudnia teleskopowe obserwacje szczegółów powierzchniowych planety, jednak wystarcza do dostrzeżenia fazy, osiągającej w drugiej połowie marca wartość maksymalną w 2008 r.



Rys. 1. Merkury i Jowisz nad wschodnim horyzontem (w Warszawie) w marcu i kwietniu 2008 na początku świtu cywilnego (około godziny przed wschodem Słońca)

Nad ranem, nisko nad południowo-wschodnim horyzontem, można próbować dostrzec **Jowisza**, świecącego z jasnością $-2,0^m$ w gwiezdzbiorze Strzelca, na praktycznie stałej wysokości 10° . Przez teleskopy można obserwować zmiany w układzie chmur planety oraz zjawiska w układzie jej księżyć galileuszowych.

Przez całą noc w gwiazdozbiorze Lwa odnajdziemy **Saturna** jako „gwiazdę” o jasności 0,3^m. Planeta oddala się już od lutowej opozycji, jednak średnica jej tarczy wynosi nadal aż 20'', co umożliwia obserwacje zmian w układzie chmur planety oraz strukturę jej pierścieni nawet przez niewielkie teleskopy amatorskie.

Uran i Neptun przebywają na niebie w pobliżu Słońca i są niewidoczne.

Planeta karłowata (134340) Pluton jest widoczna nad ranem w gwiazdozbiorze Węża, jednakże jej jasność wynosi jedynie $14,0^m$ i do jej zaobserwowania niezbędny jest teleskop o średnicy zwierciadła przynajmniej 15 cm.

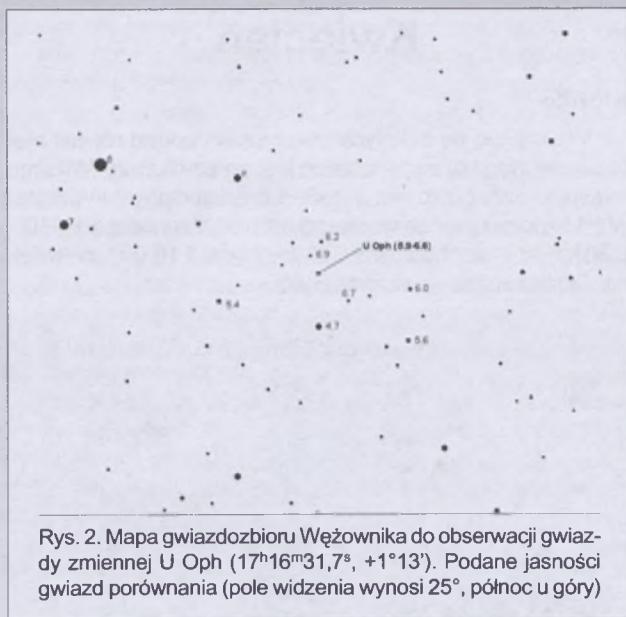
W marcu w pobliżu opozycji nie znajduje się żadna jasna planetoida.

Meteory

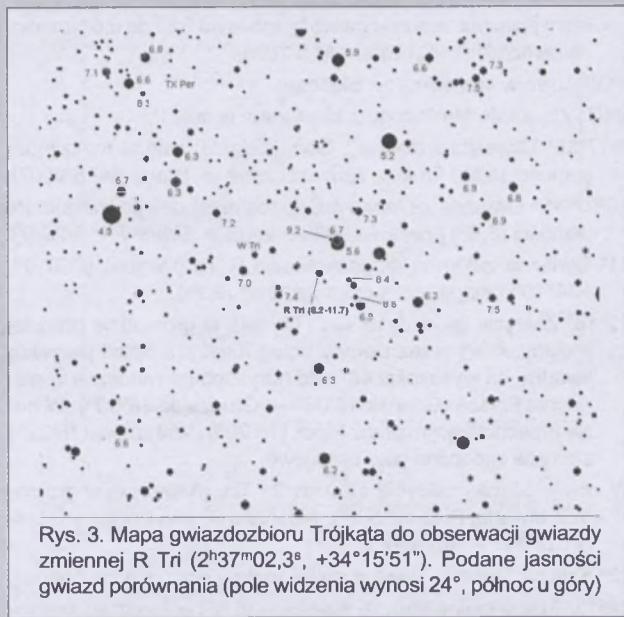
W dniach od 25 stycznia do 15 kwietnia promieniuje rozmyty ekiptyczny kompleks strumienia **Wirginidów (VIR)**, przejawiający się poprzez kilka słabo wyróżniających się maksimów aktywności. Prawdopodobnie kompleks ten (a przynajmniej jego część) jest związany z kometą Gambarta obserwowaną w 1834 r. W skład strumienia wchodzą powolne, jasne, żółto-pomarańczowe meteory i bolidy. Głównym składnikiem strumienia Wirginidów są **alfa Wirginidy**, których słabo wyróżnione maksimum aktywności przypada na 24 marca. Rozmyty radiant meteorów ma duży ruch własny, a w okresie maksimum leży w gwiazdozbiorze Panny i jego środek ma współrzędne rekt. $13^{\circ}00''$, dekl. -4° . W obserwacjach tego słabego roju w okresie maksimum będzie w tym roku przeszkadzał Księzyc w pobliżu pełni.

1^d21^h05^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa Algol (β Per) osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 2,1^m do 3,4^m [mapka zamieszczona w „Uranii PA” 5/2007].

3rd 00^h Złaczenie Jowisza z Księżycem w odległości 4°



Rys. 2. Mapa gwiazdozbioru Wężownika do obserwacji gwiazdy zmiennej U Oph (17^h16^m31,7^s, +1°13'). Podane jasności gwiazd porównania (pole widzenia wynosi 25°, północ u góry)



zobaczmy jedynie fazę planety, wynoszącą aż 90%.

Nad ranem coraz wyżej nad południowo-wschodnim horyzontem wznosi się **Jowisz**, świecący z jasnością -2^m , osiągając pod koniec miesiąca, na godzinę przed wschodem Słońca, wysokość prawie 15° .

Wieczorem nadal w gwiazdozbiorze Lwa odnajdziemy **Saturna** świecącego z jasnością $0,3^m$. Osiągający maksymalną wartość w 2008 r. kąt nachylenia płaszczyzny pierścieni planety do Ziemi (przy nadal dużej ich średnicy) ułatwia dostrzeżenie „Przerwy Cassiego” między pierścieniem A i B nawet w teleskopach o średnicy obiektywu 10 cm.

Uran i Neptun nadal przebywają na niebie w pobliżu Słońca i są niewidoczne.

Poprawiają się warunki widzialności planety karłowatej (**(134340) Plutona**, który w drugiej połowie nocy góruje na wysokości 21° nad południowym horyzontem.

W kwietniu w pobliżu opozycji nie znajduje się żadna jasna planetoida.

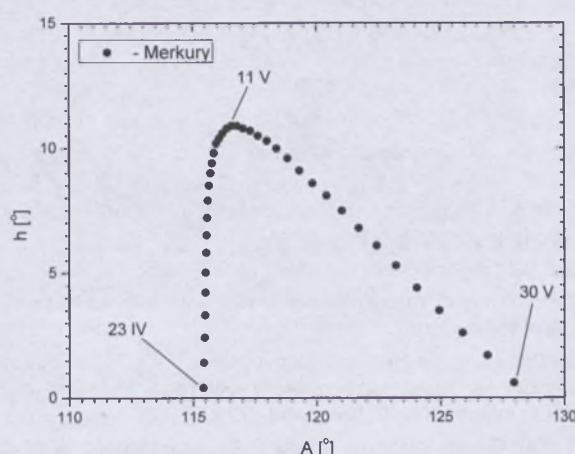
Meteory

W dniach od 16 do 25 kwietnia promieniuje **Lirydy (LYR)**, związane z kometą Thatcher obserwowaną w 1861 r. W skład roju wchodzą białe, stosunkowo powolne meteory. W latach 1803 i 1922 obserwowane były deszcze meteorów z tego roju. Maksimum aktywności w tym roku spodziewane jest 22 kwietnia o godzinie 22^h30^m . Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Lutni i ma współrzędne rekt. 18^h04^m , dekl. $+34^{\circ}$. Warunki obserwacji w tym roku są bardzo złe, gdyż w obserwacjach będzie przeszkadzał Księżyc tuż po pełni.

2^d11^h Złączenie Neptuna z Księżykiem w odległości $0,6^{\circ}$.

4^d07^h Złączenie Urana z Księżykiem w odległości 2° .

4^d22^h Złączenie Wenus z Księżykiem w odległości 3° .



Rys. 6. Merkury nad zachodnim horyzontem (w Warszawie) w kwietniu i maju 2008 r. pod koniec zmierzchu cywilnego (około godzinę po zachodzie Słońca)

5^d07^h Złączenie Merkurego z Księżycem w odległości 4° .

$5^d22^h28^m$ Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^m$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2007].

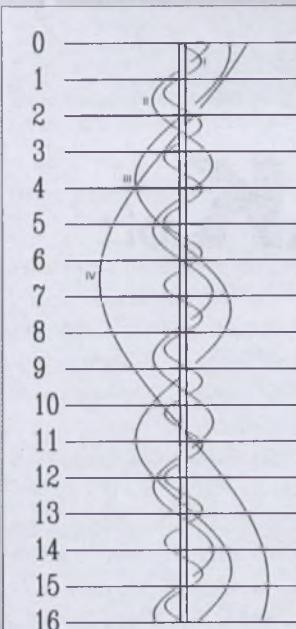
6^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.

6^d11^h Minimalna libracja Księżyca ($6,2^{\circ}$) w kierunku krateru *Clavius* (zaciemiony).

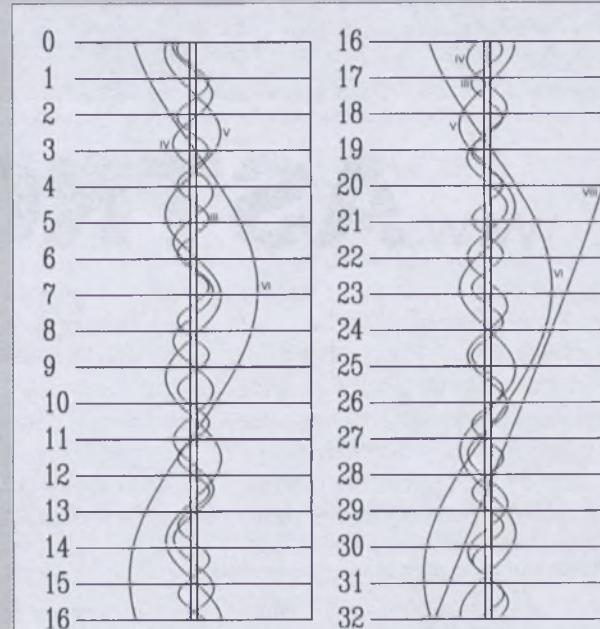
$7^d23^h24^m$ Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^m$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 6/2007].

11^d05^h Maksymalna libracja Księżyca ($7,1^{\circ}$) w kierunku *Mare Australis* (oświetlone).

12^d Gwiazda zmienna długookresowa U Cet (miryda) ($2^h33,7^m$, $-13^{\circ}09'$) osiąga maksimum jasności ($7,5^m$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 6/2006].



Rys. 7. Konfiguracja galileuszowych księżyców Jowisza w kwietniu 2008 (I — Io, II — Europa, III — Ganimedes, IV — Callisto). Przerwa w trasie księżyca oznacza przebywanie satelity w cieniu planety. Zachód na prawo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na lewo



Rys. 8. Konfiguracja pięciu najjaśniejszych księżyców Saturna w kwietniu 2008 (III — Tethys, IV — Dione, V — Rhea, VI — Titan, VIII — Iapetus). Zachód na lewo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na prawo

- 12^d05^h Złączenie Marsa z Księżykiem w odł. 0,3°.
- 13^d19^h Zakrycie gwiazdy ε Cnc (6,3^m) przez ciemny brzeg Księżyca po pierwszej kwadrze, widoczne w całej Polsce (Szczecin 19^h33^m — Lublin 19^h47^m).
- 14^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.
- 15^d15^h Złączenie Saturna z Księżykiem w odł. 3°.
- 16^d Gwiazda zmienna długookresowa S Her (miryda) (16^h51,9^m, +14°57') osiąga maksimum jasności (7,6^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 2/2006].
- 16^d20^h Merkury w koniunkcji górnej ze Słońcem.
- 16^d22^h Minimalna libracja Księżyca (6,0°) w kierunku Mare Crisium (oświetlone).
- 19^d00^h08^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa 1143 Cyg osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,4^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2005].
- 19^d16^h50^m Słońce wstępuje w znak Byka, jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 30°.
- 22^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.
- 22^d00^h51^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2007].
- 22^d12^h Maksymalna libracja Księżyca (6,6°) w kierunku krateru Plato (oświetlony).
- 22^d21^h55^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa U Oph osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,6^m.
- 27^d09^h Złączenie Jowisza z Księżykiem w odł. 3°.
- 27^d22^h41^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa U Oph osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,6^m.
- 29^d19^h Złączenie Neptuna z Księżykiem w odł. 0,4°.
- 30^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.

UWAGA: Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie uniwersalnym UT (Greenwich).

Aby otrzymać datę w obowiązującym w marcu w Polsce „czasie zimowym”, należy dodać 1 godzinę, aby otrzymać datę w obowiązującym od 30 marca w Polsce „czasie letnim”, trzeba dodać 2 godziny.

Momenty złączeń planet z Księżykiem są podane dla współrzędnych Warszawy. Dla każdego złączenia podano momenty największego zbliżenia obiektów na niebie. Podane są **wszystkie** złączenia, nie tylko widoczne w Polsce.

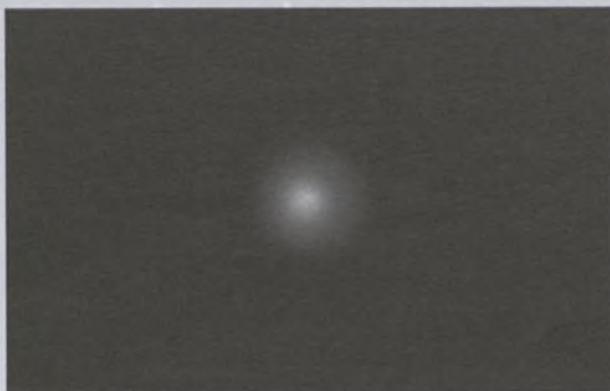
Współrzędne równikowe podane są dla Epoki 2000.0.

Opracował T. Ściążor

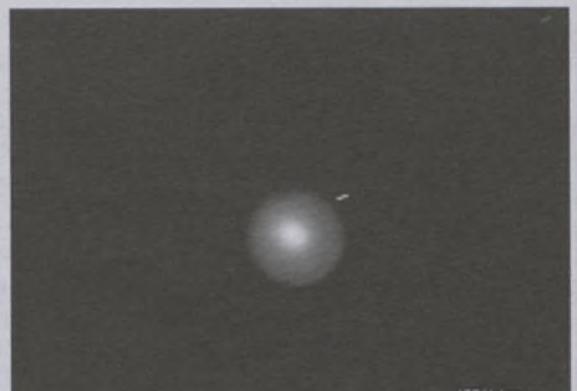
teleskopy i akcesoria astronomiczne

www.ASTROKRAK.pl

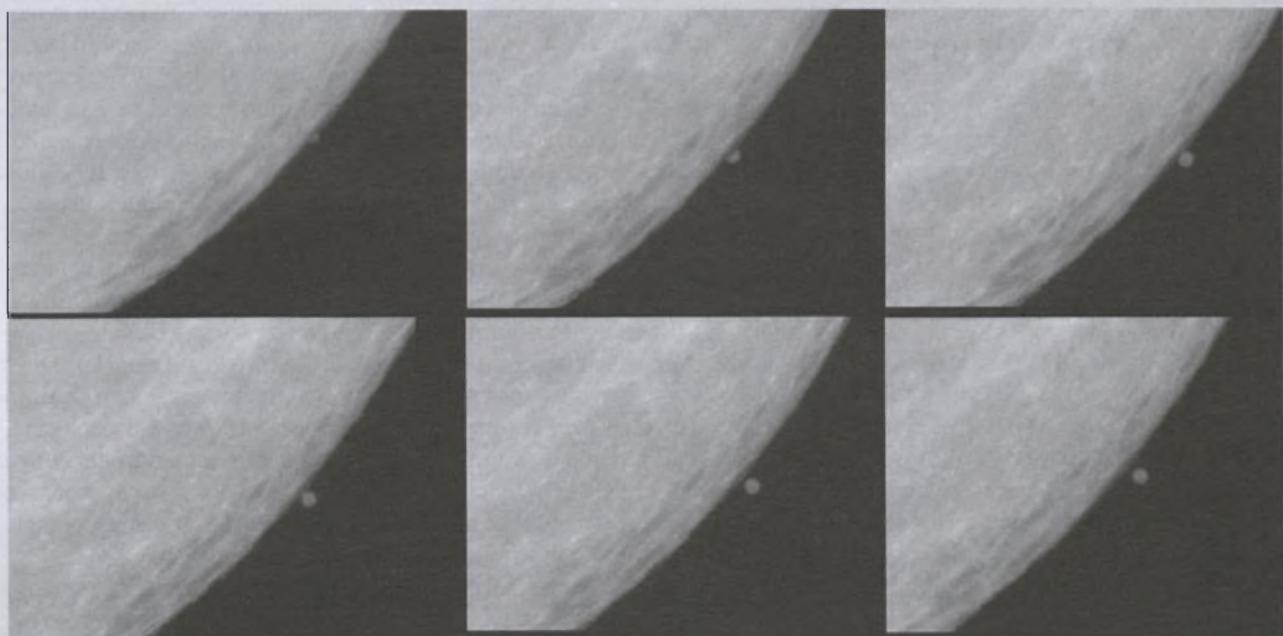
sklep internetowy zaprasza!



Pierwsze zdjęcie komety 17P/Holmes, jakie dotarło do redakcji to wykonane 25 października o godz. 20.36 UT przez naszego stałego współpracownika Tomasza Ściążora z Krakowa. W chwili wykonywania zdjęcia jasność komety wynosiła 2,5 mag przy średnicy 2' (noc po wybuchu, na skutek którego jasność komety wzrosła od 17 mag. do wyżej wspomnianej!). Aparat HP Photosmart 735 w projekcji okularowej okularu 9 mm przy teleskopie Meade Lightbridge 10" f/5



Zdjęcie tej samej komety z dnia 2 listopada (godz. 23.18) wykonane przez Tomasza Chojnickiego z Konina. Jej jasność w tym czasie wynosiła ok. 2,8 mag. Zdjęcie było wykonane przez teleskop Newtona 150/800 mm. Czas naświetlania 8 s (ISO 400). Aparat Samsung Digimax S800



Otrzymana krótko przed oddaniem numeru do druku sekwencja zdjęć z odkrycia Marsa w nocy z 23 na 24 grudnia 2007 r. Fot. Marcin Filipuk

recenzje U-PA

Historia astronomii, pod redakcją Michaela Hoskina w tłumaczeniu Jarosława Włodarczyka, Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, 368 s., Warszawa 2007, cena 35 zł.

Na ostatniej stronie eleganckiej okładki wydawca pisze: *Historia astronomii pod redakcją Michaela Hoskina, wykładowcy na Uniwersytecie w Cambridge, jest doskonałym nowoczesnym zarysem dziejów nauki o Wszechświecie. Obejmuje okres od pozbawionych źródeł pisanych czasów prehistorycznych (astronomia megalityczna) po drugą połowę XX wieku (ze szczególnym uwzględnieniem nowoczesnych metod obserwacyjnych i ba-*

dań kosmicznych). Poza tekstem głównym, przybliżającym kolejno astronomię w różnych epokach historycznych, książka ta zwiera interesujące dodatki: szkic o starożytnej astronomii chińskiej, opis budowy i działania arabskiego astrolabium płaskiego, dzieje teleskopu w XVII wieku oraz tablice chronologiczne. A na skrzydełkach wydawca przytacza opinie specjalistycznych czasopism, które jednoznacznie chwalą Historię astronomii za zawartość książki, sposób ujęcia tematu oraz połączenie jasności i przystępstwa wywodu z rzetelnością naukową na najwyższym światowym poziomie. Nie mogę się nie zgodzić z tymi wszystkimi pochwałami.

Książka składa się z 9 rozdziałów, obejmujących różne epoki historyczne. Uzupełniona jest dodatkiem o astronomii w Polsce pióra tłumacza oraz tablicą chronologiczną dziejów astronomii, słowniczkiem pojęć astronomicznych, wykazem literatury uzupełniającej oraz indeksem nazwisk. Poszczególne rozdziały były pisane przez różnych autorów, specjalistów odpowiednich epok.

Główny pomysłodawca i redaktor naukowy tej książki, Michael Hoskin, był przez ponad 30 lat wykładowcą historii astronomii na Uniwersytecie w Cambridge. W roku 1970 powołał do życia „Journal for the History of Astronomy”, którego redaktorem naczelnym

jest do dzisiaj. On też jest autorem lub współautorem większości rozdziałów recenzowanej tu książki. Innymi autorami są: J.A. Bennet, kustosz Muzeum Historii Nauki przy Uniwersytecie w Oxfordzie, Christopher Cullen, st. wykładowca historii chińskiej nauki i medycyny Uniwersytetu Londyńskiego, Dawid Dewhurst, były astronom i bibliotekarz w Instytucie Astronomicznym Uniwersytetu w Cambridge, Owen Gingerich, profesor astronomii i historii nauki w Uniwersytecie Harwarda (USA), znany kopernikanista, przewodniczący Komitetu Redakcyjnego wielotomowej *General History of Astronomy* oraz Clive Ruggles, st. wykładowca na wydziale Archeologii Uniwersytetu w Leicester. Nie można nie wspomnieć tu o autorze tłumaczenia i dodatku o astronomii w Polsce, Jarosławie Włodarczyku, docencie w Instytucie Historii Nauki PAN w Warszawie, którego znakomite tłumaczenie doskonale współgra z zawartością merytoryczną książki.

W rozdziale pierwszym omawiana jest przez C.Rugglesa i M.Hoskina astronomia prehistoryczna. Astronomii w starożytności (M.Hoskin) i astronomii w Chinach (C. Cullen) poświęcono rozdział drugi. Rozdział trzeci omawia astronomię islamu i jej najważniejszy instrument, astrolabium. Napisali go wspólnie M.Hoskin i O. Gingerich, a opis astrolabium M.Hoskinsa stanowi jakby „ramkę” w tym tekście. Średniodwieczna astronomia Europy łacińskiej to treść czwartego rozdziału, napisane go wspólnie przez M. Hoskina i O. Gin-

gericha. Rozdział piaty składa się z dwóch części. Pierwsza zatytułowana jest „Od geometrii do fizyki” (napisał M. Hoskin), a druga „Teleskop w XVII wieku” (autorem jest J. A. Bennet). Oczywiście, poczesne miejsce w tym rozdziale zajmują teleskopy Heweliusza i jego obserwatoria w Gdańsku. „Newton i newtonianizm” to tytuł szóstego rozdziału, a rozdział siódmy nosi tytuł „Wszechświat gwiazd” — oba rozdziały napisane przez M. Hoskina. Wtedy, gdy wydawało się, że odkrycia Newtona wszystko rozwiązują i że dzięki nim wiemy już wszystko o Wszechświecie, nadeszło nieoczekiwane odkrycie, że Wszechświat składa się z gwiazd! Wcześniej gwiazdy pełniły rolę punktów odniesienia na sferze niebieskiej, względem których mierzono położenia ciała Układu Słonecznego. Gwiazdy były po prostu zbyt odległe i wydawały się za bardzo statyczne, by wzbudzać zainteresowanie astronomów — ich obserwowane z Ziemi ruchy są tak małe, że pod koniec XVII wieku nie znano żadnej gwiazdy, która zmieniłaby pozycję od czasów, gdy w starożytności powstały pierwsze katalogi gwiazd. W drugiej połowie XIX wieku dopiero „astronomia gwiazdowa” zyskała na ważności, a to głównie dzięki rozwojowi astrofizyki. O rozwoju astrofizyki piszą w rozdziale ósmym Dawid Dewhurst i Michael Hoskin („Narodziny astrofizyki”), a w rozdziale dziewiątym zatytuowanym „Nowe horyzonty” Michael Hoskin i Owen Gingerich wprowadzają czytelnika w świat nowych instrumentów i technik badawczych, które pozwoliły odkryć i zgłębić Wszechświat, dotychczas niewidzialny, najpierw w promieniowaniu radiowym, a później w świetle ultrafioletowym, rentgenowskim, promieniowaniu wysokich energii. Aparatura skonstruowana przez Człowieka powędrowała na orbitę okoziemską i do planet. Dzięki tym nowym technologiom odkryto nowe obiekty zapelniające Wszechświat. To dopiero w drugiej połowie XX wieku poznaliśmy m.in. pulsary, aktywne galaktyki, czarne dziury itp. Powstały też nowe teorie i koncepcje kosmologiczne. Niektóre z nich powodowały strach i przerażenie. W roku 1920 C.G. Abbot, organizator Wielkiej Debaty, odrzucił teorię względno-

ści jako możliwy temat dyskusji, stwierdzając: „Modlę się do Boga, aby postęp nauki wyekspediował teorię względności do jakiegoś obszaru przestrzeni poza czwartym wymiarem, skąd już nigdy nie mogliby nas nękać”. A od tamtych czasów bariera techniczne i pojęciowe, przed którymi staje każdy, kto pragnie zgłębić astronomię, tylko rosły. Autorzy z wdziękiem i maestrią oprowadzają nas po tym okresie.

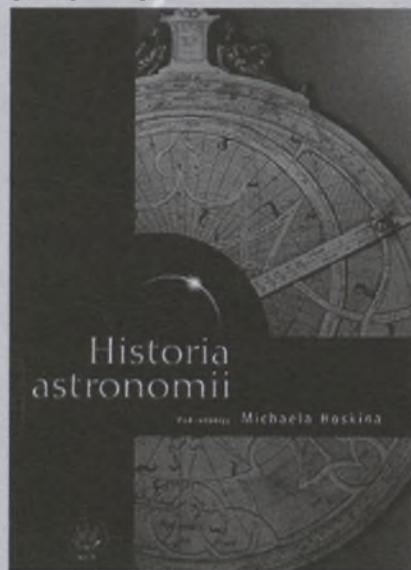
Na zakończenie rozważań o rozwoju astronomii na świecie głos zabiera tłumacz na język polski tej pozycji, kreśląc na prawie 20 stronach historię astronomii w Polsce. To bardzo syntetyczny obraz, który zaczyna się de facto ufundowaniem około 1405 r. katedry matematyki i astronomii na Akademii Krakowskiej, a sięga aż do okresu międzywojennego i krótko po II wojnie światowej. Oczywiście nie brakuje tu Witelona, Kopernika i jego krakowskich nauczycieli, obserwacji plam słonecznych przez Charlesa Malaperta (1580—1630) w Kaliszu, czy Heweliusza i jego obserwatoriów w Gdańsku. Dość starannie opisana jest astronomia w XIX-wiecznej Polsce pod rozbiorami, ale na astronomię w odrodzonej Polsce autor poświęca tylko 2 strony, kończąc wskazaniem, skąd się wzięła astronomia w Toruniu i we Wrocławiu.

Tablica chronologiczna rozwoju astronomii obejmuje okres od epoki ok. 3500 lat p.n.e., po rok 1990. Badania kosmiczne są ujęte w odrębnym zestawieniu i obejmują oczywiście okres od wystrzelienia pierwszego sputnika w 1957 r. po rok 1995, kiedy to dotarła do Jowisza sonda Galileo oraz zostały wprowadzone w przestrzeń kosmiczną obserwatoria kosmiczne SOHO i ISO.

Raz jeszcze pragnę stwierdzić, że jest to niezwykle wartościowa książka. Możemy z nią prześledzić rozwój idei i pojęć dotyczących otaczającego nas świata, zrozumieć trudności w przyjęciu i rozpowszechnieniu nowych koncepcji. Być bliżej gwiazd.

Książka bardzo mi się podobała. Jej lektura była dla mnie miłym i pouczającym przeżyciem intelektualnym. Gorąco ją polecam studentom astronomii i fizyki oraz wszystkim miłośnikom astronomii.

Andrzej Woszczyk



Kosmos w Olsztyńskiej Filharmonii

Kiedy jechałem wraz z żoną i znajomymi na koncert autorski Katarzyny Brochockiej, młodej kompozytorki pochodzącej z naszego miasta, nie oczekowałem żadnych kosmicznych wrażeń. Astronomia i muzyka to miła mym zmysłom i duszy koniunkcja, lecz po doświadczeniu z towarzyszącego ostatniemu Zjazdowi PTA koncertu w Filharmonii Kieleckiej, gdzie z obiecującą brzmiącą tytułu „Mozart i gwiazdy” jedynymi gwiazdami okazały się osoby występujących artystów, nie robiłem sobie żadnych nadziei na coś więcej, ponad przyjemność obcowania z muzyką klasycznej formy.

Kasię dobrze pamiętam z czasów szkolnych, gdy byłem nauczycielem fizyki, a ona nietuzinkową uczennicą, która nawet z referatu na dość banalny temat mechanizmu zjawisk zaćmień słonecznych potrafiła wraz z koleżanką zrobić efektowny spektakl rozpisany na dwa głosy. Pamiętam jej występy w szkole muzycznej, gdzie wyróżniała się choćby swobodnym traktowaniem partytury zrzucanej z wdziękiem na podłogę po odegraniu zawartych w niej dźwięków.

Z okresu jej studiów w Akademii Muzycznej we Wrocławiu z sympią wspominam, jak wywoziła ode mnie nagrania „Symfonii Planet” z dźwiękami zarejestrowanymi podczas kosmicznej odysei Voyagerów (patrz Urania-PA 2/2003), a następnie relacjonowała, jak

świętne owe dźwięki stymulują ją i jej studencką brać do efektywnej nauki przed egzaminami.

Ośmiałem się dodać jeszcze to, że w szkolnych czasach otarła się o prowadzone przeze mnie kółko astronomiczne, lecz nie było to głębokie zaangażowanie, a raczej wyraz wszechstronnych zdolności i szerokiego spektrum zainteresowań.

Program koncertu kompozytorskiego 23 listopada 2007 r. w Filharmonii Warmińsko-Mazurskiej im. Feliksa Nowowiejskiego w Olsztynie zatytułowanego „Art Juve – Ars Nova” zapowiadał się jednak dość klasycznie i odlegle od transcendencji Wszechświata. Sześć pieśni do słów Krzysztofa D. Szatrawskiego (uznane go olsztyńskiego poety) w wykonaniu wszechstronnej sopranistki (również lidzbarczanki z pochodzenia) Anny Mikołajczyk, koncert na kontrabas i orkiestrę pod batutą Piotra Wajraka z mężem Kasi jako solistą i na koniec, w drugiej części koncertu, symfonią.

Dla mnie koncert zaczął się na dobre dopiero po przerwie. O ile w pierwszej połowie wyraźnie doskwiącoło mi uczucie, że olsztyńscy filharmonicy, a w szczególności sama sala koncertowa to nie czołówka europejska, to po przerwie stało się coś dziwnego. Muzyka stopniowo gęstniejącą tekture dźwięków wypełniła szczerelnie niezbyt okazałą przestrzeń filharmonii, a następnie, niczym jakiś tunel czasoprzestrzenny czy inny wytwór

rodem z powieści sf zabrała mnie z „tu i teraz” niczym ostatnie kilkanaście minut „Odysei Kosmicznej 2001” Stanleya Kubricka, kiedy to planety, gwiazdy, galaktyki i ich gromady, zwijają się w czasie i przestrzeni, prowadząc w stronę kamienia węgielnego Wszechświata. Po drodze ukazują się obrazy, o których istnieniu można mieć tylko mgliste pojęcie, słuchając słów replikanta z pamiętnej sceny „Łowcy Androidów” Ridleya Scotta: *Widziałem rzeczy, o jakich ludziom się nie śniło. Płonące okręty szturmowe w Ramieniu Oriona. Promienie ultrafioletowe, lśniące w ciemności przy Bramie Tannhausera. Wszystkie te chwile rozpłyną się w czasie... Jak żyje w deszczu.*

Zgodnie ze stwierdzeniem Strawińskiego, iż muzyka służy „realizowaniu teraźniejszości” oraz samą naturą tej formy wypowiedzi — wyabstrahowanej znaczeniowo — *idée fixe* kompozytorki, aby zawiązać w tej symfonii jednoczesność trwania i przemijania znalazła we mnie swój kosmiczny rezonans i niech to świadczy, że dobrze odrobiła lekcję, a filharmonicy olsztyńscy stanęli tu na wysokości zadania.

Od stycznia 2008 r. Katarzyna Brochocka jest stypendystką Studiów Mistrzowskich w zakresie kompozycji na Uniwersytecie w Oklahoma City (USA). Mam nadzieję, że jeszcze nie raz dotknie mnie jej muzyka...

Jacek Drążkowski

INFORMACJE O PRENUMERACIE URANII-PA

Prenumerata na rok 2008 (6 zeszytów) kosztuje 54 zł (zagraniczna 70 zł). Cena pojedynczego zeszytu 10 zł. Wpłaty prosimy kierować na konto:

Polskie Towarzystwo Astronomiczne

Bank Millennium S.A. o/Toruń

Nr 44 116022020000000055305241

Wszelkich informacji o prenumeracie i zakupie numerów archiwalnych „Postępów Astronomii” i „Uranii-PA” udziela:

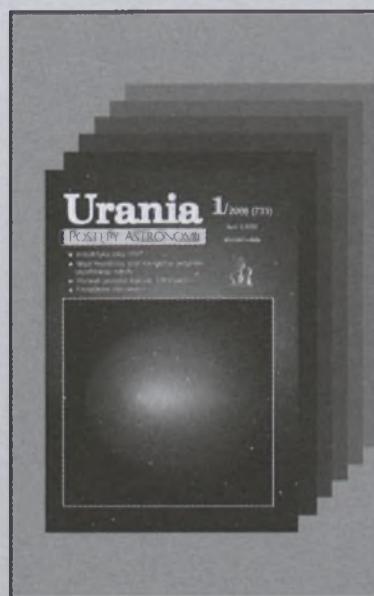
Karolina Wojtkowska

Centrum Astronomii UMK

ul. Gagarina 11, 87-100 Toruń

E-mail: urania@astri.uni.torun.pl

tel/fax (0-56) 611 30 14 / 611 30 08

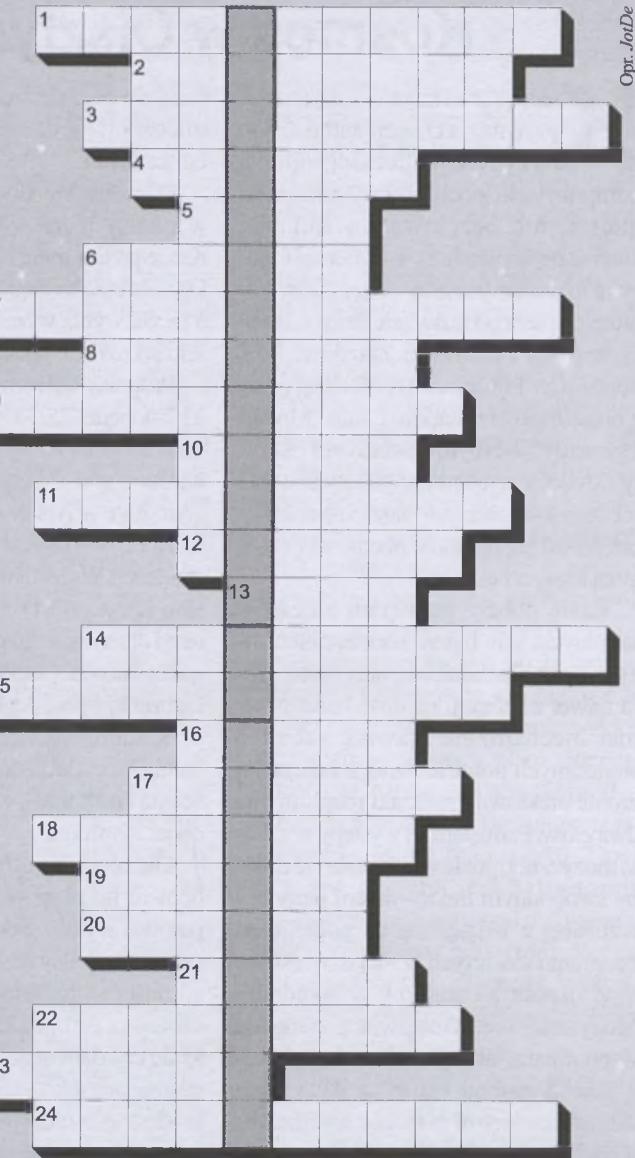


W „Uranii-PA” nr 5/2007 zamieściliśmy krzyżówkę, której rozwiązaniem jest hasło ASTRONOMIA W KIELCACH. Nagrody książkowe za poprawne rozwiązania otrzymują Jan Adamski z Sanoka i Magdalena Sikora z Krakowa. Nagrody prześlemy pocztą.

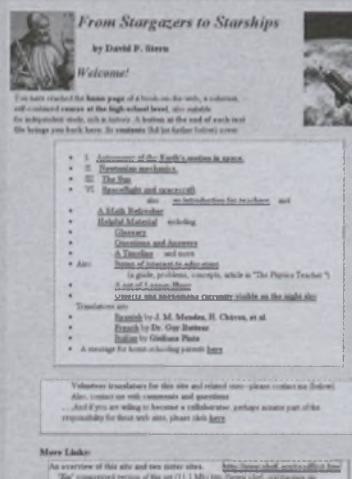
Do rozwiązania nowej krzyżówki tradycyjnie wystarczy zapoznanie się z zawartością bieżącego zeszytu „Uranii-PA”. Litery w wyróżnionej kolumnie utworzą hasło, które jest rozwiązaniem.

Wśród autorów prawidłowych odpowiedzi rozlosujemy dwie książki o tematyce astronomicznej. Na rozwiązania czekamy do końca lutego br. Osoby nie będące prenumeratorem „Uranii-PA” muszą dołączyć do rozwiązania kupon umieszczony w lewym górnym rogu tej strony. Prenumeratorzy mogą przesyłać rozwiązania drogą elektroniczną.

1. Był rok 2007
 2. Maksymalna Księżyca np. 22 kwietnia
 3. Jeden z autorów „Załogi Mekongu”.
 4. Bliźniacze satelity NASA
 5. Był celem wyprawy sondy NEAR
 6. Mgławica z krzemianowym dyskiem
 7. Zapomniany prezes PTA
 8. Łowca planet na orbicie Ziemi
 9. Przyrząd ze sztucznym księżycem
 10. Gwiazdozbiór zimowy
 11. Przejście ze stanu stałego w gazowy
 12. Zasłużony wójt Wiśniowej
 13. W marcu i kwietniu w Bliźniętach
 14. Pola ...
 15. Promienią na początku stycznia
 16. Obecnie na Słońcu raczej rzadko
 17. Jego minimum trwało ok. 80 lat
 18. Sokół po japoński
 19. Solar-B
 20. Odkrywca rozbłyskującej komety
 21. Może być słoneczny
 22. Imię młodej kompozytorki z Warmii
 23. W koniunkcji z Wenus 1.02.2008
 24. Zapis zmian pola magnetycznego



Ciekawe strony internetowe...



Dziś trochę atmosfery szkolnej. Proponuję zająć się pod adres <http://www-spof.gsfc.nasa.gov/stargaze/Sintro.htm>, gdzie David P. Stern prezentuje podręcznik fizyki i astronomii „From Stargazers to Starships”. Oprócz wersji angielskiej dostępne są również tłumaczenia na francuski, hiszpański i włoski. Podręcznik nadaje się do nauki w domu (homeschooling) — formy raczej nie praktykowanej w Polsce, kiedy to rodzice w pewnym okresie przejmują na siebie kształcenie swoich dzieci. Równie dobrze nadaje się on do samodzielnego studiów. Zaopatrzony jest w szereg odnośników prowadzących do materiałów pogłębiających lub uzupełniających wybrane tematy i uzupełniany na bieżąco — wersja, o której piszę w tej notce, nosi datę 9 października 2007 r. (chociaż nie dotyczy to wszystkich zagadnień w równym stopniu). Ciekawą stroną podręcznika jest rozbudowana część historyczna pozwalająca zrozumieć, jak powstawały niektóre z podstawowych pojęć astronomicznych. Załączone są również specjalne materiały dla nauczycieli. David P. Stern proponuje jeszcze dwa dodatkowe adresy: <http://www-spof.gsfc.nasa.gov/earthmag/demagint.htm> — o Ziemi jako „wielkim magnesie” oraz <http://www-spof.gsfc.nasa.gov/Education/Intro.html> — o badaniach ziemskiej magnetosfery. (rs)

Dzwonnice na Starówce Warszawskiej z „Krugerem na tle Księżyca”.
Fot. Krzysztof Podgórzak, Warszawa (patrz: listy czytelników, s. 2)

Galeria Uranii



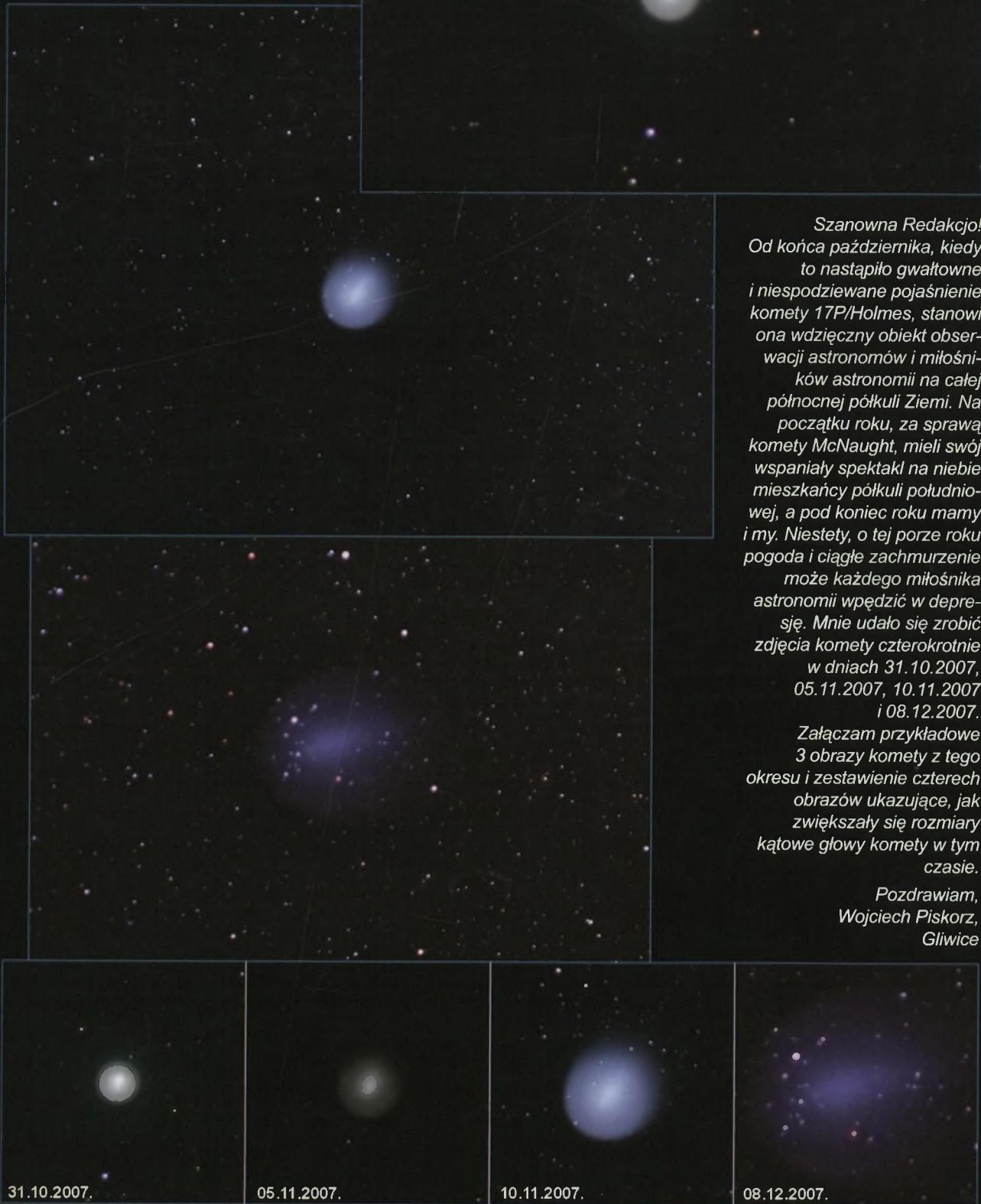
Zdjęcie komety 17P/Holmes wykonane 29 października 2007 r.
w godz. 19.05 – 19.15 CSE. Parametry: ognisko główne re-
flektora Newtona 250/1520 + Nikon D70s. Ekspozycje: 3×6
s, ISO1600, 1×12 s, ISO800. Bez korekt w poziomach i kolo-
rach. Fot. Mariusz Świątnicki, Zręcin



Zdjęcie komety Holmesa z 6 listopada 2007 r., godz. 00.27
UT. Aparat Canon EOS 350D. Teleskop Newton 165/1200.
Fot. Marcin Filipiak, Jerzmanowice

Galleria Uranii

Kometa 17P/Holmes



Szanowna Redakcjo!
Od końca października, kiedy
to nastąpiło gwałtowne
i niespodziewane pojaśnienie
komety 17P/Holmes, stanowi
ona wdzięczny obiekt obser-
wacji astronomów i miłośni-
ków astronomii na całej
północnej półkuli Ziemi. Na
początku roku, za sprawą
komety McNaught, mieli swój
wspaniały spektakl na niebie
mieszkańcy półkuli południo-
wej, a pod koniec roku mamy
i my. Niestety, o tej porze roku
pogoda i ciągłe zachmurzenie
może każdego miłośnika
astronomii wpędzić w depre-
sję. Mnie udało się zrobić
zdjęcia komety czterokrotnie
w dniach 31.10.2007,
05.11.2007, 10.11.2007
i 08.12.2007.
Załaczam przykładowe
3 obrazy komety z tego
okresu i zestawienie czterech
obrazów ukazujące, jak
zwiększały się rozmiary
kątowe głowy komety w tym
czasie.

Pozdrawiam,
Wojciech Piskorz,
Gliwice

Urania

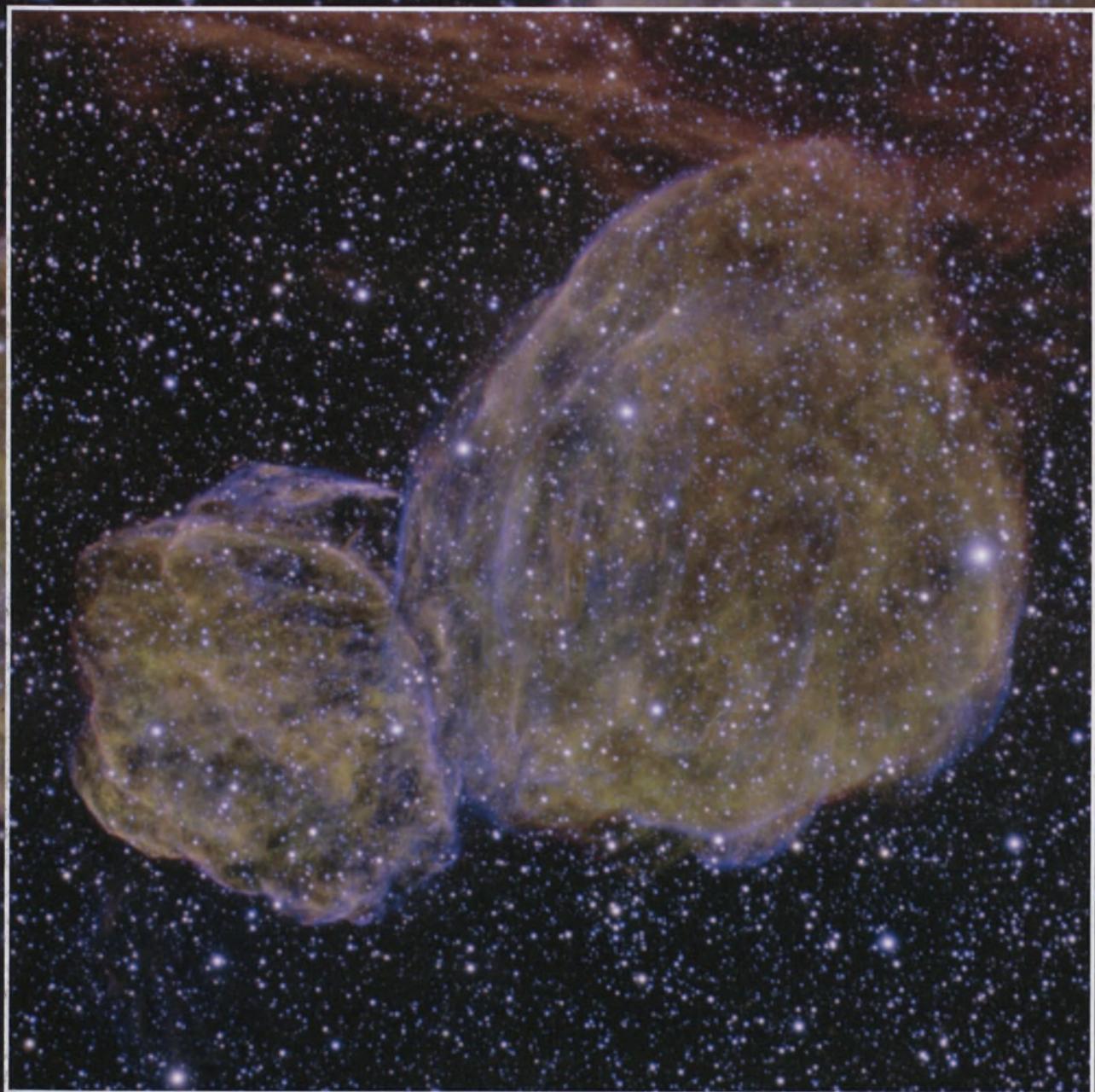
2/2008 (734)

POSTĘPY ASTRONOMII

tom LXXIX

marzec—kwiecień

- Czarna dziura w Mlecznej Drodze
- e-VLBI — w czasie rzeczywistym :
- Zjawiska imitujące pozasłoneczne planety
- Toruńskie Copernicana



Galeria Uranii

Zaćmiony Księżyc nad Zalewem Rożnowskiego. Faza całkowita, moment obserwacji 3.02 UT, teleskop Newtona 165/1200 + Canon EOS 350D, 800ASA, czas naświetlania 6 s. Fot. Marcin Filipek



Znany amator niezwykłych zdjęć nieba i zabytków starożytnej Grecji Anthony Ayiomamitis musiał uciec się do „łapówki”, aby wykonać załączone zdjęcia. W Sounion faza całkowitego zaćmienia zaczynała się, gdy Księżyc był 29° nad horyzontem, a kończyła 50 minut później, gdy Księżyc był tylko 15° nad horyzontem. Lokalne światła zostały wyłączone przed zaćmieniem i tylko blask Księżyca rozpraszał mroki nocy. Aby uzyskać zdjęcie świątyni i Księżyca w jednej ekspozycji, autor musiał wjechać samochodem na ściśle zabroniony teren, przekupując strażników, i światłami samochodu oświetlić świątynię



Jasny bolid z 22.08.2007 i słup świetlny z 4.01.2007 sfotografowane przez Andrzeja Karonia – patrz listy czytelników na s. 50

Szanowni i Drodzy Czytelnicy,

Oddajemy w Wasze ręce kolejny, już 734, zeszyt Uranii–Postępów Astronomii. W czasie, gdy jest on przygotowywany, minie 85 rocznica utworzenia Polskiego Towarzystwa Astronomicznego. PTA zostało powołane do życia w dniu 19 lutego 1923 r. w Toruniu, na ogólnym zgromadzeniu astronomów polskich z okazji 450 rocznicy urodzin Kopernika. Podjęto wtedy dwie decyzje: utworzenia towarzystwa zrzeszającego zawodowych astronomów i rozpoczęcia starań o Narodowy Instytut Astronomiczny, dobrze wyposażoną i dostępną dla wszystkich badaczy ogólnonarodową placówkę badawczą. Dziś Polskie Towarzystwo Astronomiczne to jedno z najstarszych w Europie stowarzyszeń astronomów, a spadkobiercą idei Narodowego Instytutu Astronomicznego jest Centrum Astronomiczne im. Mikołaja Kopernika PAN w Warszawie. W ramach rozpoznania możliwych lokalizacji dużych instrumentów Narodowego Instytutu powstała stacja obserwacyjna na Łysinie, pracująca do końca II wojny światowej. W tym miejscu, na górze przemianowanej na Lubomir, stoi dzisiaj piękne, nowe obserwatorium, o którym pisaliśmy w poprzednim numerze naszego pisma. Rocznicę utworzenia Polskiego Towarzystwa Astronomicznego czcimy dwiema książkami: jedną, wydaną kilka miesięcy temu pt. Astronomem być..., zawierającą wspomnienia o życiu i działalności astronomów różnych pokoleń po 1920 roku i drugą, która właśnie się ukazała, przypominającą Sylwetki Astronomów Polskich XX w. Ta ostatnia przypomina tych, którzy już odeszli, a którzy tworzyli fundamenty współczesnej astronomii polskiej. Obie książki mają ocalić od zapomnienia i ludzi, i ich dzieła. Bardzo polecam Państwu obie pozycje.

Bieżący numer jest bardzo bogaty w treści dotyczące najnowszych badań astronomicznych. Otwiera go artykuł o czarnej dziurze w centrum naszej Galaktyki, która i mruga do nas, i „tańczy” przed nami. Pisze o niej Monika Mościbrodzka z CAMK-u w Warszawie. Andrzej Marecki z CA UMK w Toruniu przedstawia problem, już realizowany z udziałem toruńskiego radioteleskopu, otrzymywania w czasie rzeczywistym obrazów radioźródeł instrumentem o rozmiarach całej Europy. Grzegorz Nowak natomiast zmusza nas do refleksji nad interpretacją obserwacji, które prowadzą do odkrywania planet wokół innych gwiazd i wskazuje zjawiska, które imitują obecność planet pozasłonecznych. W związku ze wspomnianą na początku rocznicą i zakończeniem wydawania Opera Omnia Kopernika, niżej podpisany przypomina, jak Toruń „żyje” duchem Kopernika i Jego dzieła.

Ciekawa jest relacja z wyprawy polskich olimpijczyków astronomicznych do Tajlandii na konkurs pierwszej Międzynarodowej Olimpiady Astronomicznej — przywieźli stamtąd 2 złote i 3 srebrne medale. Gratulujemy im serdecznie! Bardzo interesująca jest też opowieść o Szkolnym Obserwatorium CCD w Niepołomicach.

O zbliżających się zaćmieniach Słońca przypomina Adam Michalec, a o nowym narzędziu internetowym, za pomocą którego podglądać możemy i glob ziemski, i niebo, pisze Roman Schreiber.

Polecam Państwu felieton Darka Graczyka w Galerii Galaktyk, felieton muzyczny Jacka Drążkowskiego i kalendarz astronomiczny Tomasza Ściążora.

Życzę Państwu przyjemnej lektury i miłych spotkań z gwiazdami.



fot. A. Dulewska-Witkiewicz



H. Wroncy

Toruń, w lutym 2008 r.



Okular do teleskopu z powłoką MC

Każdy amator wie, co to znaczy mieć teleskop z dobrze wykonanymi zwierciadłami i marnej jakości okularami. Obserwacje takimi okularami tracą na wartości. Ja mam okulary mikroskopowe, z rosyjskich i czeskich lunetek oraz okulary Plossl 10 mm i 7,5 mm. Niestety, te okulary nie zadowalały mnie. Można kupić dobre okulary, np. lantanowe, ale trzeba się liczyć z dużym wydatkiem. Przeglądając okulary w Internecie, okazało się, że wpadłem na genialny sposób zdobycia tanim kosztem świetnego okularu, dającego obraz bardzo dokładny na całej powierzchni soczewki. Obecnie wykonuje się zdjęcia aparatami cyfrowymi, a stare zenity z czasów komuny leżą sobie na półce. Z obiektywu zenita można wykonać okular do teleskopu, te obiektywy standarde mają wyśmienite soczewki z powłoką MC.

Jak wykonać z obiektywu okular? Soczewkę z przodu obiektywu nie wykręcamy, natomiast rozkręcamy część tylną obiektywu, która jest mocowana do aparatu, po zdjęciu opraw wykręcamy dwie soczewki: jedną płaskowypukłą i drugą wklęsłowypukłą. Obudowa obiektywu odkręcona nie będzie nam już potrzebna. Soczewka wklęsłowypukła jest nam niepotrzebna, natomiast soczewka płaskowypukła jest ponownie zamontowana. Taki zestaw okularu daje nam wyśmienity obraz w obserwacjach Słońca lub nocnych przy zbliżeniu 40×. Mamy obraz zwiększyć, stosując telekonwerter 2 lub 3×. Do zamocowania okularu z wyciągiem teleskopu potrzebna nam jest złączka, którą można kupić w firmie Astrokrak. Jest to jedyny i mały wydatek. Złączka ta ma dwukrotne wejście dla okularów o różnej średnicy, które jest mocowane jedną śrubą. Pierwsze wejście jest odpowiednie do zamocowania okularu Plossl; po odkręceniu śruby usuwamy tulejkę i mamy wejście odpowiednie dla naszego okularu o średnicy 50,8 mm. Jest ona odpowied-

nia do zamontowania nowego okularu, który ma średnicę 50 mm. Plusem tego okularu jest to, że prowadzimy obserwacje z odległości kilku centymetrów oka od okularu. Osoby, które noszą okulary, nie muszą ich zdejmować. Ja ten okular wykorzystuję w teleobiektywie MC MTO 11 CA i w teleskopie firmy BRESSER 114 mm × 500 mm.

Jerzy Zagrodnik
Krosno

Witam!

Na wstępnie wyraźię słowa sympatii, za piękne publikacje moich zdjęć w ostatnim numerze „Uranii–PA”.

W ostatnim czasie podjąłem próbę sfotografowania pierwszej odkrytej soczewki grawitacyjnej, czyli podwójnego obrazu kwazara Q 0957+561, soczewkowanego przez galaktykę eliptyczną.

Odległość obiektu szacowana jest na 9 mld lat świetlnych, jasność 17 mag., a odległość kątowa składników (iluzorycznych) to 6,1". Ku mojemu zakoczeniu obiekt był widoczny na wszystkich sześciu ekspozycjach, jakie wykonałem. Na trzech z nich pozostał ewidentnie rozdzielony, jedną z tej trójki musiałem odrzucić ze względu na mały błąd prowadzenia. Tak więc zdjęcie powstało z dwóch ekspozycji, trochę szumi, ale soczewka jest.

Parametry techniczne to: 2008.02.12. 00:12–00:30CSE. Reflektor Newtona 250/1520 + Nikon D70s, w ognisku głównym teleskopu. Eksp. 2×300 s, ISO1600.

Pozdrawiam serdecznie,
Mariusz Świątnicki

Szanowna Redakcjo!

Przesyłam swoje zdjęcia, które są swego rodzaju kroniką, tego, co ciekawego działa się na niebie od stycznia 2007 do stycznia 2008. Dołączam też CD w wersji elektronicznej. Zdjęcie słupa świetlnego wykonane Sony Cyber-shot S600 a pozostałe Sony DSC-H9. Większość jest zrobiona w Olkuszu, gdzie mieszkam. Łączy je wspólne motto: „A cóż piękniejszego nad niebo, które

Tu może być reklama Twojej Firmy!

Nasz cennik jest następujący:

cała strona kolorowa: 1000,00 zł

cała strona czarno-biała: 400,00 zł

Przy mniejszych formatach dla stron czarno-białych:

1/2 s.: 300,00 zł

1/4 s.: 200,00 zł

1/8 s.: 100,00 zł — ten rozmiar traktujemy jako najmniejszy „moduł”.

Podobnie jest ze stroną kolorową.

Istnieje możliwość negocjowania warunków.

Zapraszamy na nasze łamy!

przecież ogarnia wszystko, co piękne" (M. Kopernik).

Andrzej Karoń
Olkusz

Szanowna Redakcjo!

Ośmioletny faktem wydrukowania w jednym z poprzednich zeszytów „Uranii – PA” kilku moich utworów, postanowiłem jeszcze raz spróbować swoich sił i przesłać Państwu wiersz, który napisałem niedawno; podobnie jak poprzednio opublikowane w Waszym piśmie, nawiązuje on w pewien sposób do tematyki astronomicznej i otoczki kulturowej, która wokół naszej ukochanej dziedziny nauki wytwarzała się w ciągu tysiącleci. Jeśli Państwo opublikujecie niniejszy utwór, będę bardzo wdzięczny. Życzę miłej lektury.

Z poważaniem

Adam Derdzikowski
Wróblewo-Osiedle

Atlas

Na górze
Wysokiej, bardzo wysokiej
Stoi Atlas

U jego stóp dywan z chmur
Nad jego głową błękitne sklepienie nieba

Od niepamiętnych czasów
Trzyma je
Na swych przepotężnych ramionach

Zeus – pomysłowy wynalazca
Wielu mniej lub bardziej
Wyrafinowanych metod tortur
Ukarał go

Ciężkim brzemieniem
firmamentu

Za nieposłuszeństwo
Lub jak chcą inni
Za wolność słowa i czynu

Kara była surowa
Na szczęście Atlas
Jest nie byle jakim atletą

Już jako dziecko
Przenosił góry
Zawracał biegi rzek
Dla żartu nocą
Przenosił statki kupców
Na drugi brzeg morza

Początkowo bluźnił przeciwko bogom
Nienawidził nieba,
które trzyma
Nad głowami
Niczego nieświadomych ludzi

Nieraz myślał, aby rzucić gwiazdy
W przepaść pod nogami
Zginąć odważnie
Pogrzebać cały świat

Jednak nie potrafił

Nie — nie dlatego wcale,
że żałował
Całej tej pstrąkatej hałaśliwej
masy
Na wpół anonimowych bóstw

Żał mu było ludzi
Słabych, kruchych ludzi

Ma do nich Atlas szczególną
słabość
Slabość, jak się zdaje,
rodzimą

Dokończenie na s. 80

Dwumiesięcznik poświęcony upowszechnianiu wiedzy astronomicznej. Czasopismo powstało z połączeniem się „Uranii” — dotychczasowego miesięcznika PTMA, ukazującego się od 1922 r. i „Postępów Astronomii” — dotychczasowego kwartalnika PTA, wychodzącego od 1953 r. Patronat: Polskie Towarzystwo Astronomiczne i Polskie Towarzystwo Miłośników Astronauki. Zachowana zostaje dotychczasowa numeracja „Uranii”. Pismo jest częściowo finansowane przez KBN.

Nakład: 1500 egz.

Redaktor Naczelny:
Andrzej Woszczyk, CA UMK Toruń

Zespół Redakcyjny:
Marek Gołębiewski, CA UMK Toruń
Magdalena Kożuchowska, CAMK Warszawa
Adam Michalec, UJ/PTMA Kraków
Roman Schreiber, CBK PAN

Opracowanie graficzne i skład komputerowy:
Jacek Drążkowski

Korekta:
Bożena Wyrzykowska

Adres Redakcji:
Uniwersytet Mikołaja Kopernika
Centrum Astronomiczne
ul. Gagarina 11
87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 52
fax. (0-56) 621 93 81
Poczta elektroniczna (E-mail address):
aw@astro.uni.torun.pl
urania@astro.uni.torun.pl

Adres WWW:
<http://urania.pta.edu.pl>
<http://urania.camk.edu.pl>

Druk:
Zakład Poligraficzno-Wydawniczy
POZKAL, Inowrocław

Dystrybucja:
Karolina Zawada, CA UMK,
ul. Gagarina 11, 87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 14
E-mail: urania@astro.uni.torun.pl

Prenumerata w roku 2008 kosztuje 54 zł.
Można również zamawiać pojedyncze zeszyty w cenie 10 zł.

Polskie Towarzystwo Astronomiczne
Zarząd Główny – Sekretariat
ul. Bartycka 18, 00-716 Warszawa
tel. (0-22) 841 00 41 wewn. 146
E-mail: hania@camk.edu.pl
WWW: www.pta.edu.pl

Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii
Zarząd Główny
ul. Miodowa 13 m.35, 31-055 Kraków
tel. (0-12) 422 38 92
E-mail: ptma@oa.uj.edu.pl
WWW: oa.uj.edu.pl/~ptma

Numer zamknięto w lutym roku 2008

* Materiałów nie zamówionych Redakcja nie zwraca, a wykorzystując zastrzega sobie prawo do ich redagowania i skracania
* Przedruk materiałów i zdjęć tylko za zgodą Redakcji. * Opinie i poglądy formułowane przez Redakcję i Autorów nie reprezentują oficjalnego stanowiska obu patronujących nam Towarzystw *

W NUMERZE

52 Czarna dziura w Mlecznej Drodze

Monika Mościbrodzka

W centrum naszej Galaktyki coś błyska. Już 10 godz. obserwacji wystarczy, aby zobaczyć coś bardzo ciekawego. Zaobserwowano najpierw 20-krotny wzrost jasności centrum w promieniowaniu rentgenowskim, następnie przesunięte w czasie pojaśnienia w zakresie fal milimetrowych i submilimetrowych. Co się dzieje?

58 e-VLBI, czyli radiowa interferometria wielkopozycyjna w czasie rzeczywistym

Andrzej Marecki

Autor przedstawia problemy rozwoju technik zwiększających rozdzielcość otrzymywanych obrazów radiowych, od pierwszych instrumentów wykorzystujących syntezę apertury przez interferometrię na bardzo długich bazach VLBI, do najnowszych metod interferometrii wielkopozycyjnej w czasie rzeczywistym, czyli e-VLBI

62 Zjawiska imitujące pozasłoneczne planety

Grzegorz Nowak

Poszukiwanie planet, a najbardziej planet podobnych do Ziemi, krążących wokół gwiazd, jest jednym z najbardziej wiodących tematów współczesnej astronomii. Takich planet nie możemy zobaczyć, o ich istnieniu wnioskujemy z różnego rodzaju pomiarów: astrometrycznych, fotometrycznych czy spektroskopowych. Autor analizuje zalety i wady różnych metod poszukiwania planet pozasłonecznych i wskazuje na pułapki, jakie są w nich ukryte

68 Toruńskie Copernicana

Andrzej Woszczyk

Copernik urodził się i wychował w Toruniu. Toruń od wieków jest dumny z tego faktu. Autor, jako Prezes Towarzystwa Naukowego w Toruniu uczestniczył w warszawskiej Sesji Naukowej PAN o okazji ukończenia lacińsko-polskiej edycji *Dzieł wszystkich Wielkiego Astronoma* i przedstawił tam różne przejawy dumy i pamięci Torunia o swym najsłynniejszym obywatelu

w kolorze: Rho Ophiuchi (w. II–III); Miedzynarodowa Olimpiada z Astronomii i Astrofizyki (w. IV); Galeria Uranii (o.II, III)

rozmaitości: Zalążki życia w planetarnym dysku (72); Czy tu powstają planety podobne do Ziemi? (72); Tau Bootis zmieniła bieguność magnetyczną (73); Google Earth — Sky (74); Czyżby odkryto system planetarny taki jak nasz? (75)

z kraju i ze świata: Mikołaja Kopernika OPERA OMNIA — zwierczenie dzieła (76); Zebranie Zarządu PTA w 85 rocznicę powstania Towarzystwa (77)

astronomia w szkole: Pierwsza Miedzynarodowa Olimpiada z Astronomią i Astrofizyki (78); Szkolne obserwatorium CCD (81)

galeria obiektów NGC: NGC 4388

kalendарь astronomiczny 2007: Maj — czerwiec

poradnik obserwatora: Spojrzenie w sierpniowe zaćmienie Słońca

recenzje: Rocky Kolb „Ślepi obserwatorzy nieba”

astronomia i muzyka: Przedwiosenny remanent

relaks z Uranią: Krzyżówka

ciekawe strony internetowe

NA OKŁADCE

Czy te dwie pozostałości po supernowych są ze sobą związane? By na to odpowiedzieć, ośmiometrowy Teleskop Gemini, znajdujący się na górkim szczytce w Chile, skierowano na nietypowy, wielki, dwupłatowy obłok nazwany DEM L316. Powstały obraz, a także dane zebrane przez orbitalne Obserwatorium Promieniowania X Chandra pokazują, jak bardzo różne są te dwie pozostałości. W szczególności mniejsza powłoka wygląda na związaną z supernową typu Ia, gdy wybucha biała karzeł, a większa na pozostałość supernowej typu II, gdy wybucha normalna masywna gwiazda. Ponieważ te dwa typy gwiazd ewoluują w zupełnie różnych skalach czasowych, przypuszczalnie nie powstały razem i nie są zapewne fizycznie związane. Wziąwszy też pod uwagę, że nie ma dowodów, by powłoki się zderzały, zakładając obecnie, że są one przypadkowo nałożone. DEM L316 leży około 160 000 lat świetlnych stąd, w sąsiedniej galaktyce Wielkiego Obłoku Magellana, rozciągając się na ponad 140 lat świetlnych, w południowym gwiazdozbiorze Złotej Rybki (Dorado).

Fot. Gemini Observatory, GMOS-South, NSF

Czarna dziura w Mlecznej Drodze

Tajemnicze błyski

W centrum naszej Galaktyki coś błyska. Opublikowane w grudniu 2007 r. obserwacje pokazują, że wystarczy 10 godzin, aby zobaczyć coś bardzo ciekawego. Obserwacje były prowadzone jednocześnie przy pomocy trzech urządzeń, w trzech różnych zakresach widmowych: teleskopem Chandra prowadzono obserwacje w zakresie rentgenowskim, Caltech Sumbilimiter Observatory prowadziło obserwacje na falach 850 mikrometrów, a Very Large Array dostarczyło obserwacji radiowych na falach 7 oraz 13 mm. Yusef-Zadeh i współpracownicy donoszą, co zobaczyli: silne pojaśnienie w zakresie rentgenowskim, o czynnik blisko 20, pojaśnienie w zakresie fal radiowych, przy czym emisje na fali 13 mm były zapóźnione w stosunku do emisji na 7 mm średnio o 20 min. Po blisko dwóch godzinach pojawiło się słabe po-

jaśnienie w zakresie fal submilimetrowych. Co się dzieje?

Obserwacje centrum Mlecznej Drogi są prowadzone od dawna, a od ponad dziesięciu lat wiemy, że w centrum naszej Galaktyki znajduje się masywna czarna dziura i właśnie z jej okolic dochodzą te rozbłyski.

Czarne dziury w teorii i w przyrodzie

Istnienie czarnych dziur przewidziano w oparciu o rozważania teoretyczne. Już w 1784 r. John Mitchell opublikował w „Philosophical Transactions of the Royal Astronomical Society of London” pracę o możliwości istnienia czarnych gwiazd — gwiazd tak zwartych, że prędkość ucieczki z ich powierzchni przekracza prędkość światła, a zatem światło z takiej gwiazdy nie może uciec, gwiazda jest niewidoczna, a jej istnienie można wykryć

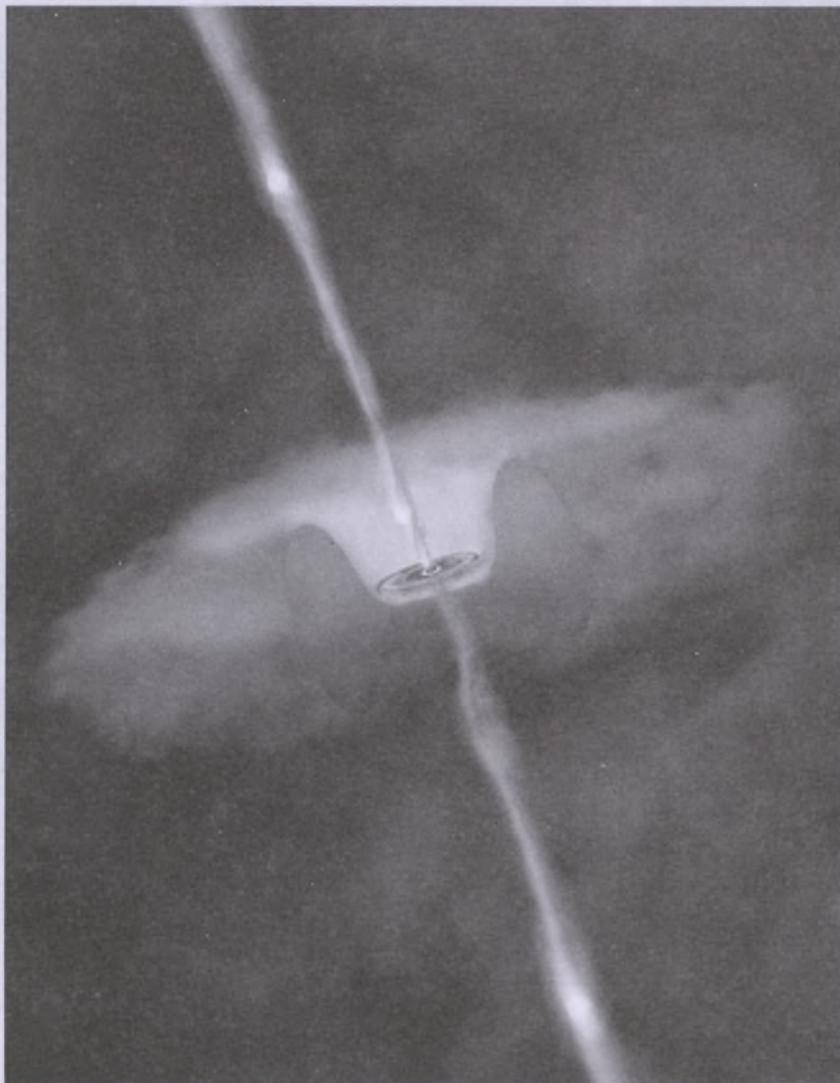
tylko opierając się na rozważaniach teoretycznych.

Mechanika Newtona nie jest co prawda odpowiednia do opisu takich zjawisk, ale ogólna teoria względności potwierdziła zasadniczo prosty pomysł Mitchella, dodając jednak istotne modyfikacje. Zgodnie z teorią Einsteina czarna dziura to centralna osobliwość, ograniczona powierzchnią zwaną horyzontem. Jeśli coś raz wpadnie pod horyzont zdarzeń (pod powierzchnię czarnej dziury), to już nie może się spod niego wydostać. Jeżeli czarna dziura nie rotuje (nie ma momentu pędu), jej promień horyzontu jest nazywany promieniem Schwarzschilda i określony wzorem $R_{\text{Schw}} = 2GM/c^2$, gdzie G to stała grawitacji, M to masa czarnej dziury, a c to prędkość światła. Wzór ten, trochę przez przypadek, zgadza się dokładnie z przewidywaniem Mitchella! Ale rotujące czarne dziury są już mniejsze. W dodatku przestrzeń wokół czarnej dziury zgodnie z teorią względności jest zakrzywiona, dlatego też materia znajdująca się wokół niej zachowuje się w sposób szczególny. Także fotony wyemitowane przez materię spływającą (akreującą) do czarnej dziury zachowują się inaczej niż w płaskiej przestrzeni. Ich trajektorie mogą ulec zakrzywieniu, jeśli znajdą się wystarczająco blisko czarnej dziury. Np. pomimo że zostaną wyemitowane w kierunku do obserwatora, mogą zmienić kierunek lotu i nigdy ich nie zobaczymy.

Jeżeli do czarnej dziury wpadnie znaczna ilość materii, to masa czarnej dziury wzrasta. Czarne dziury mające zasoby gazu w swoim otoczeniu mogą przyciągać go grawitacyjnie i rosnąć. Proces ten zwany jest akrecją.

Czarne dziury nie świecą, wobec tego bardzo trudno jest znaleźć bezpośrednie obserwacyjne dowody na istnienie takich obiektów. Gdzie zatem ich poszukiwać? Tam, gdzie jest jasno!

Akrecja, czyli opadanie materii na czarną dziurę, może być niezwykle wydajnym źródłem energii, jeżeli cząstki przed wpadnięciem pod horyzont zdają zamienić znaczącą część swojej energii na promieniowanie. Tak właśnie odkryto czarne dziury: w 1964 r. zaproponowano, że opadanie materii na masywne czarne dziury jest mechanizmem odpowiedzialnym za zjawisko kwazarów, wkrótce potem udowodniono, że znacząca część układów dwóch gwiazd emitujących promieniowanie rentgen-



Rys. 1. Wizja artystyczna akrecji w kwazarach. Na większych odległościach znajduje się zimny, pyłowy torus, wewnętrz którego jest gazowy — dużo gorętszy — dysk akrecyjny. W tym przypadku widać także strugę wypływającą materii (tzw. dżet). W centrum znajduje się supermasywna czarna dziura, która połyka gaz z dysku, co powoduje wzrost jej masy. Źr.: NASA/CXC/M.Weiss

nowskie zawiera właśnie czarną dziurę jako jedną z gwiazd.

Czarne dziury w astronomii występują zatem zasadniczo w dwóch odrębnych kategoriach. Pierwsza grupa to czarne dziury o małych masach, najwyżej 10 mas Słońca. Występują głównie w rentgenowskich układach podwójnych (są to tzw. galaktyczne czarne dziury). Drugi rodzaj występuje w centrach galaktyk. Te z kolei wyróżniają się znacznie większą masą, od milionów do miliardów mas Słońca i są zwane supermasywnymi czarnymi dziurami. Galaktyczne czarne dziury powstają z normalnych, ale stosunkowo masywnych gwiazd w trakcie ich ewolucji: po wyčerpaniu paliwa termojądrowego gwiazda kurczy się pod działaniem samograwitacji i tworzy czarną dziurę. Tworzenie masywnych czarnych dziur jest nadal dyskutowane, nie ma pewno-

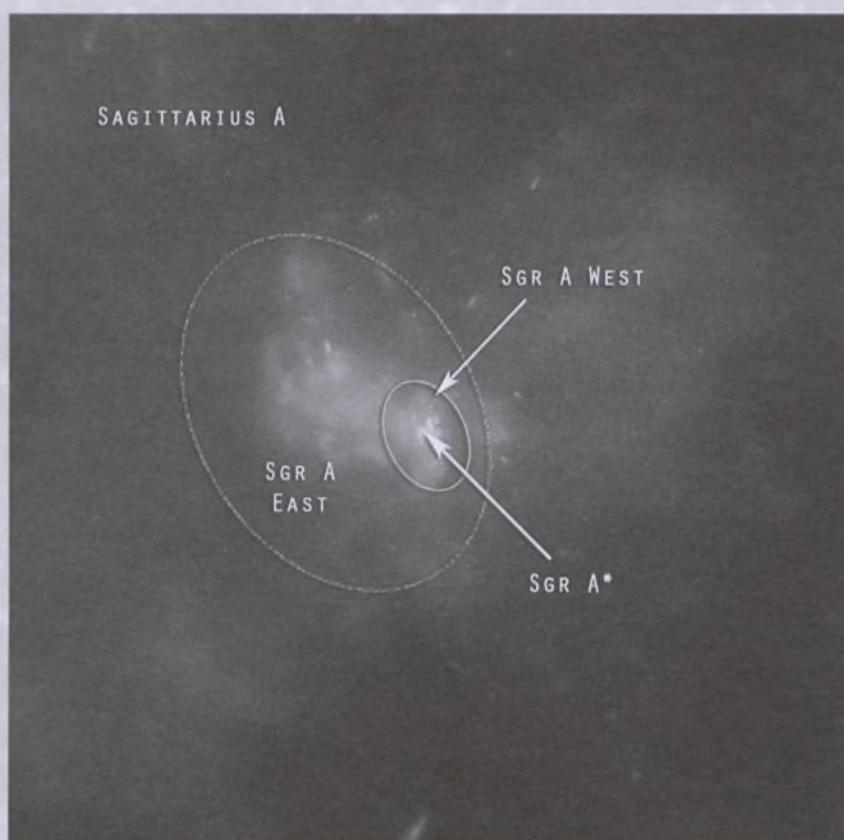
ści, co było ich zarodkiem, ale zasadniczym etapem ewolucji był wzrost ich masy w wyniku akrecji. Rozważa się też istnienie czarnych dziur o pośrednich masach, ale argumenty obserwacyjne za ich istnieniem nie są jeszcze przekonywające.

Supermasywne czarne dziury w aktywnych jądrach galaktyk i w pobliskich galaktykach

Obecnie przyjmuje się, że wszystkie galaktyki posiadają supermasywną czarną dziurę w swoich centralnych regionach. W aktywnych jądrach dziury takie, jak sama nazwa wskazuje, są aktywne, tzn. akreują dużo materii, pochodzącej prawdopodobnie z regionów centralnych galaktyki macierzystej. Tempo akrecji może dochodzić nawet do kilku czy kilkunastu mas Słońca na rok (w kwazarach). Materia, spadając do

dziury, traci swoją energię grawitacyjną na rzecz energii promieniowania, co powoduje silne świecenie w wielu zakresach promieniowania (od fali radiowych, podczerwonych, poprzez ultrafioletowe i optyczne do promieni rentgenowskich). Najbardziej popularny, tzn. najlepiej odzwierciedlający obserwacje jest model, w którym akreująca materia formuje dysk akrecyjny. Tworzy się on, gdy materia opada do centrum grawitacji po orbitach spiralnych. Rys. 1 przedstawia wizję artystyczną przebiegu procesu akrecji w kwasarach. Obecne obserwacje, niestety, nie dostarczają obrazów o dostatecznej rozdzielcości, aby bezpośrednio obserwować dyski akrecyjne. Ale wiadomo, że tylko dyski akrecyjne produkują dostateczne ilości promieniowania i tylko one mogą odtworzyć widma energetyczne (strumień energii jako funkcja częstotliwości promieniowania) aktywnych jader galaktyk.

Centra galaktyk, które znajdują się blisko nas, między innymi także centrum Drogi Mlecznej, nie świecą już tak intensywnie jak odległe kwasary. Nie bardzo wiadomo, czemu tak się dzieje. Jedna z teorii tłumacząca takie zachowanie w ewolucji galaktyk mówi, że dysk akrecyjny po jakimś czasie może rozpaść się na poszczególne gwiazdy. Akrecja ulega wtedy zastopowaniu. Według innej teorii materia w centrach mniej aktywnych galaktyk nie spływa do czarnej dziury w formie cienkiego dysku akre-



Rys. 2. Rentgenowski obraz centrum galaktyki. Bok obrazka to 8,4 arc min ~ 20 pc. Centrum Galaktyki, zaznaczone jako duża elipsa Sagittarius A, podzielono schematycznie na część wschodnią Sgr A East — najprawdopodobniej pozostałość po supernowej oraz część zachodnią Sgr A West, wewnętrzny którego znajduje się bardzo jasne, zwarte radioźródło Sgr A*, zaobserwowane po raz pierwszy w 1974 r. w Obserwatorium Green Bank. Źr. NASA/CXC/MIT/F.K.Baganoff et al.

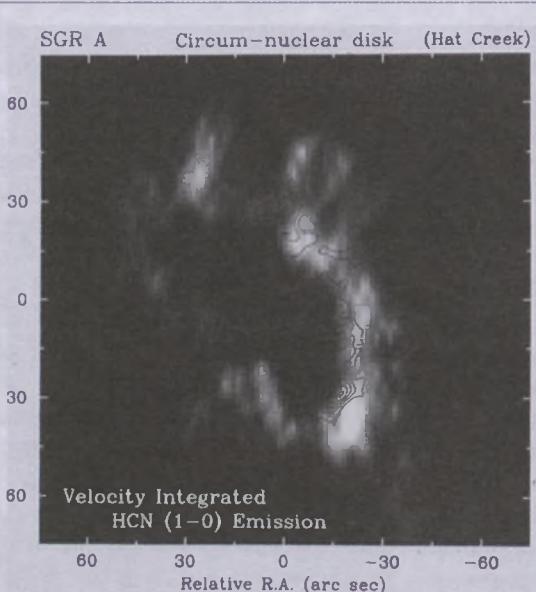
cyjnego, lecz w postaci grubego, gazowego torusa. Takiej niedyskowej akrecji może towarzyszyć silny wypływ materii w postaci wiatru. Może on blokować napływ materii z zewnętrznych obszarów i w sumie tempo akrecji ulega znacznej redukcji, a co za tym idzie, także i jasność. Dokładne zbadanie procesów zachodzących w jądrze naszej Galaktyki może rzucić światło na ten problem. Ale zacznijmy od początku: od obserwacji oraz od tego, jak naukowcy doszli do stwierdzenia, że supermasowy ciemny obiekt rezyduje także i w centrum Drogi Mlecznej.

Wycieczka po centrum Drogi Mlecznej

Za centrum Drogi Mlecznej uważa się

zowane (2 j.a. — jednostki astronomiczne, 1 j.a. = $1,5 \times 10^{13}$ cm), silnie świecące radioźródło o nazwie Sgr A* położone na tle gwiazdozbioru Strzelca. Źródło to oddalone jest od Słońca o około 7,6 kpc (parsek, 1 pc = 3×10^{18} cm). Obiekt ten i jego okolice obserwuje się w wielu zakresach promieniowania. To, co widać ludzkim okiem, czyli promieniowanie optyczne, jest całkowicie zaabsorbowane przez pył i gaz w dysku galaktycznym. Obecnie obserwacje tego obiektu są prowadzone w dziedzinie radiowej, podczerwieni, w zakresie rentgenowskim oraz gamma.

Centrum Galaktyki, oprócz obserwacji w różnych długościach fal, można oglądać także w różnych skalach. Obrazek jest dość skomplikowany. Rysunek 2 przedstawia obraz (bok obrazka to 8,4 arc min, czyli około 20 pc) centrum Galaktyki wykonany przez rentgenowskiego satelitę *Chandra* oraz nałożony schematyczny rysunek przedstawiający dwa główne składniki tam występujące. Wyróżniamy tzw. Sgr A* East (po lewej stronie), który charakteryzuje się nietermiczną emisją (jest to prawdopodobnie pozostałość po super-



Rys. 3. Molekularny pierścień otaczający Sgr A West. Bok obrazka to około 6,4 pc. Spirale ramiona, zaznaczone niebieskim konturem (gaz świecący w linii HII) znajdują się wewnętrzny torusa. Źr. zdj. <http://ircamera.as.arizona.edu/NatSci102/NatSci102/lectures/galcenter.htm>

nowej, która wybuchła około 300 lat temu), oraz emitujące termiczne promieniowanie Sgr A West (po prawej stronie), w którego centrum znajduje się zwarte radioźródło Sgr A*.

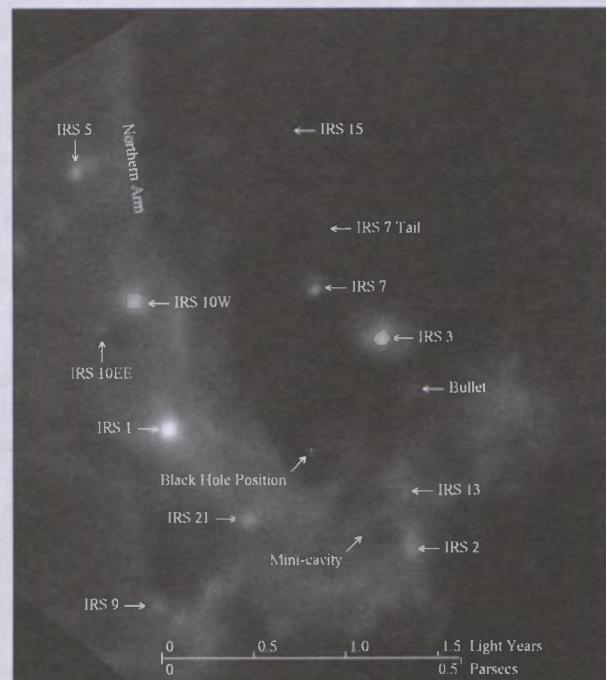
Patrząc w mniej więcej tej samej skali, ale w falach radiowych, obserwuje się molekularny pierścień, głównie złożony z molekuł HCN (rys. 3, patrz pierścień), który częściowo przypomina torus występujący w aktywnych jądrach galaktyk. Torus ten otacza region Sgr A West wraz z Sgr A*.

Obserwacje tego samego obszaru w linii HII, tzn. na częstotliwości, w której promieniuje zjonizowany wodór, wskazują na to, że gaz uformował trzy spiralne ramiona (rys. 3, patrz kontury), o nazwach: ramię wschodnie, ramię północne oraz łuk zachodni. Ramiona spiralne określa się mianem minispirali.

W mniejszych skalach w kwadracie o boku około 0,5 pc (rys. 4), czyli we wnętrzu molekularnego pierścienia, rezyduje gromada gwiazd. Obserwacje spektroskopowe wskazują, że są to głównie gwiazdy typu Wolfa-Rayeta oraz gwiazdy olbrzymy typu O i B. Dokładniejsze obserwacje wykazały, że np. gwiazda o nazwie IRS 13 to tak naprawdę gromada złożona z co najmniej 7 gwiazd różnego typu. Obecnie podejrzewa się, że gromada ta może zawierać czarną dziurę o pośredniej masie rzędu 1000

mas Słońca. Byłaby to więc już druga czarna dziura w centrum Galaktyki! Gdyby tak masywny obiekt w IRS 13 nie występował, gromada nie byłaby związana grawitacyjne, a obserwacje wskazują, że jest. Jeśli popatrzy się na centralny region w tej samej skali oczami teleskopu *Chandra*, widać, że gromada gwiazd w centrum Galaktyki świeci także w zakresie X (rys. 5). Większość tego promieniowania pochodzi ze zderzających się wiatrów produkowanych przez gwiazdy. W samym centrum, odpowiadającym pozycji radioźródła, obserwuje się rozciągłą emisję rentgenowską.

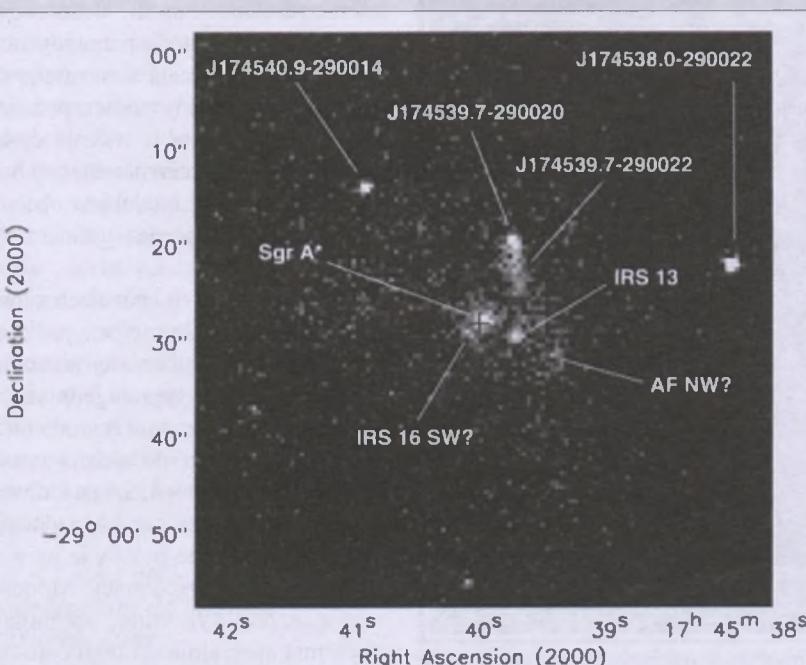
Zbliżmy się teraz jeszcze bardziej do radioźródła Sgr A*. W odległości około 10 lat świetlnych od Sgr A* (co odpowiada odległości mniejszej niż 0,02 pc), w podczerwieni obserwuje się kolejną, tzw. wewnętrzną gromadę gwiazd. To



Rys. 4. Obraz podczerwony (natożone na siebie obrazy na długości fal: 9, 13 i 21 mikronów) z instrumentu MIRLIN (teleskop Keck II). Częściowo widać emisję z układającego się w spiralę gazu, a także gwiazdy. Są to gwiazdy Wolfa-Rayeta oraz olbrzymy głównie typu O i B, intensywnie produkujące wiatry gwiazdowe. Źr. zdj. Dr. Mark Morris (UCLA) Keck II, Mirlin instrument

właśnie gwiazdy z tej gromady posłużyły do wyznaczenia masy Sgr A*, o czym za chwilę. Gromada jest złożona z bardzo młodych, masywnych gwiazd typu O i B (rys. 6). Jedna z nieodgadnionych zagadek to pytanie: dla czego tak młode gwiazdy znajdują się aż tak blisko centrum? Gwiazdy te mają po kilka milionów lat, co wskazuje na to, iż musiały narodzić się mniej więcej w miejscu, gdzie się je obecnie obserwuje, nie miały czasu na to, aby przebyć długą drogę. Z drugiej jednak strony supermasywny obiekt znajdujący się w centrum nie pozwala na formację gwiazd tak blisko siebie z powodu działania silnych sił płynowych. Zagadka ta zwana jest paradoksem „młodości” w centralnej gromadzie gwiazd.

Na rysunku 6 przedstawiono złożenie zdjęć z teleskopu Keck obserwującego w podczerwieni wraz z zaznaczonymi orbitami gwiazd w centralnej gromadzie. Obrazek pokazuje, jak zmieniały się pozycje gwiazd w przeciągu około 10 lat. W miejscu oznaczonym gwiazdką znajduje się zwarte radioźródło Sgr A*. Tak dokładny obraz, na którym wyraźnie widać gwiazdy w promieniu mniej więcej 10 lat świetlnych od centralnej czarnej dziury, można uzyskać dzięki nowoczesnej technice obserwacyjnej zwanej optyką adaptacyjną.



Rys. 5. Gromada gwiazd w centrum galaktyki widziana w promieniach X. Większość promieniowania pochodzi ze zderzających się wiatrów gwiazdowych. Obiekt IRS 13 prawdopodobnie zawiera czarną dziurę o pośredniej masie około 1000 mas Słońca. Źr. Baganoff i inni. 2003, ApJ

Polega ona na tym, że dystorsje spowodowane przez poruszającą się atmosferę ziemską są automatycznie kompensowane m.in. przez dynamiczną zmianę kształtu jednego z luster teleskopu podczas obserwacji.

Jak wyznacza się masę supermasywnej czarnej dziury? Gwiazdy w gromadzie centralnej orbitują wokół Sgr A*. Z biegiem czasu można zrekonstruować ich orbity keplerowskie. Z parametrów tych orbit jest możliwe wyznaczenie masy centralnego obiektu, która najlepiej pasuje jednocześnie do wszystkich orbit. Do tej pory jedna z najbliższych gwiazd (SO-2 na rys. 6) prawie zakreśliła orbitę zamkniętą. Najnowsze oszacowania dają wartość masy centralnego obiektu 3,6 mln mas Słońca. Położenie centrum masy wyznaczone z orbit pobliskich gwiazd pozostaje w zgodzie z pozycją zwarteego radioźródła Sgr A*. Obserwacje Sgr A* to obecnie najsilniejszy dowód na istnienie supermasywnych czarnych dziur we Wszechświecie. Istnienie obiektu tak masywnego i jednocześnie tak zwarteego jest możliwe tylko w przypadku czarnej dziury.

Emisję radiową (a także podczerwoną oraz rozciągłą rentgenowską) z Sgr A* zaczęto więc interpretować jako emisję z akrecji na czarną dziurę. Z analizy widma promieniowania wiadomo, że akrecja na czarną dziurę w tym wypadku nie przypomina akrecji dyskowej. Co więcej, jak do tej pory nie zaobserwowano zaćmienia żadnej gwiazdy przez dysk akrecyjny, co prawdopodobnie nastąpiłoby, gdyby dysk tam był. Co zatem tam się dzieje? Problem wygląda zagadkowo.

Pierwsza niespodzianka czeka nas przy ocenie, jak dużo masy wpada do tej czarnej dziury. Jak już zostało wspomniane, masywne gwiazdy w centralnej gromadzie są źródłami bardzo silnych wiatrów. Tempo utraty wiatru przez jedną gwiazdę olbrzyma typu O lub B to około 10^{-7} masy Słońca/rok. Teoretycznie wiatry te, pochodzące z dużej ilości gwiazd, powinny dostarczać czarnej dziurze wystarczająco dużo materii do akrecji i mocniejszego świecenia. Jednak tak nie jest. Tempo akrecji oszacowane ze świecenia obszaru centralnego jest 1000 razy mniejsze niż spodziewane z wiatrów gwiazdowych.

Centralna czarna dziura mimo fazy słabej akrecji przejawia jednak oznaki aktywności. W zakresie rentgenowskim przynajmniej raz dziennie przez parę godzin poziom emisji rośnie kilka razy powyżej średniego. Może to być spowodowane zmienną w czasie akrecją oraz efektami ogólnej teorii względności. Rozbłyski widać także w zakresie podczerwonym. W zakresie radiowym źródło świeci niemal na tym samym poziomie przez cały czas. Jak wspomniałam na wstępie, zmienność w różnych zakresach widmowych jest wzajemnie powiązana. Co jednak powoduje tę szybką zmienność tempa akrecji?

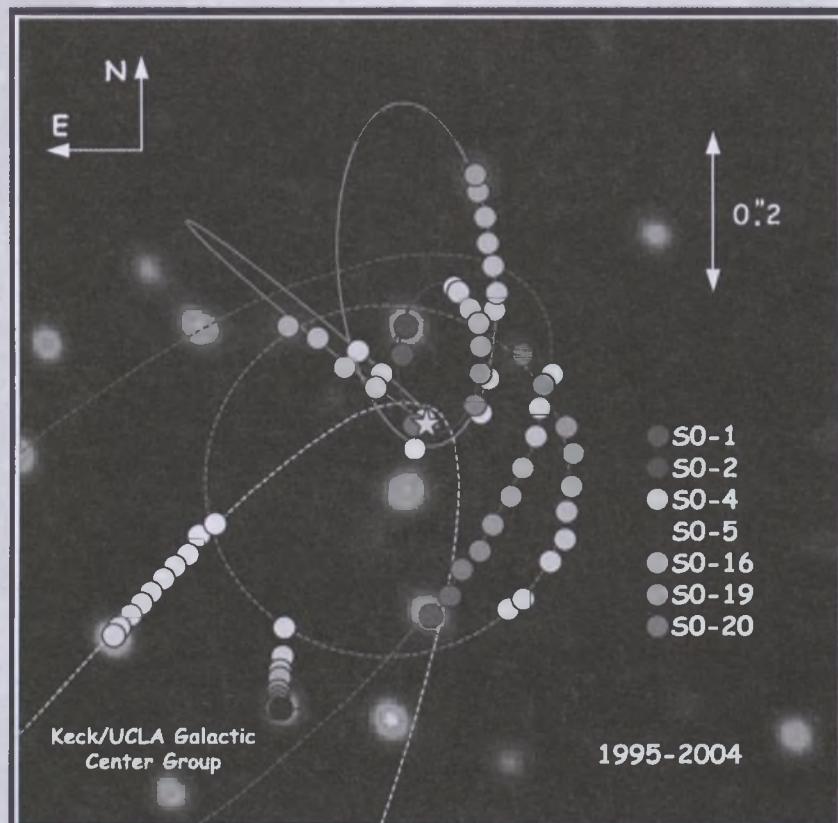
Modele akrecji w Sgr A*

Jeśli akrecja na czarną dziurę w centrum Mlecznej Drogi nie wygląda jak akrecja w kwazarach przedstawiona na rys. 1, to trzeba rozważyć inne możliwości.

Skoro ilość opadającej materii jest tak niewielka, plazma ta jest zapewne przezroczysta i emituje promieniowanie z całej objętości. Natomiast zupełnie nie wiemy, jaki jest moment pędu opadającej materii, bo numeryczny opis wiatrów gwiazdowych okazuje się jeszcze niezadowalający. Zatem rozważa się akrecję bez momentu pędu, z dużym momentem pędu oraz przypadek pośredni. Gdy materia nie ma momentu pędu, opada bezpośrednio do czarnej dziury, zderzenia cząstek są nie dość częste i wydaje się, że wtedy przewidywana jasność jest zbyt mała w stosunku do tego, co widzimy. Gdy moment pędu jest duży, tworzy się coś w rodzaju dysku akrecyjnego, ale przezroczystego i bardzo grubego, i taki model jest obecnie dość popularny, choć nie wyjaśnia przyczyn zmienności.

Dlatego w swoich badaniach zjawiska zajmuję się właśnie przypadkiem pośrednim jako najbardziej obiecującym. Pracuję nad tym zagadnieniem jako doktorantka Centrum Astronomicznego w Warszawie, ale także w czasie dłuższych pobytów w USA na Uniwersytecie w Las Vegas, gdzie zagadnienie jest złożone i trudno byłoby je rozwiązać bez szerszej współpracy. Modelowania, które wykonuję, wymagają używania specjalnie do tego celu napisanych programów komputerowych.

Praca polega na określaniu, jak początkowo wygląda gęstość i prędkość materii w pobliżu czarnej dziury i ile



Rys. 6. Gromada gwiazd w najbliższym sąsiedztwie supermasywnej czarnej dziury zaobserwowana przez teleskop Keck. Region ten monitoruje się od 15 lat (orbity oraz pozycje gwiazd zmieniające się w czasie zaznaczono różnymi odcieniami). Z orbit gwiazd można obliczyć masę centralnego obiektu, którą interpretuje się jako masę centralnej czarnej dziury. Pozycja radioźródła zaobserwowanego dużo wcześniej, oznaczonego gwiazdką zgadza się z pozycją masy centralnej wyznaczonej z orbit gwiazd. Źr. Keck/UCLA Galactic Center Group

materii jest później systematycznie dostarczane do obszaru objętego obliczeniami, a następnie kod numeryczny oblicza ewolucje tego gazu w silnym polu grawitacyjnym z uwzględnieniem różnych fizycznych procesów, takich jak działanie siły odśrodkowej, efekty ciśnienia gazu lub promieniowania. Przykład działania takiego kodu ilustruje rys. 7, na którym przedstawiony jest przekrój symulacji wzdłuż osi X w pewnej chwili czasu. Czarna dziura znajduje się w punkcie (0,0). Osie X i Z pokazują odległość od czarnej dziury w jednostkach promienia Schwarzschilda. Dla czarnej dziury w Sgr A* promień ten wynosi 10^{12} cm. W tym przypadku akrejący gaz po jakimś czasie uformował gruby dysk wokół czarnej dziury (czerwonożółty region). Strzałki pokazują kierunki prędkości poruszającego się gazu, a kolory jego gęstość (gęstość gazu rośnie od koloru czarnego do żółtego). Tego typu modelowanie pozwala częściowo odtworzyć zmienną emisję w Sgr A*. Dzieje się tak, ponieważ moment pędę jest zbyt duży, aby materia mogła swobodnie opaść do czarnej dziury, a zbyt mały, aby utworzył się stabilny dysk akrecyjny. Zamiast tego materia kłębci się, a tempo akrecji ulega znacznym zmianom w czasie. Ciekawe jest także, że część materii, zamiast wpływać do środka, wypływa wzdłuż osi symetrii określonej przez moment pędę materii. Znając rozkład gęstości i ruch materii, obliczam rozkład temperatury w ośrodku, a następnie obliczam wysypane w danym momencie promieniowanie.

Zgadując wielokrotnie warunki początkowe mam nadzieję odtworzyć obserwowane rozbłyski. Nie jest to jednak wcale proste. Kody numeryczne, ze względu na stopień skomplikowania, liczą ewolucje gazu dość długo. Np. przedstawiony na rys. 7 model wymagał obliczeń trwających około miesiąca (używając jednego procesora). Dlatego też uwzględnianie dodatkowych procesów fizycznych, które lepiej odtworzyłyby obserwacje, jest trudne.

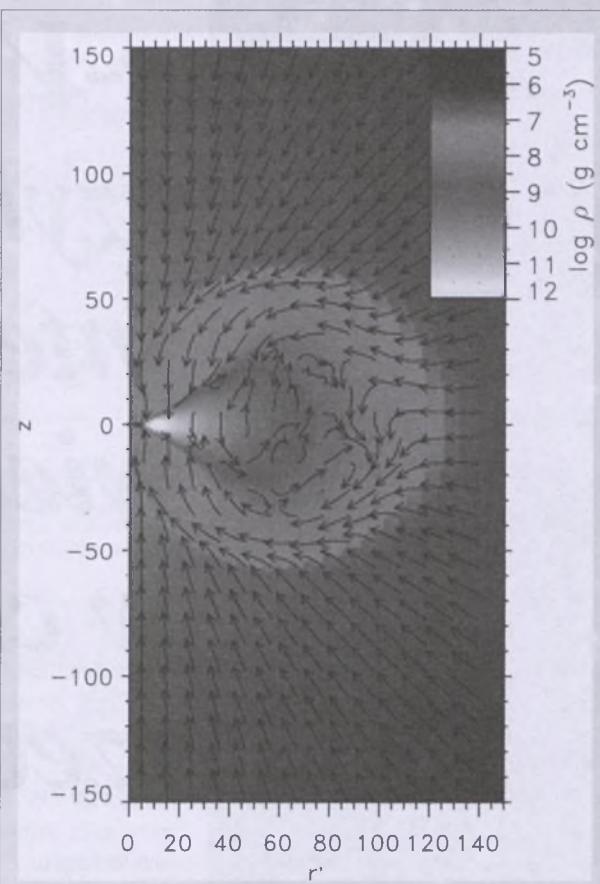
Sgr A jako najlepsze laboratorium do badania czarnych dziur*

Supermasywna czarna dziura w centrum naszej Galaktyki jest wyjątkowa, jako nam najbliższa. Co więcej, w jej przypadku możliwa do osiągnięcia prze-

strzenna zdolność rozdzielcza obserwacji jest bezprecedensowa. Na przykład inna ciekawa supermasywna czarna dziura o masie 3×10^9 mas Słońca w M87 znajduje się w odległości 17 Mpc, ma rozmiar kątowy na niebie około 3,5 mikrosekund kątowych, podczas gdy rozmiar kątowy Sgr A* jest trzykrotnie większy, około 100 mikrosekund. Z kolei galaktyczne czarne dziury, pomimo że niektóre z nich znajdują się znacznie bliżej nas, są mniej masywne, a więc i mniejsze geometrycznie. Składna czarna dziura w układzie podwójnym Cyg X-1 o masie około 8,7 mas Słońca leży w odległości 2,5 kpc od Ziemi i ma rozmiar kątowy zaledwie 6×10^{-11} sekund kątowych.

„Nasz” supermasywna czarna dziura jest więc doskonałym laboratorium na testowanie efektów ogólnej teorii względności, jak i teorii akrecji w bardzo bliskich odległościach od horyzontu.

Dlatego planuje się obserwacje, które pozwolą na jeszcze precyzyjniejsze przyjrzenie się Sgr A*. Obecnie obserwacje o najlepszej rozdzielczości rzędu 130 mikrosekund łuku wykonywane są za pomocą sieci interferometrów VLBI w zakresie radiowym. W najbliższej przyszłości planuje się obserwacje wysokiej rozdzielczości w zakresie podczerwonym za pomocą interferometrów VLTI (Chile). Pozwoli to na obrazowanie regionów centralnych z rozdzielczością rzędu milisekund łuku. Celem tych obserwacji będzie znalezienie podczerwonego odpowiednika zwartej źródła radiowego Sgr A*. Być może obserwacje te pozwolą odkryć kolejne gwiazdy jeszcze bliżej centralnej supermasywnej



Rys. 7. Rysunek przedstawia wyniki działania kodu numerycznego symulującego spływanie gazu do czarnej dziury (pokazany jest przekrój symulacji wzdłuż osi X). Czarna dziura jest usytuowana w punkcie (0,0). Osie X i Z pokazują odległość od czarnej dziury w jednostkach jej promienia Schwarzschilda. Strzałki pokazują kierunek prędkości gazu. Wielkość z nich skierowana jest do czarnej dziury (to efekt działania silnej grawitacji). Gaz w tym przykładzie uformował gruby dysk wokół centralnego obiektu. Widac, że gęstość jest największa dla $z = 0$. Źr. obliczenia własne autorki

czarnej dziury. Wstępnie opracowywane są też koncepcje obserwacji rentgenowskich wysokiej rozdzielczości, jak MAXIM. Marzeniem astronomów jest jednak zobaczyć po raz pierwszy cień tej czarnej dziury na tle nieba. Wymagałoby to umiejętności prowadzenia obserwacji w zakresie fal milimetrowych lub rentgenowskich z rozdzielczością co najmniej 50 mikrosekund łuku, a raczej lepszą. Zobaczmy wtedy efekty ogólnej teorii względności w bezpośrednim działaniu!

Monika Mościbrodzka jest doktorantką w Centrum Astronomicznym PAN w Warszawie. Pracuje w dziedzinie astrofizyki wysokich energii. Interesuje się czarnymi dziurami w centrach galaktyk

e-VLBI, czyli radiowa interferometria wielkobazowa w czasie rzeczywistym



Rozdzielcość obrazu wynikającej z przetworzenia informacji niesionej przez falę elektromagnetyczną to zdolność do pomiaru odległości kątowych w obrębie promieniującego obiektu, a tym samym możliwość rozróżniania jego detali: im jest ona większa, tym mniejsze są rozmiary kątowe elementów obiektu, jakie mogą zostać odwzorowane na jego obrazie. Niezależnie od metody owego przetwarzania rozdzielcość jest zawsze skończona, to fakt doskonale wszystkim znany, zwłaszcza w dziedzinie astronomii. Jesteśmy bowiem, przynajmniej intuicyjnie, świadomi tego, że gdy przy użyciu teleskopu zrobimy zdjęcie jakiegoś obiektu, powiedzmy tarczy Księżyca, to na nic się zda oglądanie naświetlonej kliszy pod mikroskopem w poszukiwaniu śladów pozostawionych na powierzchni Srebrnego Globu przez astronautów. Co prawda, materiały fotochemiczne poszły już dziś do lamusa wyparte przez matryce CCD, czyli „cyfrowe” aparaty fotograficzne, ale nawet dysponując profesjonalnymi matrycami CCD mającymi kilkanaście milionów pikseli i dysponując najlepszym oprogramowaniem do obróbki zdjęć, nie da się dowolnie powiększać zdjęcia tak, by móc dostrzec dowolnie małe szczegóły obrazu. Poniżej pewnej

granicy rozmiarów kątowych detali obiektu na obrazie ich nie będzie, bo po prostu nie zostaną odwzorowane przez układ optyczny teleskopu.

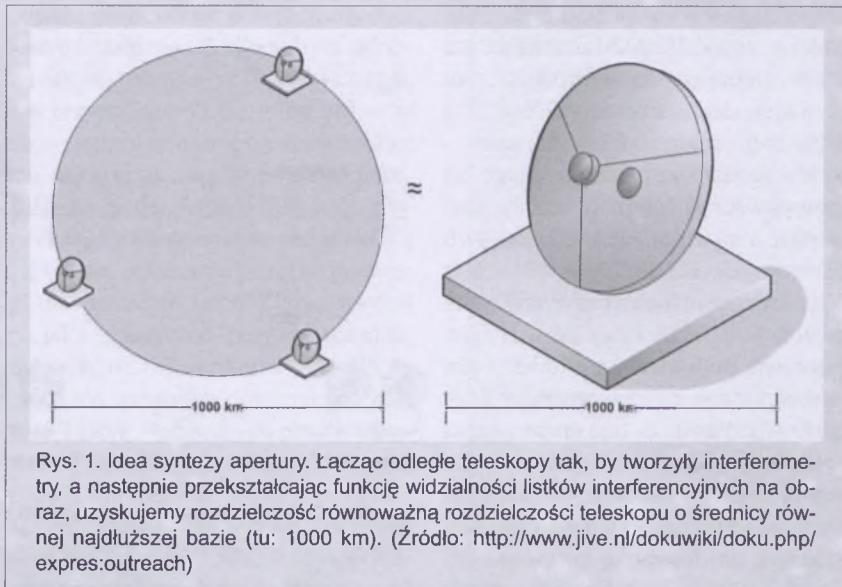
Dlaczego tak się dzieje i czym uwarunkowane są owe graniczne rozmiary kątowe detali obiektu, po przekroczeniu której obraz będzie ich pozbawiony? Otóż pomijając ewentualne niedoskonałości optyki teleskopu, a także wpływ atmosfery, skończona rozdzielcość jest skutkiem skończonej długości fali λ i ograniczonego rozmiaru apertury teleskopu D ; rozdzielcość zależy po prostu od stosunku λ/D , który to stosunek (po uwzględnieniu pewnej stałej) nazywa się kryterium Rayleigha. Bardzo dobrym przykładem instrumentu astronomicznego, gdzie z funkcjonowaniem tego kryterium spotykamy się niejako „w czystej postaci”, jest kosmiczny teleskop Hubble'a (HST). Brak wpływu atmosfery i dobra jakość (skorygowanej w 1993 r.) optyki sprawia, że rozdzielcość HST jest ograniczona tylko przez nie właśnie. A zatem to długość fali światła (setki nanometrów) oraz średnica HST (2,4 m) determinują jego rozdzielcość: 40 milisekund kątowych.

Kryterium Rayleigha działa bez względu na długość fali. Pozostaje ono zatem ważne także dla fal radiowych,

a więc, w odniesieniu do najczęściej używanych w astronomii fal centymetrowych, fal elektromagnetycznych setki tysięcy razy dłuższych od fal świetlnych. Gdy policzymy zatem, jaka będzie rozdzielcość typowego radioteleskopu, to okaże się, iż będzie ona na poziomie minut kątowych. Przykład: instrument o 40-m średnicy zwierciadła dysponuje zdolnością rozdzielczą tylu minut kątowych, ile centymetrów długości ma odbierana fala. Nie bez konsternacji stwierdzamy, iż pojedyncze radioteleskopy mają zdolność rozdzielczą wyraźnie gorszą od... nieuzbrojonego oka ludzkiego, to bowiem ma rozdzielcość poniżej jednej minuty.

Czy zatem radioastronomowie są skazani na widzenie nieba jakby przez matowe szkło? Na szczęście nie. Dobra, a w pewnych warunkach, o czym dalej, nawet rewelacyjna zdolność rozdzielcza obserwacji radiowych jest możliwa dzięki pracom prof. Martina Ryle'a z Cambridge, który w roku 1946 skonstruował pierwszy wieloelementowy interferometr radiowy. Wcześniej Ryle wykazał bowiem teoretycznie, że kryterium Rayleigha można niejako „obejść”, jeśli obserwacji dokonuje się interferometrem, którego elementami są anteny radiowe. Dokonując transformacji Fouriera funkcji widzialności prążków interferencyjnych (w terminologii radioastronomów zwanych raczej „listkami interferencyjnymi”), uzyskujemy informację o obrazie, a rozdzielcość jest w tym przypadku uwarunkowana już nie rozmiarami samych anten, ale odlegością pomiędzy nimi, czyli długością tzw. bazy interferometru. Tak więc uzyskiwanie obrazów poprzez interferometrię, zwane w radioastronomii syntezą apertury, stało się podstawowym narzędziem przy tworzeniu radiowych map nieba, a Martin Ryle został uhonorowany (w 1974 r. wraz z Anthony Hewishem) Nagrodą Nobla.

W ciągu 30 lat od ukazania się pionierskich prac Ryle'a i jego kolegów (Hewish, Vonberg, Smith i Elsmore) skonstruowano kilka instrumentów opartych o syntezę apertury, wśród których największe i najważniejsze to 5-km teleskop Ryle'a w Cambridge, Westerbork Synthesis Radio Telescope w Holandii, MERLIN w Wielkiej Brytanii i bodajże najbardziej znany Very Large Array (VLA) w USA. Bazy tych interferometrów mieszczą się w zakresie od 18 m (teleskop Ryle'a) do 200 km (MERLIN), co



Rys. 1. Idea syntezu apertury. Łącąc odległe teleskopy tak, by tworzyły interferometry, a następnie przekształcając funkcję widzialności listków interferencyjnych na obraz, uzyskujemy rozdzielcość równoważną rozdzielcości teleskopu o średnicy równej najdłuższej bazy (tu: 1000 km). (Źródło: <http://www.jive.nl/dokuwiki/doku.php/expres:outreach>)

przekłada się odpowiednio na kątowe zdolności rozdzielcze od kilkunastu minut do kilkunastu milisekund. Przy założeniu, że obserwacje MERLIN-em prowadzimy na fali 6 cm — wtedy jego rozdzielcość wyniesie 40 milisekund, możemy MERLIN-a uważać za radiowy analog HST. Wszystko się tu zgadza: skoro MERLIN ma tworzyć obrazy na falach sto tysięcy razy dłuższych niż to czyni HST, musi mieć tyleż razy większe od niego rozmiary.

W tym momencie dość oczywiste staje się pytanie: czy te 200 km to już jest górna granica naszych możliwości? Przecież stosowanie syntezu apertury nie powinno mieć żadnego górnego ograniczenia w dziedzinie długości baz! Rzeczywiście. Z teoretycznego punktu widzenia nie ma żadnych przeciwskań, żeby elementy interferometrów były usytuowane w dowolnie wielkich odległościach. Taką „wielką” odległość mogłoby być np. 1000 km, co oznacza, że wirtualny teleskop ma syntetyczną aperturę o średnicy równej 1000 km (rys. 1). Pójdzmy jednak dalej. A gdyby tak zaaranżować interferometry np. z udziałem radioteleskopów w całej Europie, od Wielkiej Brytanii po Polskę czy nawet Ukrainę, która swój radioteleskop ma na Krymie? W ten sposób można by stworzyć sieć dającą rozdzielcość około 10 razy lepszą niż MERLIN. Podobnie Amerykanie mogliby ustawić anteny na terenie całego kraju, a nawet wykorzystać Hawaje i Wyspy Dziewicze (np. administrowaną przez USA wyspę Saint Croix), co dąłoby bazę ponad 8600 km, a tym samym rozdzielcość rzędu milisekund.

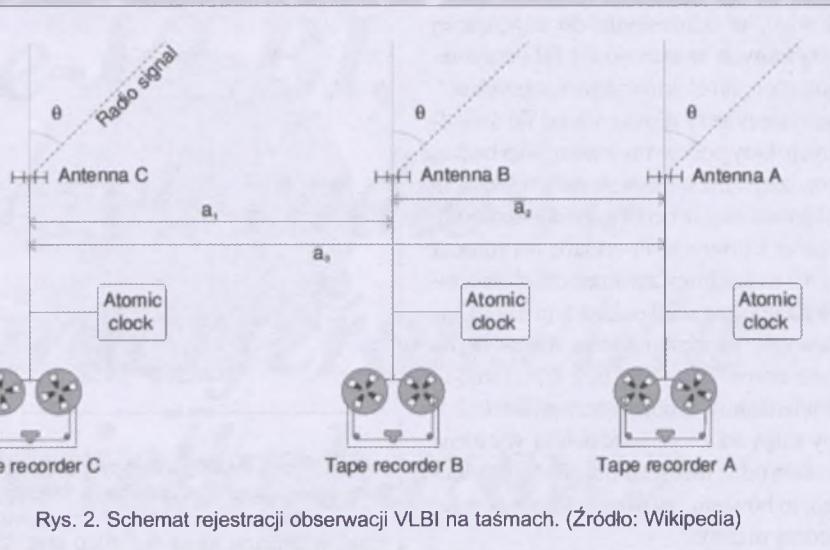
Idea transkontynentalnych a może i nawet globalnych interferometrów radiowych nie jest bynajmniej szalona. Co więcej, nie jest wcale nowa, jako że nurtowała umysły radioastronomów już w latach 60. XX w. Nadano jej nawet nazwę: interferometria wielkobazowa (Very Long Baseline Interferometry — VLBI). Z realizacją VLBI był jednak, a do pewnego stopnia aż do dzisiaj nadal jest, fundamentalny problem: jak fizycznie połączyć tak odległe anteny, by powstały interferometry? Dopóki bowiem odległości są małe, np. rzędu kilku czy kilkunastu kilometrów, łączą mogą mieć postać po prostu klasycznych kabli. W przypadku MERLIN-a rolę łączyczą spełniają radiolinie (stąd zresztą wzięła się nazwa tej instalacji: *Multi-Element Radio Linked Interferometer Network*), jednakże dla odległości rzędu tysięcy kilometrów tego typu rozwiązanie okazało się niemożliwe do zastosowania w praktyce.

Cóż zatem robić? Z dzisiejszej perspektywy odpowiedź nasuwa się natychmiast: a gdyby tak radioteleskopy połączyć przez Internet? Taka odpowiedź jest oczywiście genialna w swej prostocie i oczywistości, ale ma w sobie coś z dialogu wnuczka i babci: „Babciu, a jakie ty oglądałaś dobranocki w telewizji, jak byłaś mała?” „Kochanie, jak ja byłam mała, to... jeszcze nie było telewizji.” Nie zapominajmy więc, że powszechność, lub zgoła powszedniość, Internetu to kwestia dopiero ostatnich lat, podczas gdy w latach 60., a nawet 70. XX w., kiedy to zaczęto eksperymentować z VLBI, nie istniało absolutnie nic, co przypominałoby obecny Internet. Co prawda faktem jest, że pierwszą trans-

misję między komputerami przeprowadzono 29 października 1969 r., którą to datę uważa się za formalną datę narodzin ARPANET-u, tj. prototypu Internetu, to jednak za znacznie bardziej realną datę powstania Internetu należy uważać 1 stycznia 1983 r., kiedy to wszystkie komputery ARPANET-u przestawiono na używanie protokołu TCP/IP, który do dziś pozostaje podstawowym kodem porozumiewania się komputerów przez sieć. Pierwsza sieć uniwersytecka w USA rozwijająca „zawrotną” prędkość 56 kb/s, nb. będącą pierwszym cywilnym zastosowaniem Internetu, zaistniała

w roku 1985, a jego burzliwy rozwój w środowisku akademickim przypadł lata 90. Znaczącą datą jest tu zwłaszcza 6 sierpnia 1991 r., kiedy to w CERN-ie ujrzał światło dzienne projekt World Wide Web (WWW). Dzisiejszym maturzystom nie wyobrażającym sobie życia bez e-maila, Gadu-gadu i surfowania po wirtualnym świecie chyba trudno uwierzyć, że wszechobecny dziś skrót „www” jest młodszy od nich samych.

Zanim jednak odpowiemy sobie na pytanie, czy stworzenie wirtualnej sieci interferometrycznej o wysokiej rozdzielczości pracującej na falach radiowych w czasie rzeczywistym przez Internet jest możliwe przy dzisiejszym stanie techni-

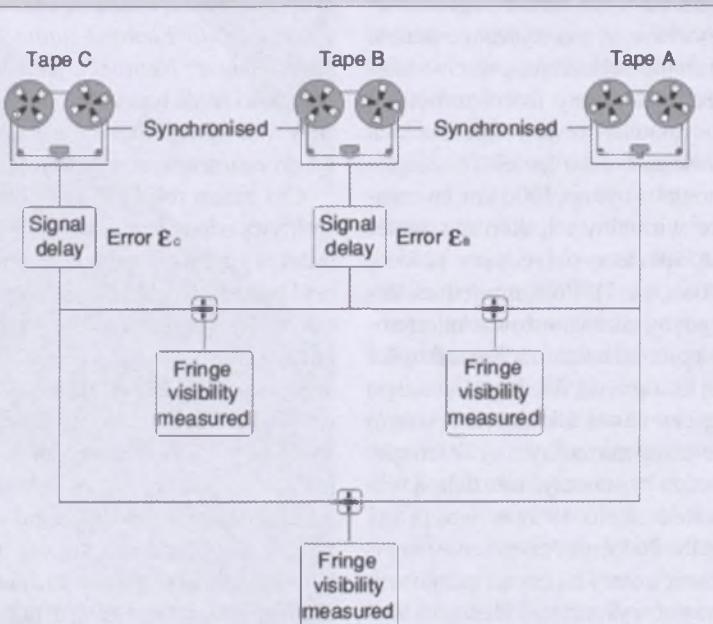


Rys. 2. Schemat rejestracji obserwacji VLBI na taśmach. (Źródło: Wikipedia)

ki, zobaczymy, jak sobie radzono w sytuacji braku odpowiednich łącz, a więc przez okres z góra 30 lat. Otóż całkiem nieźle. Sprytna, a przy tym wcale skuteczna, metoda polega na rejestracji przekształconego do postaci cyfrowej sygnału odebranego przez radioteleskop wraz z bardzo precyzyjną informacją o czasie (pochodzącą z zegarów atomowych) na nośnikach magnetycznych (rys. 2). Następnie nośniki te transportuje się w jedno miejsce i synchronicznie odtwarza (rys. 3). Tak więc w czasie obliczania funkcji widzialności listków interferencyjnych (tzw. korelacji), co jest esencją procesu syntezy apertury, strumień danych z obu „końców” interferometru miasta płynąc w czasie rzeczywistym

z faktycznych anten, pobierany jest z nośników magnetycznych, na których został uprzednio zapisany. Opierając się na tej filozofii VLBI jest realizowana od ok. 40 lat aż do dzisiaj.

Metoda ta obarczona jest jednak paroma niedogodnościami, a są one związane właśnie z posługiwaniem się owymi, tak ogólnie tu nazywanymi, nośnikami magnetycznymi zastępującymi realne łącz. Czym są te nośniki? Przez wiele lat były to po prostu taśmy magnetyczne różnych typów i standarów. W tym miejscu trzeba wspomnieć o kluczowym parametrze decydującym o sensowności całego przedsięwzięcia, a mianowicie o szerokości odbieranego a następnie rejestrowanego pasma. Ujmując rzecz najkrócej: powinno ono być możliwie jak najszerze, aby zapewnić możliwie najlepszą czułość instrumentu. Praktyka pokazała, że aby móc obserwować również słabe obiekty radiowe, pożądane byłyby pasma rzędu 100 MHz, a to oznacza konieczność rejestracji cyfrowych danych w tempie setek milionów próbek na sekundę! Zderzamy się tu zatem z nie lada problemem technicznym, a mianowicie jak na taśmie magnetycznej zapisywać strumień informacji w tak zawrotnym tempie. Czy może to być poczciwa kaseta VHS, o której dziś już pomalu zapominamy? Owszem, kaseta VHS używano w VLBI aż do lat 80. XX w., ale tempo zapisu 4 Mb/s pozwalaające na rejestrację pasma zaledwie 2 MHz ograniczało możliwości obserwacyjne VLBI do zaledwie paru tuzinów radioźródeł. Począwszy od lat 80. XX w. aż do roku 2005, w roli nośników występowały specjalne taśmy



Rys. 3. Schemat korelacji obserwacji VLBI zapisanych na taśmach. Fringe visibility to funkcja widzialności listków interferencyjnych. Jej odwrotna transformata fourierowska jest przyczynkiem obrazu. (Źródło: Wikipedia)

o szerokości jednego cala, standardowo pozwalające na zapis w tempie do 256 Mb/s. W tej technice przeprowadzono bardzo wiele obserwacji VLBI o ogromnej wartości naukowej.

Calowe taśmy przysparzały jednak rozlicznych kłopotów na czele z zawodnością zapisu i kosztami transportu. Od 2004 r. były one sukcesywnie zastępowane przez bardzo pojemne dyski, dokładnie takie same, jakie obecnie instaluje się w pecetach. Przyczyna tak późnego zastąpienia taśm dyskami była prozaiczna: dopiero od kilku lat pojemności tych ostatnich — setki megabajtów — i duże prędkości zapisu/odczytu przy jednocześnie dramatycznie spadającym cenach uczyniły z nich rozsądnią alternatywę dla nieporęcznych i zawodnych taśm. Obecnie w VLBI używa się pakietów złożonych z 8 dysków. Taki pakiet ma pojemność kilku terabajtów. Konieczność organizowania kosztownego ich transportu jednak pozostała.

Powtóżmy więc zadane tu wcześniej pytanie: a może by jednak spróbować transferu danych z radioteleskopów przez Internet? Koszty przesyłki nośników i wszelkie problemy logistyczne wówczas znikają. (Oczywiście, tu z kolei mogą się pojawić koszty dzierżawienia stosownych łącz, ale to już zupełnie inna sprawa). Ale bodajże najistotniejszą zaletą VLBI w czasie rzeczywistym, czyli e-VLBI, byłoby radikalne przyspieszenie procesu redukcji danych; w przypadku klasycznej VLBI trzeba było zazwyczaj całymi tygodniami, jeśli nie wręcz miesiącami (!), czekać na rezultat korelacji, a więc efekt całej obserwacji. Do tego zawsze dochodziła niepewność, czy w każdym obserwatorium wszystkie ustawienia aparatury i oprogramowania były prawidłowe. W sytuacji, gdy obserwacje robi się „w ciemno”, zdarzyć się może (i zdarzało się to nieraz), że jakaś banalna pomyłka operatora popełniona w trakcie obserwacji wychodziła na jaw dopiero w trakcie korelacji, a zatem wtedy, gdy nie było już najmniejszych szans, by ją skorygować. W e-VLBI wszelkie błędy techniczne mogą być usuwane na bieżąco, a gdy wszystkie elementy całego systemu pracują poprawnie, widać to natychmiast, a wyniki naukowe uzyskuje się w czasie rzędu godzin.

Realizacja koncepcji e-VLBI nie jest jednak zagadnieniem trywialnym. Jak

bowiem podkreślono powyżej, aby czułość wirtualnego teleskopu była odpowiednia, pasmo rejestrowanego, a w przypadku e-VLBI — transmitowanego sygnału musi być bardzo szerokie, tzn. rzędu setek megabitów na sekundę. Jeśli na dodatek chcemy, aby e-VLBI miała przewagę nad techniką klasyczną, pokazanie której to przewagi ma znaczenie zarówno merytoryczne, jak i „polityczne” przy ubieganiu się o środki na finansowanie e-VLBI, to prędkość transmisji powinna przekraczać 1 Gb/s. Bez żadnych przerw i „zatorów” na całym łączu o długości rzędu tysiące kilometrów! Takie wymagania są bardzo poważnym wyzwaniem nawet przy obecnym poziomie zaawansowania technologii sieciowych. Okazuje się bowiem, że standardowy Internet pracujący na zasadzie przełączania pakietów i protokołu TCP/IP nie jest w stanie sprostać takim wymaganiom. Na łączu e-VLBI nie może być żadnego innego ruchu, a „po drodze” nie powinny być zainstalowane żadne routery. Najlepiej zatem gdy dysponujemy dedykowanym traktem światłowodowym, tzw. *light-path*. Po wielu staraniach natury organizacyjnej i przygotowaniach technicznych taka wydzielona sieć funkcjonuje w Europie w odniesieniu do sześciu radioteleskopów; wśród nich znajduje się 32-m instrument Centrum Astronomii UMK. Anteny te są połączone światłowodami z Joint Institute for VLBI in Europe (JIVE) mieszkającym się w Dwingeloo w Holandii, gdzie w czasie rzeczywistym dokonuje się korelacji strumieni danych. Tak powstała europejska sieć e-VLBI, czyli e-EVN (*electronic European VLBI Network*).

Po trwającej parę lat serii testów e-EVN staje się już narzędziem rutynowo służącym nauce. Wyższość e-VLBI nad (nadal regularnie praktykowaną) klasyczną VLBI realizowaną w oparciu o transport dysków jawi się szczególnie dobrze w przypadku obiektów szybkozmiennych, jak np. gwiazdy supernowe, kiedy to możliwość szybkiego zaaranżowania obserwacji i krótki czas oczekiwania na wynik są kluczowe. Sztandarowym przykładem jest tu supernowa SN2007gr obserwowana przez e-EVN 6/7 września 2007 r., a więc po upływie mniej niż miesiąca od wybuchu, który nastąpił w galaktyce NGC 1058 między 10 a 15 sierpnia. (SN2007gr została odkryta 15.08.2007, podczas gdy na obra-

zach NGC 1058 z 10.08.2007 była jeszcze nieobecna.) Wynik obserwacji przy użyciu e-EVN przedstawia rys. 4 (patrz s. III kolorowej wkładki).

Na rok 2008 przewidziane są kolejne etapy rozwoju e-VLBI. Przede wszystkim do e-EVN dołączone zostaną dwa wielkie radioteleskopy: 305-m w Arecibo (Puerto Rico) i 100-m w Effelsbergu (Niemcy), co wydatnie powiększy czułość całej sieci. Z drugiej zaś strony oczekiwany jest znaczący skok rozdzielczości za sprawą przyłączenia teleskopu w Szanghaju. Tym samym wkrótce zostaną wyeliminowane dwie główne słabości e-EVN, które sprawiają, że technologii dyskowej nadal się używa, gdy zależy nam na uzytkiwaniu radiowych obrazów o najwyższej rozdzielczości i najlepszym możliwym stosunku sygnału do szumu. Gdy zaś prędkość łączny zostanie podniesiona do 10 Gb/s, nad czym obecnie pracujemy, e-EVN stanie się najlepszą realizacją techniki VLBI. Nie bez powodu zatem na 1 lutego 2008 r. ogłoszono już termin pierwszego naboru w konkursie projektów obserwacyjnych e-EVN, gdyż taka jest normalna droga starania się o dostęp do wszelkich unikalnych instrumentów obserwacyjnych współczesnej, profesjonalnej astronomii.

Na zakończenie wypada dodać, iż rozwój e-VLBI nie byłby możliwy bez znaczących nakładów finansowych. Głównym źródłem finansowania jest tu projekt EXPReS (*Express Production Real-time e-VLBI Service*), będący częścią Szóstego Programu Ramowego UE, realizowany w latach 2006—2009, w ramach którego jest przewidziane wsparcie w łącznej kwocie 12,4 mln euro, z czego 3,6 mln euro to dotacja UE. W projekcie EXPReS uczestniczy 19 instytutów z 14 krajów, w tej liczbie Centrum Astronomii UMK. Więcej informacji o projekcie EXPReS, a w konsekwencji o e-VLBI, można znaleźć: na <http://www.expres-eu.org/papers.html>.

Andrzej Marecki, dr hab. w Centrum Astronomii UMK. Interesuje się strukturą radioźródeł i ich klasifikacją. Od lat uczestniczy w obserwacjach VLBI różnych obiektów i rozwoju tej techniki badań

Zjawiska imitujące pozasłoneczne planety

Spośród wielu możliwych metod poszukiwania pozasłonecznych planet najczęściej są wykorzystywane obecnie metody pośrednie, tzn. takie, które nie pozwalają na bezpośrednie zaobserwowanie planety, ale polegają na badaniu prędkości, położenia bądź krzywej jasności gwiazdy, w których obecność planety może się objawiać. Do nich należy zarówno metoda astrometryczna mierząca położenie gwiazdy na niebie, metoda pomiarów prędkości radialnych, dzięki której możemy mierzyć prędkość gwiazdy z dokładnością nawet poniżej 1 m/s oraz metody fotometryczne (tzw. metoda tranzytów i mikrosoczewkowania), a także metoda chronometrażu pulsarów i białych karłów. W metodach pośrednich kryją się jednak pułapki, gdyż zmiany współrzędnych astrometrycznych, prędkości radialnych bądź krzywej blasku gwiazdy, które interpretujemy jako obecność planety, mogą być w niektórych przypadkach generowane przez samą gwiazdę lub jej towarzyszą, który nie jest jednak planetą, a małomaszynową, słabą gwiazdą albo brązowym karłem. Przedstawię głównie te zjawiska, które mogą generować niskoamplitudowe okresowości w krzywych prędkości radialnych gwiazd, bardzo

podobne do tych wywoływanych obecnością planety.

Pośrednie metody poszukiwania pozasłonecznych planet

Najlepszą z metod pośrednich jest metoda astrometryczna (rys. 1), która pozwala na wyznaczenie wszystkich parametrów orbitalnych planety, łącznie z inklinacją, czyli kątem nachylenia orbity planety do płaszczyzny nieba, co daje możliwość wyznaczenia rzeczywistej masy planety. Niestety precyzyja pomiarów astrometrycznych potrzebna na zaobserwowanie ruchów gwiazdy powodowanych obecnością planet, takich jak Jowisz, musi być rzędu co najmniej dziesiątek mikrosekund łuku dla gwiazd bliskich Słońcu (do 10 parseków) i jeszcze większa dla gwiazd bardziej odległych. Należy przy tym zauważać, że metoda astrometryczna nie jest idealna. Symulacje obserwacji astrometrycznych pokazały, że obecność plam na powierzchni gwiazdy może powodować periodyczne przesunięcia centrum jasności gwiazdy o wartości dziesiątek mikrosekund łuku, które mogą być pomyłkowo zinterpretowane jako sygnał od planety. Z powierzchni Ziemi maksymalna dokładność tradycyjnych pomiarów astrometrycznych



Artystyczna wizja 51Peg

wynosi około 100 mikrosekund łuku oraz 10 mikrosekund przy zastosowaniu technik interferometrycznych w podczerwieni, co stało się impulsem do rozwoju orbitalnych misji astrometrycznych, takich jak amerykański SIM czy europejska GAIA. Jednak planowany termin rozpoczęcia tych misji to odległy jeszcze rok 2015.

Pozostają więc inne metody, z których bardzo obiecująca jest tzw. metoda tranzytów, pozwalająca na mierzenie spadków jasności gwiazdy powodowanych przejściem planety na tle tarczy gwiazdy (rys. 2). Pozwala ona na wyznaczenie okresu, odległości i promienia planety, ale również inklinacji jej orbity, która musi być bliska 90° , żeby zakrycie gwiazdy przez planetę mogło nastąpić. Aby jednak uzyskać masę zaćmiewającego gwiazdę obiektu, musimy wykonać pomiary prędkości radialnych, a praktyka obserwacyjna pokazała, że małe spadki jasności, do złudzenia przypominające krzywe zmian blasku tranzytujących gorących jowiszy, mogą być powodowane przez małomasywne, słabe gwiazdy. Poza tym metoda ta z powierzchni Ziemi jest najbardziej czuła na planety olbrzymy, na krótkich okresach orbitalnych, czyli na tzw. gorące jowisze. Precyzyja pomiarów fotometrycznych potrzebna na odkrycie planet o promieniach Ziemi, a nawet mniejszych, jest dostępna znowu spoza ziemskiej atmosfery. Obecnie już od roku działa francusko-europejska misja CoRoT, dzięki której odkryte zostały dwie planety jowisze o okresach zaledwie 1,5 dnia, natomiast na początku 2009 r. obserwacje spoza ziemskiej atmosfery rozpoczęte metrowy fotometr NASA — Kepler.

Druga z metod fotometrycznych — metoda obserwacji zjawisk mikrosoczewkowania, z którą tak samo jak z poprzednią metodą wiąże się polski projekt Obserwatorium Astronomiczne Uniwersytetu Warszawskiego OGLE (U-PA 1/2007), pozwala na detekcję planet o masach Ziemi. Jednak obserwacje zjawisk mikrosoczewkowania są niepowtarzalne, gdyż opierają się na przypadkowym przejściu gwiazdy nazywanej soczewką na tle gwiazdy obserwowanej (nazywanej gwiazdą soczewkowaną), co powoduje rozszczepienie obrazu obserwowanej gwiazdy objawiające się charak-



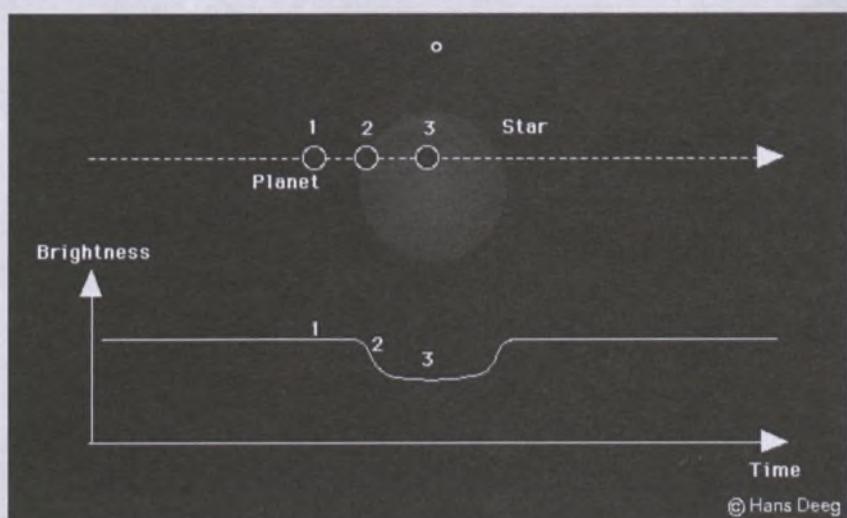
Rys. 1. Metoda astrometryczna bada ruch gwiazdy w płaszczyźnie nieba wokół centrum masy układu, który tworzy ona z planetą. Centrum masy układu zaznaczone jest znakiem „+”

terystycznym wzrostem jej jasności, w którym obserwujemy anomalie, jeśli przechodząca gwiazda (soczewka) posiada planetę (rys. 3). Z kolei metoda chronometrażu, dzięki której zostały odkryte pierwsze pozasłoneczne planety wokół pulsara PSR B1257+12 (PA 2/1992), wymaga, aby obserwowana gwiazda była precyzyjnym zegarem pozwalającym na mierzenie bardzo niewielkich odchyłek w czasie przyjścia sygnału od niej, przez co tą metodą zostały odkryte do tej pory planety wokół tylko trzech gwiazd — wspomnianego wcześniej PSR B1257+12, PSR B1620-26 oraz w ostatnim roku wokół pulsującej gwiazdy V391 Pegasi.

Metoda prędkości radialnych

Najbardziej efektywną metodą poszukiwania pozasłonecznych planet okazuje się pierwsza z wymienionych na początku metod, czyli metoda po-

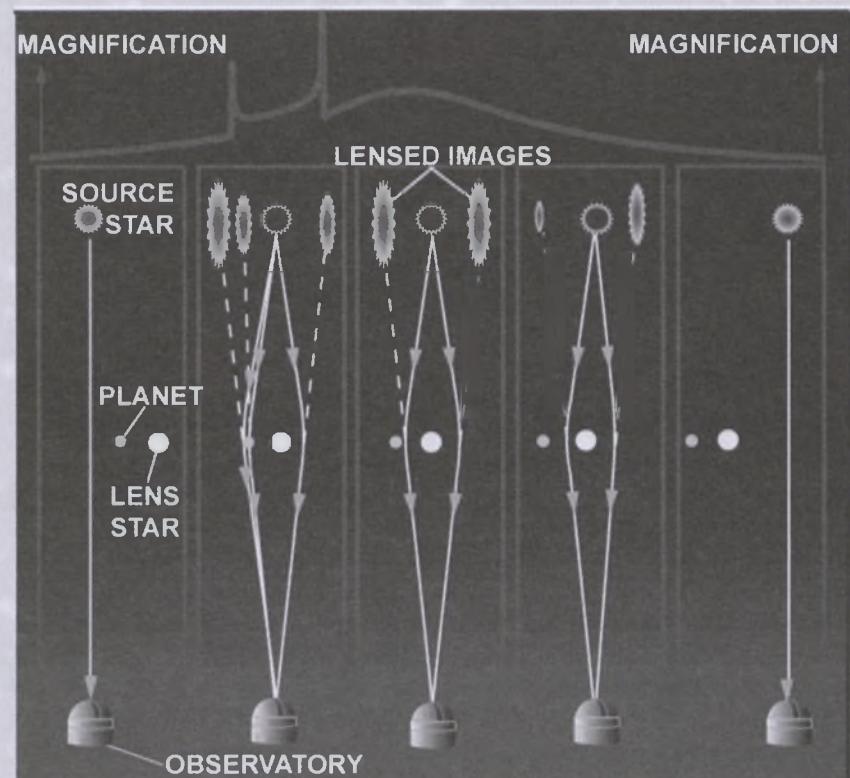
miarów prędkości radialnych gwiazd, dzięki której odkryto ogromną większość spośród 270 znanych do tej pory pozasłonecznych planet. Polega ona na mierzeniu przesunięć linii w widmie gwiazdy powodowanych efektem Dopplera, tym samym, który zmienia częstotliwość sygnału dźwiękowego poruszającego się źródła (na przykład podawanej zawsze przy okazji wyjaśniania efektu Dopplera, przejeżdżającej obok nas na sygnale karetki). Gwiazda posiadająca planetę porusza się wokół centrum masy układu, który tworzy z planetą, a ruch ten powoduje zmianę częstotliwości przychodzących do nas fotonów, a więc i zmianę długości fali, czyli przesunięcie wszystkich linii w widmie gwiazdy w stosunku do ich laboratoryjnych długości. Oczywiście przesunięcia linii powodowane ruchem gwiazdy pod wpływem obecności planety są niezwykle małe i aby je precyzyjnie zmierzyć, należy używać tysięcy linii i dysponować bardzo stabilnym spektrografem albo używając zwykłego spektrografof, przepuszczając światło gwiazdy przez pojemnik zawierający opary molekuły I_2 , która daje bardzo dobrze widmo porównania pozwalające na mierzenie prędkości radialnych z dokładnością 3 m/s przy stosunku sygnału do szumu w widmie równym 200. Prędkość radialna Słońca powodowana obecnością Jowisza wynosi 12,5 m/s, więc metodą komórki z molekulą I_2 można rutynowo poszukiwać planet olbrzymów wokół gwiazd o masach Słońca i mniejszych, szczególnie jeśli są to gorące jowisze. Znając przesunięcia linii w widmie gwiazdy ($\Delta\lambda$), może-



Rys. 2. Metoda tranzytów

my obliczyć jej prędkość radialną (RV), korzystając ze wzoru opisującego efekt Dopplera: $\Delta\lambda/\lambda = RV/c$, gdzie λ to laboratoryjna długość fali, a c to prędkość światła.

Wadą metody prędkości radialnych jest to, że nie możemy wyznaczyć kąta nachylenia płaszczyzny orbity planety do płaszczyzny nieba, co powoduje, że otrzymujemy jedynie dolne ograniczenie na masę planety, czyli tzw. $M_{\sin(i)}$, które dopiero po podzieleniu przez wartość sinusa kąta inklinacji daje rzeczywistą masę planety. Oczywiście dzieląc $M_{\sin(i)}$ równe, dajmy na to, $8 M_J$ (M_J to masa Jowisza) przez najbardziej prawdopodobną wartość $\sin(i)$ równą 0,866 dostajemy rzeczywistą masę równą $9,24 M_J$, czyli nadal poniżej $13 M_J$, które stanowią górną granicę masy planet. Może się jednak zdarzyć, że inklinacja jest na tyle mała, że po podzieleniu przez $\sin(i)$ rzeczywista masa „planety” znajdzie się pomiędzy 13 a $80 M_J$, czyli w zakresie mas brązowych karłów lub nawet powyżej $80 M_J$, które stanowią dolną granicę mas gwiazdowych. Taki los spotkał kandydatkę na planetę wokół gwiazdy typu G0 V HD 33636 o $M_{\sin(i)}$ równym $9,3 M_J$. Po wykonaniu pomiarów astrometrycznych za pomocą HST w 2006 i 2007 r. okazało się, że inklinacja orbity towarzysza HD 33636 wynosi zaledwie 4 stopnie, co przełożyło się na rzeczywistą masę równą ponad $130 M_J$ i pokazało, że towarzysz HD 33636 jest małomasywną gwiazdą.

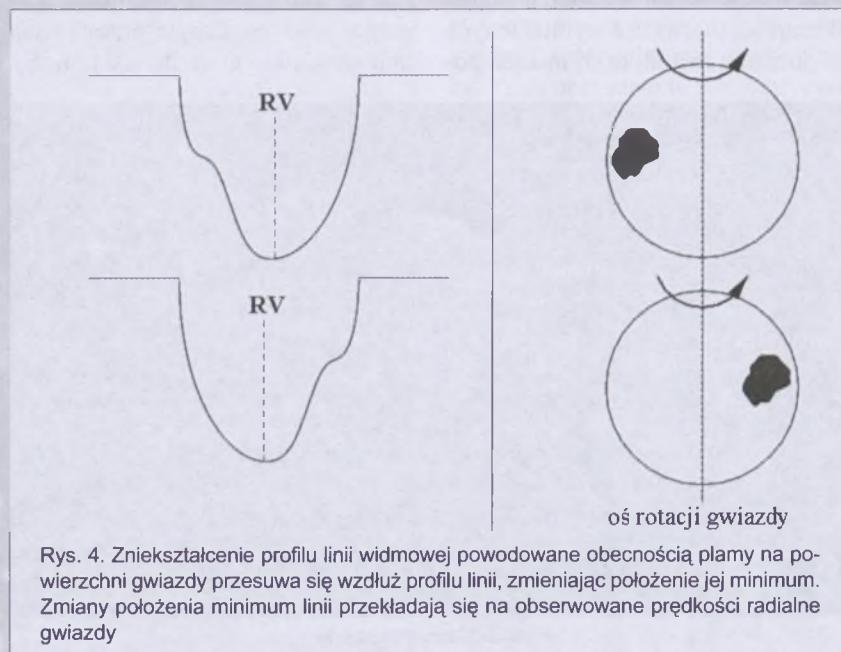


Rys. 3. Metoda mikrosoczewkowania grawitacyjnego

Zjawiska imitujące okresowości planetarne w krzywych prędkości radialnych

Historia HD 33636 pokazuje, że przynajmniej część z kandydatek na planety odkrytych metodą pomiarów prędkości radialnych gwiazd, zwłaszcza tych o $M_{\sin(i)}$ bliskich $13 M_J$, może okazać się brązowymi karłami lub nawet małomasywnymi gwiazdami. Aby jednak się o tym przekonać, należy wyznaczyć inklinacje ich orbit,

a to będzie możliwe dopiero po wykonaniu precyzyjnych pomiarów astrometrycznych za pomocą misji kosmicznych, takich jak GAIA lub SIM. Jednak nieznajomość kąta inklinacji nie jest jedyną wadą powyższej metody. Przesunięcia linii w widmie gwiazdy mogą bowiem zachodzić nie tylko na skutek ruchu gwiazdy wokół centrum masy układu planetarnego, ale również z powodu zniekształceń profili linii widmowych, które mogą być generowane nieradialnymi pulsacjami gwiazdy bądź niejednorodnościami jej fotosfery, takimi jak plamy czy protuberancje, zmieniające widmo gwiazdy wraz z jej obrotem. Ilustruje to rys. 4 przedstawiający wybraną linię z widma gwiazdy z widocznym w jej profilu zniekształceniem powodowanym obecnością plamy. Wraz z obrotem gwiazdy plama przesuwa się w prawą stronę, a odpowiadające jej zniekształcenie w profilu linii widmowej przemieszcza się wzduż, powodując stopniowe, niewielkie przesunięcia dna linii. Przesunięcia te przekładają się na odpowiednie wartości prędkości radialnych gwiazdy, których amplituda przy odpowiedniej konfiguracji może wynosić kilkadziesiąt m/s, czyli tyle, ile zazwyczaj wynoszą amplitudy prędkości radialnych gwiazd posiadających planety typu



Rys. 4. Zniekształcenie profilu linii widmowej powodowane obecnością plamy na powierzchni gwiazdy przesuwa się wzduż profilu linii, zmieniając położenie jej minimum. Zmiany położenia minimum linii przekładają się na obserwowane prędkości radialne gwiazdy

jowiszowego. Taki sam efekt będą dawały nieradialne pulsacje, podczas których pewne części powierzchni gwiazdy, zbliżając się do nas, będą dawały widmo z liniami przesuniętymi w kierunku niebieskiego zakresu, natomiast inne części powierzchni, oddalając się od nas, dadzą widmo z liniami przesuniętymi w kierunku zakresu czerwonego. Sumaryczne widmo od całej powierzchni gwiazdy będzie więc zawierało linie widmowe ze zniekształceniami w profilach, które z okresem pulsacji będą przesuwają się wzdłuż profili linii widmowych i powodowały przesunięcia dna linii, przekładające się na prędkości radialne gwiazdy.

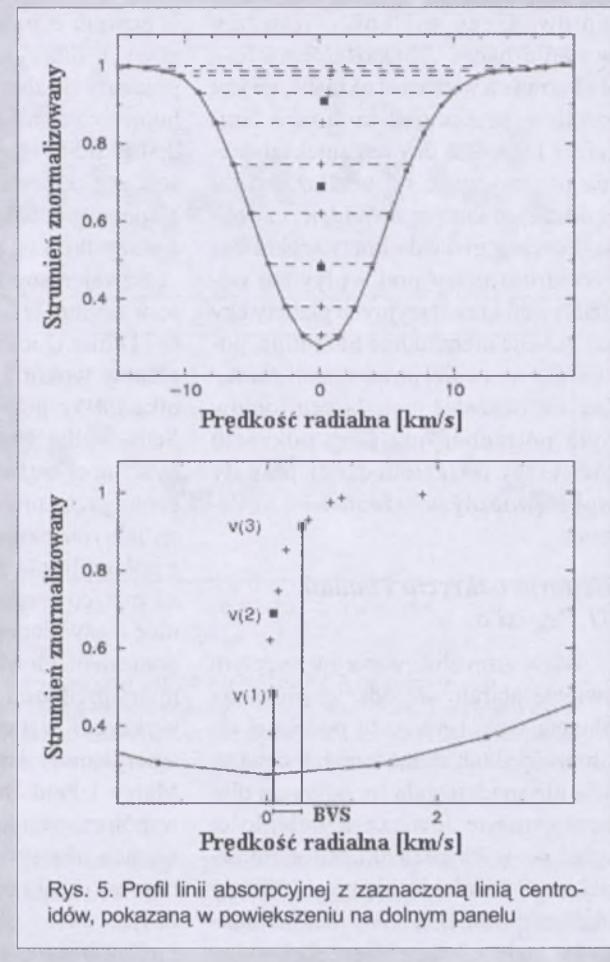
Pozostaje pytanie, w jaki sposób zbadać, czy mierzone prędkości radialne są efektem ruchu gwiazdy wokół centrum masy układu, który tworzy ona z planetą, czy też efektem nieradialnych pulsacji bądź rotacji gwiazdy połączonej z obecnością plam na jej powierzchni? Możemy to osiągnąć, badając zniekształcenia profili linii w widmie gwiazdy, ponieważ w przypadku nieradialnych pulsacji lub rotacji połączonej z plamami na powierzchni gwiazdy to właśnie zniekształcenia przesuwające się wzdłuż profili linii widmowych będą powodować ich przesunięcia. Natomiast w przypadku gwiazdy posiadającej planetę linie widmowe nie mogą być zniekształcone i jedynym wyjątkiem ich przesunięcia będzie efekt Dopplera, spowodowany ruchem gwiazdy wokół środka masy układu, który tworzy ona z planetą.

Badanie asymetrii profili linii widmowych

Oczywiście zniekształcenia w profilach linii widmowych, które powodują przesunięcia dna linii o wartości przekładające się w prędkościach radialnych na dziesiątki, ewentualnie setki m/s są tak niewielkie, że nie jesteśmy w stanie ich bezpośrednio zidentyfikować. Jednak odchylenia profili linii od kształtu symetrycznego możemy stosunkowo łatwo zmierzyć, stosując tzw. metodę centroidów. Centroid to po prostu środek odcinka łączącego lewy, czyli tzw. czerwony piksel w profilu linii absorpcyjnej z prawym, czyli niebieskim pikselem. Na górnym panelu rys. 5 pokazana jest

przykładowa linia absorpcyjna z pikselami zaznaczonymi w profilu symbolami kwadratów. Na osi pionowej są odłożone wartości znormalizowanego do jedynki strumienia, natomiast na osi poziomej, zamiast długości fali, jest odłożona wartość prędkości radialnej obliczonej ze wzoru Dopplera ($\Delta\lambda/\lambda = RV/c$), przy czym λ to długość fali minimum linii, natomiast $\Delta\lambda$ to różnica pomiędzy długością fali minimum linii a długością fali danego piksela w profilu. Ponieważ długości fal pikseli leżących na lewo od minimum są mniejsze od długości fali minimum linii, prędkości radialne będą tam ujemne, natomiast na prawo od minimum, gdzie długości fal pikseli są większe od długości fali minimum, prędkości radialne będą dodatnie. W rzeczywistości piksele w czerwonej i niebieskiej części profilu nie leżą na tym samym poziomie znormalizowanego strumienia, więc jeśli decydujemy się na piksele z lewej części profilu, musimy poprzez interpolację znaleźć po prawej stronie profilu piksele, które będą leżały na tym samym poziomie znormalizowanego strumienia. Na rys. 5 piksele te są zaznaczone w prawej części profilu jasnymi kwadratami. Znając wartości prędkości radialnych pikseli w lewej i prawej części profilu linii widmowej, możemy znaleźć pozycje środków łączących je odcinków, czyli centroidów, których zbiór biegący od dna linii do jej skrzydeł nazywamy linią centroidów.

Charakterystyczny kształt linii centroidów, przypominający literę C (dolny panel rys. 5) wynika z istnienia w fotosferze gwiazdy granulacji. Jeśli jednak w profilu linii pojawi się zniekształcenie generowane na przykład plamą na powierzchni gwiazdy i prze-



Rys. 5. Profil linii absorpcyjnej z zaznaczoną linią centroidów, pokazaną w powiększeniu na dolnym panelu

suwające się wzdłuż profilu wraz z okresem rotacji, to linia centroidów będzie ulegała wyraźnym zniekształceniom, odchyłając się w prawą i lewą stronę. Zniekształcenia te możemy bardzo dobrze opisać ilościowo, wprowadzając wielkość nazywaną rozpiętością prędkości centroidów (ang. *bi-sector velocity span*, czyli w skrócie BVS), która jest różnicą pomiędzy wartością prędkości punktu z górnej części linii centroidów, oznaczoną $v(3)$ a wartością prędkości punktu z dolnej części ($v(1)$). BVS mierzy więc nachylenie linii centroidów, które się stopniowo zmienia, jeśli w profilu linii przesuwać się będzie zniekształcenie generowane obecnością plamy. Ponieważ jednak zniekształcenia profilu linii widmowej, a co za tym idzie jej linii centroidów mogą być bardzo skomplikowane w przypadku nieradialnych pulsacji, musimy wprowadzić jeszcze jedną wielkość, dzięki której będziemy mogli je wychwycić. Jest to tzw. krzywizna centroidów, oznaczana w skrócie BC, od ang. *bi-sector curvature*, zdefiniowana w następujący sposób: $BC = (v(3) - v(2)) - (v(2) - v(1))$. Mierząc dwie wyżej

wprowadzone wielkości, jesteśmy w stanie badać zniekształcenia linii widmowych w czasie i określić, co jest źródłem przesunięć minimum linii (efekt Dopplera czy też zniekształcenie przesuwające się wzduł profili linii), a tym samym stwierdzić, czy obserwowana gwiazda krąży wokół barycentrum masy pod wpływem oddziaływań grawitacyjnych planety czy też pulsuje nieradialnie lub rotuje, posiadając na swojej powierzchni plamę. Jak się okazało, metoda centroidów była potrzebna już przy odkryciu pierwszej pozasłonecznej planety wokół gwiazdy typu Słońca — 51 Pegasi.

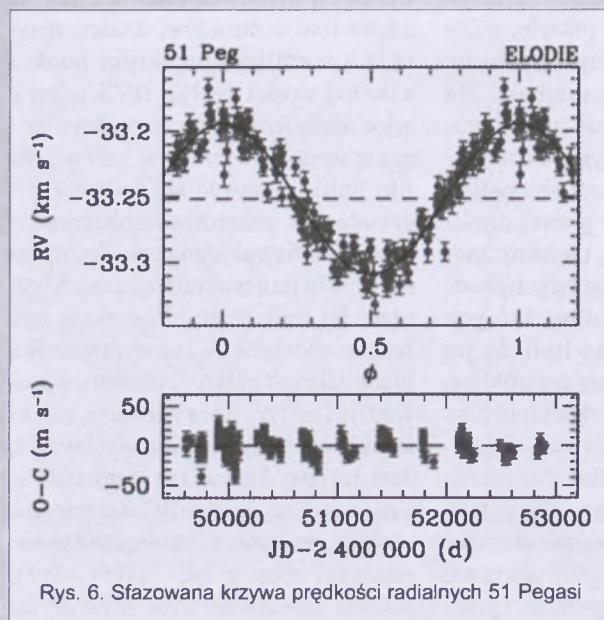
Historia odkrycia i badań 51 Pegasi b

Wiele grup obserwatorów na całym świecie starało się odkryć pierwszą planetę wokół gwiazdy podobnej do Słońca, jednak żadna z nich z pewnością nie spodziewała się odkrycia planety o masie Jowisza w odległości zaledwie 0,05 jednostki astronomicznej, czyli w odległości ponad 100 razy bliższej niż odległość Jowisza od Słońca i prawie 7,5 razy bliższej niż odległość od Słońca pierwszej planety naszego układu — Merkurego. Teoretycy nie przewidzieli istnienia takich planet jak gorące jowisze i po odkryciu 51 Peg b mieli spore kłopoty z wyjaśnieniem, w jaki sposób planeta jowiszowa może przemieścić się tak blisko swego słońca (to, że nie mogła ona powstać w tak bliskiej odległości od gwiazdy można było wykluczyć

w oparciu o modele formowania gazuowych olbrzymów). W tej sytuacji pojawiły się alternatywne modele próbujące wyjaśnić krzywą prędkości radialnych 51 Pegasi (rys. 6) w inny sposób niż poprzez obecność planety. Najlepiej jednak będzie opowiedzieć o wszystkim od początku.

Szwajcarscy astronomowie z Obserwatorium w Genewie, Michel Mayor i Didier Queloz donieśli o odkryciu planety wokół 51 Pegasi 6 października 1995 r. podczas konferencji Cool Stars, Stellar Systems, and the Sun, odbywającej się we Florencji. Wyznaczony przez nich z krzywej prędkości radialnych okres wyniósł 4,23 dnia, a półamplituda zmian w krzywej 59 ± 3 m/s, co przekłada się na dolną granicę masy planety równą $0,47 M_J$. Po doniesieniach Mayora i Quelzoza pomiary prędkości radialnych 51 Pegasi wykonali w połowie października amerykańscy astronomowie Geoffrey Marcy i Paul Butler wraz ze swymi współpracownikami. Po dwóch miesiącach obserwacji uzyskali 100 pomiarów prędkości radialnych, wyznaczając okres planety na 4,21 dnia i półamplitudę na $51,0 \pm 1,5$ m/s, co dało dolne ograniczenie na masę planety $0,41 M_J$. Swoje pomiary Michel Mayor i Didier Queloz opublikowali pod koniec listopada w czasopiśmie *Nature*, natomiast Geoffrey Marcy i Paul Butler dwa tygodnie później, w grudniu w *Bulletinie Amerykańskiego Towarzystwa Astronomicznego*. Na początku 1996 r. zaczęły pojawiać się prace teoretyków, próbujących wyjaśnić powstawanie planet takich jak 51 Peg b tzw. mechanizmem migracji planet olbrzymów w dysku protoplanetarnym, we wczesnej fazie formowania się układów planetarnych. Jednak już rok później pojawiły się prace sugerujące, że krzywa prędkości radialnych 51 Pegasi może być generowana nieradialnymi pulsacjami.

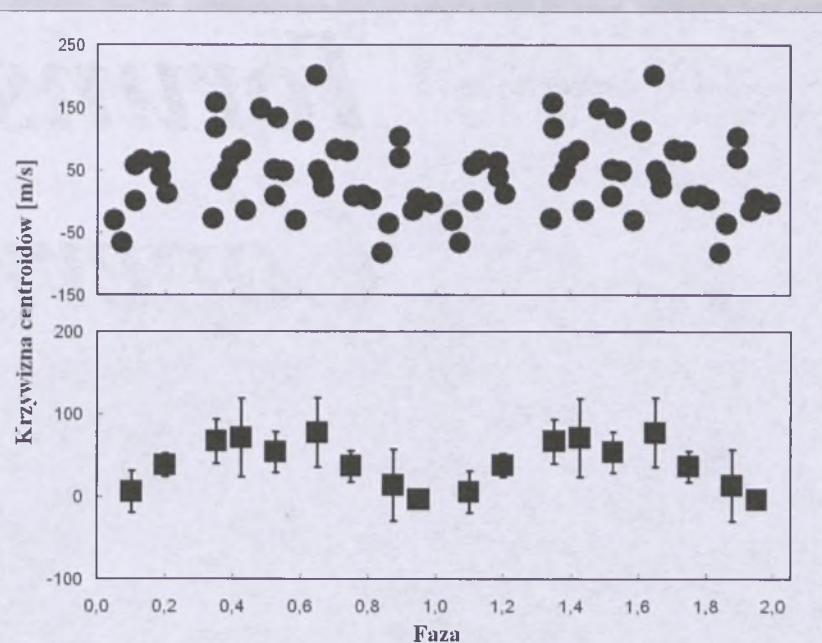
Pierwszą pracą podającą jako alternatywne wyjaśnienie krzywej prędkości radialnych 51 Pegasi nieradialne pulsacje tej gwiazdy był opublikowany w lutym 1997 r. krótki, w formie listu do czasopisma *Nature* artykuł kanadyjskiego astronoma Davida Graya, który od dawna używał metody centroidów do badania fotosfer gwiazdowych. Dysponował on 39 widmami 51 Pegasi zebranymi przez siebie w latach 1989—1996 w ramach projektu badania aktywności magnetycznej gwiazd. Widma 51 Pegasi zostały uzyskane przez Graya za pomocą 1,2-m teleskopu Uniwersytetu w Zachodnim Ontario, wyposażonego w spektrograf coudé o rozdzielczości $R = \lambda/\Delta\lambda = 100\,000$, co pozwalało na bardzo dokładne badanie zmienności profili linii widmowych, a właściwie profilu jednej tylko linii neutralnego żelaza na długości fali $6252,57 \text{ \AA}$. Dla tej linii Gray wyznaczył rozpiętość prędkości centroidów (BVS) w kolejnych chwilach czasu, po czym sfazował je z okresem wyznaczonym z krzywej prędkości radialnych przez Mayora i Quelzoza, równym dokładnie 4,2293 dnia. Sfazowana krzywa BVS nie zdawała się zawierać w sobie na pierwszy rzut oka żadnej okresowości, jednak po uśrednieniu kolejnych punktów pomiarowych co 0,1 fazy zaczęły się one układać wzduł sinusoidy o półamplitudzie 45 m/s, a więc dość bliskiej półamplitudzie w krzywej prędkości radialnych. Ten rezultat oraz fakt, że Mayor i Queloz wykonywali obserwacje spektrografem o rozdzielczości ponad dwa razy mniejszej (rozdzielcość używanego przez nich spektrogrału ELODIE wynosiła 42 000), skłoniły Davida Graya do wysunięcia wniosku, że krzywa prędkości radialnych 51 Pegasi jest generowana nieradialnymi pulsacjami, a nie ruchem gwiazdy pod wpływem obecności planety. Dokładniejszą analizę wykonanych przez siebie obserwacji Gray przeprowadził wspólnie z astronomem z Obserwatorium McDonald w Teksasie, Artim Hatzem. Praca ukazała się w listopadzie tego samego roku. Autorzy przeprowadzili powtórną analizę obserwacji wykonanych teleskopem w Ontario i w funkcji fazy okresu wynikającego z krzywej prędkości radialnych 51 Pegasi przedstawili tym razem krzywi-



Rys. 6. Sfazowana krzywa prędkości radialnych 51 Pegasi

znę centroidów (BC). Znów na pierwszy rzut oka w sfazowanej krzywej BC nie było widać żadnej okresowości, jednak po uśrednieniu pomiarów co 0,1 fazy zaczęły się one układać wzduż sinusoidy (rys. 7).

Jednak już trzy miesiące później ukazała się kolejna praca poświęcona 51 Pegasi, w której zostały przedstawione pomiary prędkości radialnych oraz analiza zmienności profili linii widmowych uzyskanych 1,5-m teleskopem na Mount Hopkins w Arizonie, wyposażonym w spektrograf o rozdzielczości $R = 50\,000$. Ponieważ rozdzielczość widm była zbyt mała, żeby wykonać precyzyjne pomiary zniekształceń profili linii widmowych metodą centroidów, autorzy posłużyli się inną, bardziej zaawansowaną techniką tzw. dekompozycji funkcjami Hermite'a. W wyniku tej analizy otrzymali oni górną granicę na zmienność profili linii w widmie 51 Pegasi, która okazała się niezgodna z wynikami Graya i Hatzesa. Był to sygnał wskazujący, że hipoteza planetarna może się jednak okazać prawdziwa, a hipoteza nieradialnych pulsacji błędna. Okazało się, że ten sygnał nie był fałszywym alarmem. Na samym początku stycznia 1998 r. w tym samym numerze *Nature* ukazały się dwie prace: pierwsza autorstwa Davida Graya przedstawiająca wyniki jego nowych obserwacji teleskopem w Ontario i druga autorstwa Artiego Hatzesa ze współpracownikami, przedstawiająca wyniki obserwacji 2,7-m teleskopem Harlana Smitha w Obserwatorium McDonald wyposażonym w spektrograf o rozdzielczości 220 000. Wyniki obydwu prac były jednoznaczne — profile linii w widmie 51 Pegasi nie ulegały okresowym zmianom, krzywe BVS i BC były stałe w czasie z chaotycznym rozrzutem na poziomie 100 m/s dla pojedynczych linii i na poziomie 20 m/s po uśrednieniu pomiarów dla wszystkich analizowanych linii. Nieradialne pulsacje jako źródło prędkości radialnych 51 Pegasi mogły zostać wykluczone. Najlepszym wyjaśnieniem okresowej zmienności w prędkościach radialnych pozostała planeta typu Jowisza. Oczywiście planeta wokół 51 Pegasi została dodatkowo potwierdzona poprzez brak zmienności w krzywej jasności na poziomie większym niż 0,02 mag. 51



Rys. 7. Krzywa BC linii neutralnego żelaza Fe I 6252,57 Å otrzymana przez Graya i Hatzesa z obserwacji 51 Pegasi teleskopem w Ontario, sfazowana z okresem wynikającym z pomiarów prędkości radialnych uzyskanych przez Mayora i Quelosa, przed uśrednieniem punktów pomiarowych co 0,1 fazy (górný panel) i po ich uśrednieniu w fazie (dolny panel)

Pegasi b utrzymała pozycję pierwszej pozasłonecznej planety wokół gwiazdy podobnej do Słońca.

Jednak w następnych latach zostały odkryte gwiazdy, dla których dowiedziono poprzez pomiary zmienności profili linii widmowych metodą centroidów oraz poprzez pomiary fotometryczne, że ich krzywe prędkości radialnych są generowane na skutek obecności plamy na powierzchni rotującej gwiazdy. Należy do nich między innymi odkryta w 2001 r. przez Szwajcarów w Obserwatorium Haute-Provence przy pomocy tego samego teleskopu i spektrografofco 51 Pegasi b, gwiazda HD 166435. W jej krzywej prędkości radialnych występuje okresowość, do której dość dobrze można dopasować 3,8-dniową orbitę o ekscentryczności 0,2 i półamplitudzie 83 m/s, co odpowiada planecie o dolnej granicy masy Msini(r) równej 0,6 M_J. Nie jest to jednak kolejny gorący jowisz, ale plama na powierzchni szybko rotującej młodej gwiazdy nachylonej do naszej linii widzenia pod dość ostrym kątem 30 stopni, co powoduje, że znajdująca się blisko bieguna gwiazdy plama nie znika nigdy z naszego pola widzenia, zniekształcając z okresem rotacji gwiazdy profile jej linii widmowych, co skutkuje przesunięciami tych minimów,

przekładającymi się na obserwowane prędkości radialne.

Jak widać, poszukiwanie pozasłonecznych planet nie jest zadaniem łatwym i wymaga dużej ostrożności w interpretacji danych obserwacyjnych. Historia ich poszukiwań pokazuje, że łatwo możemy pomylić planetę z placą bądź pulsującą gwiazdą, chociaż czasami, jak w przypadku 51 Pegasi, pomyłka może nastąpić w drugą stronę. Niemniej jednak musimy pamiętać o tym, że większość z odkrytych pozasłonecznych planet to dopiero kandydatki na planety, których potwierdzenie będziemy musieli osiągnąć za pomocą precyzyjnych pomiarów astrometrycznych, a najlepiej poprzez bezpośrednią detekcję orbitalnymi teleskopami wyposażonymi w koronografy bądź wykorzystującymi tzw. technikę interferometrii z zastosowaniem do wygaszenia światła gwiazdy i uzyskania obrazów krążących wokół nich planet.

Grzegorz Nowak jest doktorantem w Centrum Astronomii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu. Przedmiotem Jego badań są planety pozasłoneczne i zjawiska, które mogą je imitować

Toruńskie Copernicana*



Toruń to miasto Kopernika. Tu urodził się Wielki Astronom i od wieków w Toruniu doceniana jest Jego wielkość i rola w historii ludzkości. Jego imię przyjęło istniejące od przeszło 400 lat Gimnazjum Toruńskie, jego imię nosi szpital miejski, fabryka słynnych pierników toruńskich, Książnica Miejska, Uniwersytet i wiele innych instytucji.

Pierwszy pomnik Kopernika ufundował dla Torunia już w 1766 r. hrabia Józef Jabłonowski. Popiersie Astronoma wykonał rzeźbiarz krakowski Wojciech Rogowski. Rajcy Miejscy uznali jednak, że pomnik ten nie jest dość okazały i zamiast przed ratuszem, postawili go w miejscowym kościele parafialnym, w kaplicy chrzcielnej, gdzie Kopernik był ochrzczony, tuż pod epitafium Astronoma, które zostało tam ulokowane już w końcu XVI w. Sami zaś zamówili pomnik bardziej godny Kopernika u Berela Thorvaldsena. Zmieniona sytuacja polityczna nie pozwoliła wtedy na odsłonięcie tego pomnika w Toruniu i stanął on w roku 1830 w Warszawie, przed Pałacem Staszica. Wielki Astronom siedzi wygodnie, jak gościowi przystało, i uważnie obserwuje to wszystko, co dzieje się w samym sercu naszej dumnej stolicy. W Toruniu zaś stanął inny pomnik, według projektu rzeźbiarza F. Tiecka. A stało się to dopiero w roku 1853, czyli uplynęło od

tego momentu nieco więcej niż 150 lat.

Kilkanaście lat później duch Kopernika zmobilizował światłą część społeczeństwa Torunia i Pomorza do zwarcia swych sił do wysiłku intelektualnego i dania świadectwa polskości tych ziem, wbrew propagandzie okupanta. I tak w roku 1985 powstało Towarzystwo Naukowe w Toruniu — nie Toruńskie, ograniczające się tylko do Torunia, a w Toruniu, działalnością swą obejmującą cały nasz kraj i kraje sąsiednie. Towarzystwo to było pierwszą polską organizacją naukową na Pomorzu. TNT w swym statucie postanowiło odbywać doroczne Zebrania Plenarne w dniu rocznicy urodzin Wielkiego Toruńczyka. I ten wymóg statutowy spełniany jest do dzisiaj.

450 rocznica urodzin Kopernika w 1923 r. dała okazję do różnego rodzaju zgromadzeń patriotycznych w Toruniu. Trzeba przypomnieć, że Toruń, po latach niewoli, odzyskał niepodległość dopiero w 1920 r. Tym większy był tu wybuch radości i dumy narodowej, zwłaszcza pod patronatem Rodaka, Mikołaja Kopernika. W tym czasie zjechali do Torunia astronomowie polscy ze wszystkich ośrodków astronomicznych.

* Fragment przemówienia na Sesji w Pałacu Staszica w dniu 10 grudnia 2007 r. z okazji zakończenia wydania *Opera Omnia Mikołaja Kopernika*. O Sesji patrz s. 74 w tym zeszytce.

Tu radzili nad stanem i potrzebami astronomii polskiej. Powołali do życia Polskie Towarzystwo Astronomiczne, zdecydowali o utworzeniu Narodowego Instytutu Astronomicznego. Ta ostatnia idea po drugiej wojnie światowej przekształciła się w koncepcję Centralnego Obserwatorium Astronomicznego PAN, by w końcu, 50 lat po narodzeniu się idei, zostać zrealizowana w postaci Centrum Astronomicznego im. Mikołaja Kopernika PAN w Warszawie, które jest dzisiaj znakomitym ośrodkiem badań astrofizycznych.

Zainspirowani uroczystymi obchodami rocznicy urodzin Kopernika nauczyciele i młodzież słynnego Gimnazjum Akademickiego w Toruniu rozpoczęli studiowanie dzieła Kopernika i za pomocą instrumentów astronomicznych poznawanie ciał i zjawisk niebieskich w założonym tam szkolnym obserwatorium astronomicznym. Młodzież odbywała seminaria kopernikowskie, a w rocznicę urodzin Kopernika — akademie kopernikowskie. Ta tradycja rocznicowych akademii odrodziła się po drugiej wojnie światowej w postaci ogólnomiejskich Wieczornic Kopernikowskich, najpierw pod patronatem Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii i przedwojennego opiekuna Kółka Astronomicznego w Gimnazjum, profesora Jana Szyca, a później w postaci Wieczornicy Kopernikańskiej w Muzeum Okręgowym, mieszczącym się w Ratuszu Staromiejskim w Toruniu. I trwa to do dzisiaj. Obok wykładów, astronomicznego i „historycznego”, jest zawsze jakaś specjalna wystawa i krótki koncert. Dzięki rozbudowanej ciągle świadomości kopernikańskiej przez Toruński Oddział Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii doszło do organizacji w Toruniu, w domu urodzin Wielkiego Astronoma, Muzeum Mikołaja Kopernika, które powstało w połowie lat 1960. i jest oddziałem Muzeum Okręgowego w Toruniu. Od początku lat 1960. Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii prowadziło starania o budowę w Toruniu popularnego, w ówczesnej nomenklaturze, „Ludowego” Obserwatorium Astronomicznego i Planetarium**. Z idei tej udało się zrealizować tylko organizację Planetarium w 1994 r. nazwanego im.



Pomnik Mikołaja Kopernika pod toruńskim ratuszem. Fot. Andrzej Romański

Profesora Władysława Dziewulskiego, organizatora Uniwersytetu w Toruniu i jego Obserwatorium Astronomicznego. Położone na terenie zespołu staromiejskiego Torunia przyjęło już przeszło 2 miliony widzów i jest jednym z najlepszych, choć nie największym, planetarium polskich.

Działalność młodzieży w Gimnazjum Toruńskim doprowadziła do nadania imienia Mikołaja Kopernika tej szkole w roku 1927. To imię szkoła nosi do dzisiaj i ciągle odbywają się tam rocznicowe akademie kopernikowskie.

Imię Mikołaja Kopernika było też magnesem, który przyciągnął do Torunia profesorów i inny personel Uniwersytetu Stefana Batorego z Wilna, który po drugiej wojnie światowej pozostał poza granicami naszego państwa. Razem z profesorami Uniwersytetu Jana

Kazimierza we Lwowie założyli w Toruniu Uniwersytet Mikołaja Kopernika (decyzja rządowa o utworzeniu UMK ma datę 24 sierpnia 1945 r.) Z konwojem USB przyjechało do Torunia troje astronomów — tylko tylu ocalało z pożogi wojennej. Byli to prof. Władysław Dziewulski, doc. Wilhelmina Iwanowska i dr Stanisław Szeligowski. Władysław Dziewulski, były rektor USB i senior konwoju, stał się od razu aktywnym organizatorem nowego uniwersytetu i przez 2 kadencje pełnił funkcję prorektora. Ale też natychmiast rozpoczął starania o organizację astronomicznego warsztatu pracy, czyli obserwatorium astronomicznego. Pisał listy do władz i znanych sobie astronomów, których efektem były nadchodzące do Torunia instrumenty i książki. Wśród tych przesyłek był znany z pio-

** Szerzej na ten temat w „Postępach Astronomii” nr 2/1994, s. 82–87.

nierskich badań na przełomie XIX i XX w. astrograf Drapera, który nadszedł do Torunia w 1947 r. ze słynnego Obserwatorium Harvarda w Cambridge w USA. Od tej chwili rozpoczęły się intensywne poszukiwania miejsca na obserwatorium, negocjacje z władzami na temat przyznania uniwersytegowi wybranych terenów i budowa pierwszego pawilonu obserwacyjnego. Wszystko tu było nowe: nowe wymogi budowlane w dziewiczym terenie, dziwny, kulisty i obrotowy dach, dziwny instrument na oddzielnym słupie itp. Na szczęście astronomowie przywieźli z Wilna rysunki tamtejszego pawilonu obserwacyjnego i po adaptacji udało się go szybko zbudować. Kupuła drewnianej konstrukcji została całkowicie zbudowana w Toruniu i zajmując całą szerokość drogi na przestrzeni 12 km przewieziona z Torunia do miejscowości Piwnice, gdzie wybrano miejsce na Obserwatorium Astronomiczne Uniwersytetu Mikołaja Kopernika. Ewenementem na dzisiejsze nawet czasy był sposób umieszczenia kupyły na prawie dwupiętrowym budynku — bez dźwigu, po równi pochyłej, zupełnie tak samo jak przed wiekami zawisł dzwon Tuba Dei, największy średniowieczny dzwon w Polsce, na wieży kościoła św. Janów w Toruniu (dzisiejsza Katedra Toruńska). I w połowie 1949 r. rozpoczęły się w Piwnicach regularne obserwacje astronomiczne, które trwają do dzisiaj. Później dostawiano tam nowe pawilony z kopułami, nowe teleskopy, w tym największy w Polsce 90 cm teleskop optyczny systemu Schmidta-Cassegraina (którym wykonane przez mnie zdjęcia zdobią okładki jubileuszowego wydania dzieł Kopernika) i radioteleskopy. Największemu w Polsce i Europie Środkowej 32 m radioteleskopowi profesor Wilhelmina Iwanowska w czasie uroczystej ceremonii chrztu w 1994 r. nadała imię Mikołaja Kopernika.

Nieopodal gmachu Gimnazjum i Liceum Mikołaja Kopernika w Toruniu stoi gmach Towarzystwa Naukowego. Ma już przeszło 120 lat. Zbudowany w czasach zaborów jako „Muzeum”, stał się istotną na Pomorzu ostożą polskości. Tu rozpoczęły się kolekcje archeologiczne i inne stanowiące zaczątek Muzeum Okręgowego w Toruniu. Tu rozpoczęło się organizowanie biblioteki nazwanej Książnicą Miejską im. Mikołaja Kopernika.



Gmach Towarzystwa Naukowego w Toruniu. Źródło: Wikipedia

nika, tu rozpoczęły się serie wydawnicze dokumentujące przeszłość okolicznych ziem, które są kontynuowane do dzisiaj. Tu wreszcie po drugiej wojnie światowej przybyli z Wilna uczeni znaleźli miejsce pracy i naukowej refleksji oraz ponownego zagłębiania się w literaturze bogatych zbiorów księgozbioru TNT. Towarzystwo Naukowe w Toruniu stało się forum kontaktów naukowych powstającego do życia środowiska naukowego Torunia.

Obchody 410 rocznicy śmierci Kopernika w 1953 r. dały pierwszy impuls do badań kopernikowskich w Toruniu. Pionierem tych badań był profesor Karol Górska, historyk, mediewista. To On zainteresował tym tematem swych uczniów i odegrał później bardzo ważną rolę w przygotowaniach naukowych do pięćsetnej rocznicy urodzin Astronoma. Epokę Wielkiego Toruńczyka, Jego życie i działalność zaczęli dokumentować tak znani dzisiaj uczeni, jak Marian Biskup, Zenon Hubert Nowak, Stefan Cackowski i inni. Najpierw chodziło o sprawy polskości Kopernika, o pochodzenie i związki rodzinne, o dom i środowisko, w którym wzrastał. Później doszła do tego działalność publiczna Astronoma, stosunki na terenach, gdzie przyszło Mu żyć i działać, czyli w Prusach Królewskich i na Warmii. Współpracujący z historykami astronom z Poznania Jerzy Dobrzycki dociekał tajników warsztatu naukowego Wielkiego Astronoma. Odkrycie w archiwum Gimnazjum Toruńskiego portretu

Astronoma, którego technologia malarzka pochodziła z epoki bliskiej czasom życia Kopernika, jak to udowodnił Leonard Torwird z Wydziału Sztuk Pięknych Toruńskiego Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, otworzyła rozdział studiów nad ikonografią Astronoma.

W okresie zbliżającego się 500-lecia urodzin Wielkiego Toruńczyka nastąpiła istna koncentracja badań związanych z postacią i epoką Kopernika. Towarzystwo Naukowe w Toruniu stało się ośrodkiem badań, popularyzacji i wydawcą dzieł naukowych i popularnonaukowych stanowiących niejako fundament merytoryczny przygotowań jubileuszowych. Publikowano liczne artykuły, recenzje i notatki w wydawanych przez TNT od 1908 r. „Zapisach Historycznych” i wydawano materiały źródłowe związane z Prusami Królewskimi w okresie życia Kopernika. Powołano specjalną Komisję Kopernikowską pod przewodnictwem Wilhelminy Iwanowskiej, która koordynowała różne prace i inicjatywy przygotowujące do obchodów kopernikowskich w Toruniu i w ziemi chełmińskiej.

Astronomowie toruńscy swoje przygotowania zaczęli od studiów nad epoką i dziełem Mikołaja Kopernika. Epokę i historię Prus Królewskich pomagał im poznawać prof. Karol Górska przez specjalnie dla astronomów prowadzone wykłady i seminaria. Astronomię Kopernika pomagał im poznawać Jerzy Dobrzycki, wtedy już z Warszawy. Razem

czytaliśmy i omawialiśmy poszczególne księgi *De Revolutionibus*. Wykłady ówczesnego docenta Jerzego Dobrzczyckiego pozwalały astronomom zgłębić matematykę Kopernika, jego rozumienie niektórych zjawisk astronomicznych i funkcjonowanie używanych przez niego instrumentów. Ta wiedza przyczyniła się znacznie do kompetentnego głoszenia później wykładów i pogadanek o astronomii Mikołaja Kopernika, jego epoce i działalności. A z tymi wykładowymi astronomowie jeździli po całym prawie świecie — do USA i Kanady, do krajów europejskich i do wschodnich sąsiadów.

Staraniem Towarzystwa Naukowego w Toruniu i wspomnianej wyżej Komisji Kopernikowskiej została wydana seria książeczek popularnonaukowych, tzw. Biblioteczka Kopernikańska, której celem było przybliżenie czytelnikom postaci i dzieła Wielkiego Toruńczyka oraz jego epoki. W Biblioteczce tej znalazły się pozycje omawiające dom i środowisko rodzinne Mikołaja Kopernika, miasto, w którym się urodził, jego działalność publiczną, jego warsztat pracy itp. Astronomowie skupili się oczywiście na treściach astronomicznych dotyczących zarówno epoki, w której żył Kopernik, nowego obrazu świata kreślonego przez Niego, jak i czasów współczesnych. Niektóre pozycje miały po kilka wydań i swe wersje lub tłumaczenia obcojęzyczne angielskie, niemieckie, czeskie, a nawet hiszpańskie i esperanto. Słownem, Biblioteczka Kopernikańska TNT cieszyła się wielkim uznaniem i powodzeniem. Poza tą serią wydawniczą, w cyklu prac popularnonaukowych TNT wydane zostało *Mikołaja Kopernika „O Obrotach”*, księga I, z przedmową i poświetlaniem Jerzego Dobrzczyckiego — ta pozycja miała dwa wydania.

Największym wydarzeniem Roku Kopernikowskiego 1973 były w Toruniu międzynarodowe kongresy naukowe: Colloquia Copernicana i obrady Nadzwyczajnego Kongresu Międzynarodowej Unii Astronomicznej z symposium na temat współczesnych badań Systemu Słonecznego. Wiele miesięcy wcześniej Toruń, jak każda dobra gospodyna, przygotowywał się do przyjęcia tych gości. A porządki trzeba było robić w bardzo wielu dziedzinach — od zwykłego zamiatania miasta i mycia np. ścian wewnętrz gotyckich kościołów toruń-

skich, budowę hoteli (które otrzymały nazwy Kosmos i Helios), po taki drobiazg, jak plan Torunia. Toruń od wieków miał duże znaczenie strategiczne, ale po wybudowaniu pierścieni fortyfikacji wokół miasta w końcu XIX w. i osadzeniu tu znacznego garnizonu różnych wojsk stał się miastem „fortecą”. I ta sytuacja trwała do lat 70. XX w. Trzeba było wielu starań, aby ten nimb tajemniczo wojskowej Twierdzy Toruń choć trochę przełamać i aby odpowiednie wysokie, a nawet najwyższe czynniki PRL, zgodziły się na opublikowanie planu Torunia z zaznaczonymi zabytkami związanymi z Kopernikiem. A i tak plan ten był mało wiarygodny, bo przecież trzeba było tego czyhającego na pożarcie nas imperialistycznego wilka zmylić. I tak na wydanym wtedy planie np. linia kolejowa biegła po lewej stronie drogi, choć w rzeczywistości była po prawej, a ulica krótka była na planie dłuża i kręta. Wszystkie proporcje były zmienione, ale jednak przełamany został mit tajemniczy i uczestnicy kongresów dostali do ręki pierwszy w PRL plan miasta Kopernika.

Na Instytucie Historii Nauki i Techniki PAN spoczywał trud przygotowania merytorycznych i wydania materiałów Colloquia Copernicana, ale toruńczycy, pracownicy Uniwersytetu Mikołaja Kopernika i PAN-owskich placówek naukowych w Toruniu odpowiedzialni byli za tzw. organizację lokalną tych imprez. Trud organizacji naukowej i „lokalnej” imprez Nadzwyczajnego Kongresu Międzynarodowej Unii Astronomicznej spoczywał na pracowników Instytutu Astronomii UMK. Miałem przyjemność przewodniczenia Komitetowi przygotowującemu obie te imprezy w Toruniu oraz uczestnicząłem w międzynarodowym komitecie naukowym Symposium MUA „Exploration of the Solar System” w randze sekretarza tego gremium (de facto p.o. przewodniczącego) i później redaktora, wraz z dr Cecylią Iwaniszewską, materiałów tej konferencji. Trzeba pamiętać, że nie było wtedy poczty elektronicznej, a na telefoniczne połączenie międzymiastowe trzeba było czekać parę godzin. Telefonowanie za granicę było już problemem kilku dni oczekiwania, zaś wysyłka paczki z materiałami do druku do zagranicznego wydawcy musiała przejść odpowiednią procedurę sprawdzającą i uzyskać

łaskawą zgodę. Z przysłowiowymi kłodami rzucanymi pod nogi mieli do czynienia wszyscy w naszym kraju pracujący nad upamiętnieniem dzieła i życia naszego genialnego Astronoma.

Pomnikiem życia i dzieła Mikołaja Kopernika w Toruniu z okazji Jego 500 rocznicy urodzin jest campus Uniwersytetu Jego imienia. Był to ówcześnie pierwszy w Polsce projekt, całkowicie od nowa, kompleksowo zaplanowany na obrzeżach miasta miasteczka uniwersyteckiego. I choć de facto cały Toruń jest miastem uniwersyteckim, to jednak dzięki rocznicy kopernikowskiej i tej inwestycji Uniwersytet Jego imienia zdobył nowy wyraz, nowe laboratoria i nowe przestrzenie rozwoju. I campus służy dziś rozrosłej do 45 tys. braci studenckiej i jej różnorodnym potrzebom, oraz przeszło 4-tysięcznej kadrze naukowej 15 wydziałów kopernikańskiej uczelni.

Obok Uniwersytetu-pomnika, powstały też w okresie obchodów 1973 r. inne pomniki mające wskazywać na ścisłe związki miasta z Kopernikiem. A to zbudowano wielkie astrolabium i ustwiono je na ważnym komunikacyjnie placu, w innym miejscu postawiono artystyczną wizję Systemu Heliocentrycznego, gdzie indziej dużych rozmiarów zegar słoneczny itp. itd. Ta tendencja trwa do dzisiaj. Niedawno wielki zespół marketów nazwano Galerią Kopernikowską, Książnicę Miejską przemianowano na Książnicę Kopernikowską, a jedną z fontann w centrum miasta przebudowuje się, aby nadać jej kształt Systemu Słonecznego Kopernika. Mamy nadzieję, że wkrótce będzie wędrowała po niebie planetoida „Toruń”.

Toruń jest naprawdę miastem Kopernika, tradycją kopernikańską żyje i ją pielegnuje. Tym bardziej, jako przedstawiciel środowiska naukowego Torunia cieszę się, że Instytut Historii Nauki i Techniki PAN ukończył wydanie dzieł wszystkich Mikołaja Kopernika mimo wszelkich przeciwności losu. Gratuluję cierpliwości i wytrwałości w pokonywaniu napotykanych przeszkód, i osiągniętego rezultatu.

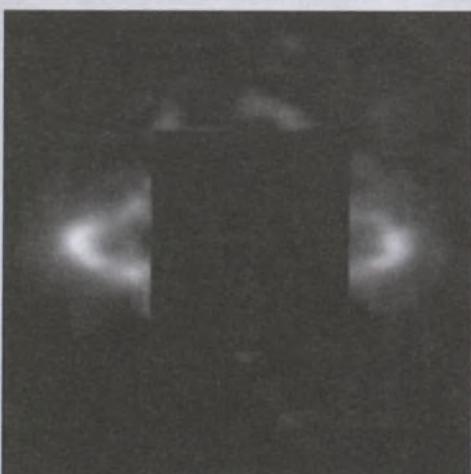
Autor jako Prezes Towarzystwa Naukowego w Toruniu na wspomnianej Sesji przypominał o tym, jak duch Kopernika żyje w Toruniu

Załążki życia w planetarnym dysku

Astronomowie z Carnegie Institution odkryli pierwsze dowody wskazujące na to, że w dysku czerwonego pyłu otaczającego odległą gwiazdę występują złożone cząsteczki organiczne. Sądzi się, że gwiazda o nazwie HR 4796A leżąca w odległości 220 lat świetlnych od Ziemi znajduje się w późnej fazie ewolucji, tej, w której powstają planety.

Obserwacji gwiazdy w świetle podczerwonym dokonano przy użyciu Wielooptywnego Spektrometru Bliskiej Podczerwieni zamontowanego na teleskopie kosmicznym Hubble'a. Uczni odkryli, że światło z zakresu widzialnego i podczerwonego ulegające rozproszeniu na materii dysku otaczającego gwiazdę jest nienaturalnie czerwone. Barwę taką dają duże organiczne molekuły węglowe zwane tholinami. Struktury widmowe nie pasują do żadnych innych substancji barwiących na czerwono, np. tlenku żelaza. W dzisiejszych czasach tholinie nie powstają w sposób naturalny, gdyż tlen w ziemskiej atmosferze szybko spowodowałby ich rozpad. Wydaje się więc prawdopodobne, iż związki te istniały miliardy lat temu na prymitywnej Ziemi i stały się prekursorami biomolekuł, z których powstały żywe organizmy. Tholinie odkryto również na innych obiektach naszego Układu Słonecznego np.: w kometa, na księżycu Saturna, Tytanie. Odkrycie dotyczące gwiazdy HR 4796A jest pierwszym doniesieniem o występowaniu tholinu poza Układem Słonecznym.

Gwiazda ma około 8 mln lat i znajduje się w gwiazdozbiorze nieba połu-



Obraz dysku gwiazdy w promieniach widzialnych i podczerwonych. „Dziura” znajdująca się w środku dysku mogłaby pomieścić cały Układ Słoneczny.
(Fot. John Debes)

dniowego, Centaurze. Jej masa i temperatura dwukrotnie przekraczają masę i temperaturę Słońca i jest dwudziestokrotnie od niego jaśniejsza. Pyłowy dysk wirujący wokół gwiazdy odkryto w 1991 r. Odkrycie to stało się czołowym dowodem przyłapania układu planetarnego w pierwotnej fazie tworzenia.

Źródło: sciencedaily

(kw)

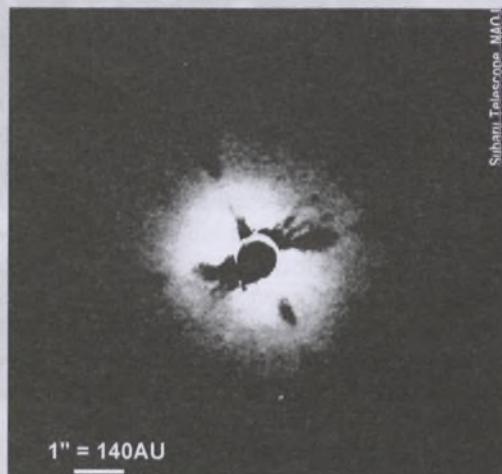
Czy tu powstają planety podobne do Ziemi?

Wydaje się, że małomasywny dysk wokół małomasywnej gwiazdy może być miejscem powstawania planet podobnych do Ziemi. Grupa japońskich astronomów, za pomocą japońskiego teleskopu Subaru uzyskała obrazy okologwiazdowego dysku wokół młodej, małomasywnej gwiazdy FN Tau. Gwiazda ta znajduje się w obszernym obszarze tworzenia się gwiazd w gwiazdozbiorze Byka w odległości 460 lat świetla od Ziemi. Jej wiek jest oceniany na 100 tys. lat, a masa na 1/10 masy Słońca. Astronomowie użyli koreografu z optyką adaptywną na 8-m teleskopie japońskim na Hawajach.

Okologwiazdowy dysk jest mieszaniną gazu i pyłu wokół młodej, nowo powstałej gwiazdy. Dyski występują prawie we wszystkich podobnych do Słońca gwiazdach we wczesnych fazach ich ewolucji, a planety zwykle powstają w dyskach. Możemy też mówić o „dyskach protoplanetarnych”, ponieważ stałe cząsteczki

dysku zderzają się ze sobą i przylegają do siebie, tworząc „planetozymale”, które w czasie kolejnych procesów zlepiania się mogą utworzyć obiekty o masach „planetarnych”. Wobec takiego scenariusza powstawania planet badania młodych gwiazd i otaczających je struktur jest niesłychanie interesujące i wiele grup badawczych podejmuje trud badań takich obiektów. Dotychczas odkryto około 270 planet wokół odległych gwiazd, ale wszystkie te odkrycia zostały dokonane jako wnioski płynące z innych, tzw. pośrednich metod. Tu relacjonowane uzyskanie obrazu dysku wokółgwiazdowego daje nadzieję na bliskie już bezpośrednie obserwacje planety pozasłonecznej.

Obserwacje dysków protoplanetarnych nie są sprawą łatwą. Są małe i ich jasność jest znacznie słabsza od ich centralnej gwiazdy. Dotychczas znane jest tylko kilka przypadków uzyskania obrazów dysków, w tym tylko dwa dyski wokół gwiazd podobnych do Słońca. Wszystkie gwiazdy były znacznie masywniejsze niż Słońce. Relacjonowany przypadek dotyczy gwiazdy znacznie mniejszej niż Słońce i dysku znacznie mniej masywnego niż dotychczas obserwowane. Poprzedni rekord detekcji małomasywnego dysku należał do gwiazdy TW Hya, której dysk jest 7 razy bardziej masywny niż FN Tau.



Dysk wokół FN Tau jest klasyfikowany jako protoplanetarny dysk optycznie gruby, zwarty i prawie dokładnie okrągły. Jego promień oceniono na 260 jednostek astronomicznych, co jest wielkością podobną do innych obserwowanych dysków. W dysku nie znaleziono żadnych struktur, spiral, ramion i innych anomalii. Masa dysku jest oceniana na 6% masy gwiazdy centralnej, co stanowi rekordowo małą wielkość.

Jakie planety mogą powstawać w dysku wokół FN Tau? Wszystkie dotychczas odkryte planety są raczej dużymi, podobnymi do Jowisza planetami gazowymi. Najmniej masywna egzoplaneta ma masę 5 razy większą od masy Ziemi. Ponieważ dysk wokół FN Tau otacza gwiazdę o bardzo małej masie, przypuszcza się, że zawiera on podobne do Ziemi planety. Co więcej, prowadzone analizy wskazują na to, że tylko podobne do Ziemi planety mogą się w tym dysku tworzyć. Brak planet podobnych do Jowisza w dysku FN Tau jest zgodny z teoretycznym oczekiwaniem astronomów.

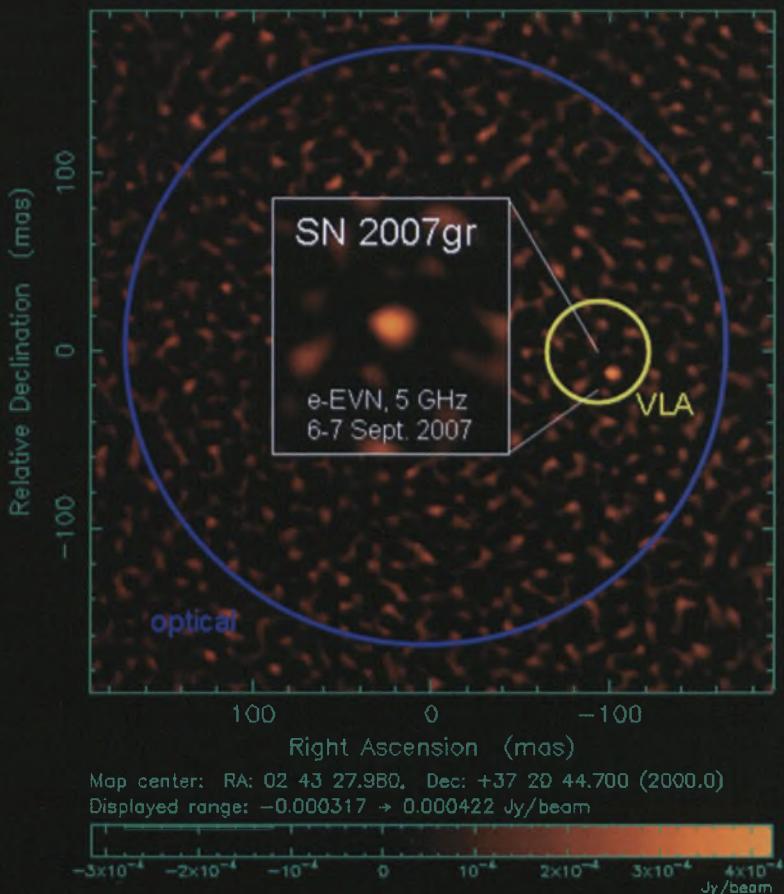
Źródło: Subaru Telescope, NAOJ
Pressrelease Feb. 8.08

(aw)

**Do artykułu A. Mareckiego
„e-VLBI — interferometria
wielkobazowa w czasie rze-
czywistym” (patrz. s. 61)**

Rys. 4. Radiowy obraz supernowej SN2007gr uzyskany przy użyciu e-EVN z obserwacji 6/7.09.2007. Niebieski okrąg pokazuje rozdzielczość teleskopu optycznego, przy pomocy którego odkryto SN2007gr. Takie rozmiary ma nierozielony „punkt” w rozumieniu obserwacji optycznej. Żółty okrąg pokazuje rozdzielczość interferometru radiowego VLA. Rozdzielczość e-EVN to 7 milisekund kątowych, jednak supernowa jest na tym etapie swojej eksploracji — ok. 3 tygodni od wybuchu — wciąż nierozielona przez VLBI. Mimo że odległość do galaktyki NGC 1058, w której wybuchła SN2007gr, wynosi 23 mln lat świetlnych, supernowa jest wykrywalna radiowo techniką e-VLBI na poziomie 5,6 sigma. (Autor: Zsolt Paragi, Joint Institute for VLBI in Europe)

Residual I map. Array: EVN
SN2007GR at 4.974 GHz 2007 Sep 06



Soczewka grawitacyjna Q 0957 + 561 (17 mag., 6,1", wskazana na powiększeniu), NGC 3079 (11,5 mag.), PGC 28990 (15,4 mag.) i NGC 3073 (14 mag.). Fot. Mariusz Świętnicki – patrz listy czytelników na s. 50

Rho Ophiuchi

Fot. NASA / Caltech / L. Allen & D. Padgett



Urania
Postępy Astronomii

Międzynarodowa Olimpiada z Astronomii i Astrofizyki



Grupa polskich „olimpijczyków”. Od lewej: P.Polesiuk, Sz. Jędrzejewski, W. Świątkowski, P. Bienias, T. Smoleński

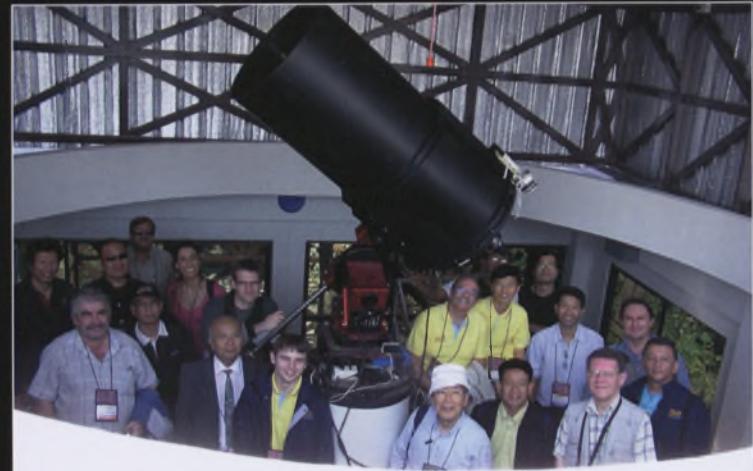


Symbol I Międzynarodowej Olimpiady z Astronomii i Astrofizyki

Patrz tekst na s. 78



Tomasz Smoleński z Radomia odbiera dyplom z rąk Ministra Edukacji Tajlandii



Grupa liderów zwiedza Obserwatorium Astronomiczne Sirindhorn Uniwersytetu w Chang Mai, wyposażone w 50-cm teleskop



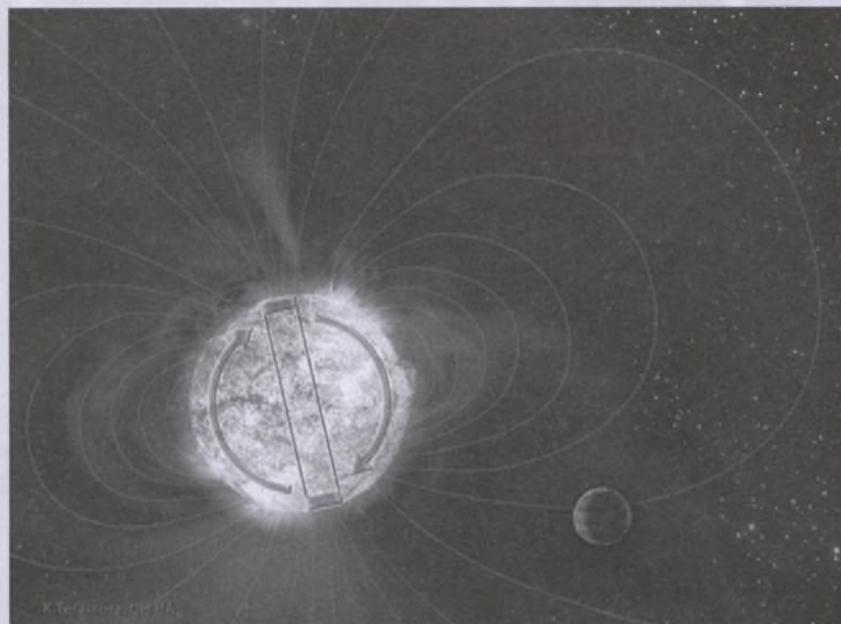
Zawodnicy biorący udział w I Międzynarodowej Olimpiadzie z Astronomii i Astrofizyki

Tau Bootis zmieniła biegunowość magnetyczną

Od wielu lat znany jest fakt, że Słońce zmienia kierunek swego pola magnetycznego co 11 lat. Teraz odkryto (po raz pierwszy) podobne zjawisko dla gwiazdy. Właśnie, podobna do Słońca gwiazda Tau Bootis w ciągu ostatniego roku zmieniła swe pole magnetyczne z północnego na południowe. Odkrycia tego dokonał międzynarodowy zespół astronomów za pomocą kanadyjsko-francuskiego-hawajskiego teleskopu na Hawajach. Liderami astronomów obserwujących Tau Boo byli Francuzi Jean-François Donati i Claire Moutou.

Zmiana biegunowości magnetycznej Słońca jest ściśle związana z okresem występowania plam słonecznych. Ostatnie minimum słoneczne, czyli okres, gdy plam słonecznych jest najmniej i kiedy właśnie następuje zmiana biegunowości magnetycznej, był w drugiej połowie roku 2007. Pierwsze plamy z nowego cyklu pojawiły się w styczniu 2008 r. Cykl zmian biegunowości pola magnetycznego Słońca ma bezpośredni wpływ na klimat na Ziemi. Niektórzy uczeni sądzą nawet, że z tym zjawiskiem związana była tzw. mała epoka lodowa w XVII w. Pole magnetyczne Ziemi też zmienia swoją biegunowość, aczkolwiek mniej często i nieregularnie.

Tau Bootis jest bardzo interesującą gwiazdą. Znajduje się w odległości 51 lat świetlnych od nas. Jest podobna do Słońca, chociaż trochę gorętsza i bardziej masywna (20%). Bardzo blisko jej powierzchni, bo w odległości 20 razy mniejszej niż odległość Ziemi od Słońca, krążą plane-



Pole magnetyczne gwiazdy Tau Bootis zmieniło swoją biegunowość magnetyczną z północnej na południową. Takie zjawisko, znane dotychczas tylko dla Słońca, zaobserwowano po raz pierwszy dla gwiazdy. Wydaje się, że częstotliwość jego występowania na tej gwiazdzie jest większa niż na Słońcu, a powoduje to interakcja z pobliską masywną planetą.

Źródło: Karen Teramura (UH IfA)

ta. Jest to planeta olbrzym, 6,5 razy bardziej masywna niż Jowisz. Jej bliskość i masa spowodowały, że gwiazda rotuje w okresie ruchu orbitalnego planety. Jest to dokładnie takie samo zjawisko, które doprowadziło do tego, że nasz Księżyc rotuje wokół Ziemi w ten sposób, że widzimy zawsze jego tę samą stronę.

Odkrycie zjawiska zostało dokonane w czasie obserwacji mających na celu uzyskanie szczegółowej mapy pola magnetycznego Tau Boo. Ponieważ astronomowie „przyłapali” tę gwiazdę w fazie zmiany pola magnetycznego w czasie prowadzonych przez dwa lata obserwacji, to pewnie zjawisko to na Tau Boo jest znacznie częstsze niż na Słońcu. Nie wykluczone, że bardzo masywna planeta, która potrafiła zmusić gwiazdę do szybszej rotacji, przyśpiesza również działanie jej maszyny magnetycznej. Astronomowie planują dalsze obserwacje, aby uchwycić moment ponownej zmiany biegunowości i lepiej zrozumieć rolę pola magnetycznego w gwiazdach i na Słońcu. (aw)

Źródło: University of Hawaii Press Releases, Feb. 2008.

na rozkładówce:

Młode gwiazdy w chmurze wokół Rho Ophiuchi



Chmury kosmicznego pyłu i osadzone w nich nowo narodzone gwiazdy świecą w podczerwieni — tu widziane przez teleskop kosmiczny Spitzera i pokazane w sztucznych barwach.

Jest to jeden z najbliższych nam obszarów formowania się gwiazd, część kompleksu chmur Rho Ophiuchi. Znajduje się on w odległości 400 lat świetlnych od nas na południowym skraju gwiazdozbioru Wężownika (Ophiuchus). Pokazany tu obszar rozciąga się na przestrzeni 5 lat świetlnych.

Po urodzeniu się w wielkiej chmurze zimnego molekularnego wodoru, nowo utworzona gwiazda ogrzewa otaczający pył i powoduje jego świecenie. Badania tego obszaru w promieniowaniu podczerwonym odkryły ok. 300 powstających lub nowo narodzonych gwiazd, których średni wiek jest oceniany na zaledwie 300 tys. lat. Przypomnijmy, że nasze Słońce ma 5 mld lat.

Fot. NASA / JPL-Caltech / L. Allen & D. Padgett

Google Earth — Sky

Współczesne urządzenia badawcze dostarczają coraz więcej informacji, powstają archiwa, w których są gromadzone dane w ilościach przekraczających możliwości ich bieżącej wyczerpującej analizy. Coraz więcej materiałów i baz danych dostępnych jest w obrębie sieci WWW. Jedną z udanych i interesujących prób udostępnienia części wspomnianych zasobów szerszej publiczności jest projekt Google Earth. Pod adresem <http://earth.google.com/> można znaleźć darmowy program Google Earth (na dzień dzisiejszy jest to wersja 4.2), który umożliwia dostęp do bardzo szczegółowych danych geograficznych: zdjęć satelitarnych, map, informacji turystycznych dotyczących wielu obszarów naszego globu. Autorzy programu oprócz wersji pracującej pod Windows oferują również wersje pracujące pod Linuxem oraz Mac OS.

Oprogramowanie łączy się z serwarami zawierającymi konkretne informacje w momencie, kiedy są one potrzebne — unika się w ten sposób ładowania plików „na zapas”, uzyskując jednocześnie wrażenie płynności, np. przy powiększaniu wybranego obszaru powierzchni Ziemi. Do dyspozycji mamy szereg tzw. warstw (mogą one być włączane lub niewidoczne) — np. na zdjęciu satelitarne miasta możemy nałożyć oznaczenia dróg i ulic, położenia hoteli, zobaczyć zdjęcia wybranych obiektów często będące dziełem użytkowników Google Earth. Mogą oni korzystać z tzw. Keyhole Markup Language — KML (szczegóły dotyczące tego ciągle rozwijającego się języka opartego na standardzie XML znajdziemy pod adresem <http://code.google.com/apis/kml/documentation/>), dzięki czemu są w stanie wzbogacić zasoby wykorzystywane

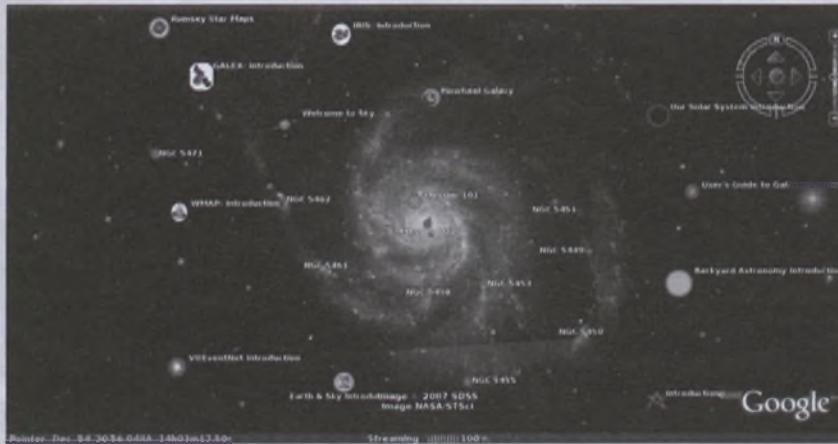
ne przez program, jak i sposoby ich użycia. Część narzędzi kodujących w KML operacje w rodzaju nałożenia nowego obrazu na już istniejącą warstwę jest dostępna z poziomu menu programu — ich użycie nie wymaga uprzedniej znajomości KML. W chwili obecnej oprócz zainteresowanych amatorów z Google Earth korzystają też naukowcy. Oto kilka tytułów abstraktów z ostatniego, grudniowego spotkania (2007 Fall Meeting) Amerykańskiej Unii Geofizycznej: „Innovative Uses of Google Earth to Facilitate Scientific Understanding of Meteorological Observations, Forecasts and Analyses”, „Google Earth Visualisations of Marine Automatic Identification System (AIS): Monitoring Ship Traffic in National Marine Sanctuaries”, „Google Earth as a Vehicle to Integrating Multiple Layers of Environmental Satellite Data for Weather and Science Applications”, „Google Earth for the Advancement of Science”. Pomiędzy czerwcem roku 2005 a wrześniem 2007 program Google Earth został pobrany ponad 250 milionów razy.

Od sierpnia ubiegłego roku Google Earth został wzbogacony o dodatkowy, bardzo ważny element — Sky. Jest on oparty na tej samej zasadzie, co część dotycząca Ziemi — na tle podstawowej warstwy przedstawiającej niebo widziane z danego miejsca obserwacji są umieszczone dodatkowe warstwy, których widoczność jest kontrolowana przez użytkownika. Pojawianie się coraz słabzych obiektów jest zautomatyzowane i zsynchronizowane z kątowym rozmieszczeniem obszaru nieba wypełniającym w danym momencie okno programu. Google Earth umieszcza swoje dane na kuli obserwowanej z zewnątrz, Sky korzysta z tych samych algorytmów do przedstawienia sfery niebieskiej obserwowanej od wewnętrz. Ostatnia wersja (4.2) daje

dostęp do szeregu warstw dostępnych poprzez rozbudowany katalog.

Podstawowymi źródłami obrazów wykorzystywanych przez program są: Digitized Sky Survey (DSS), Sloan Digitized Sky Survey (SDSS) i 130 zdjęć wykonanych z pomocą teleskopu Hubble'a (HST). Prosty przewodnik po programie pozwala szybko zapoznać się z jego podstawowymi możliwościami. Użytkownik wiedzący niewiele o astronomii może przejść do Centrum Edukacyjnego, gdzie czeka na niego przewodnik po galaktykach i krótki opis życia gwiazd. W oknie programu pojawi się omawiany jako przykład obiekt — stanowi on nie tylko ilustrację do tekstu, który widzimy w tym momencie w oddzielnej ramce, ale etykietka do niego dołączona prowadzi do bardzo nieraz obszernych źródeł informacji, w skład których wchodzą też takie bazy danych astronomicznych, jak SIMBAD czy NED, nie wspominając o licznych odnośnikach do analogicznych obiektów. Astronom amator dysponujący lornetką czy małym teleskopem też znajdzie coś dla siebie w kąciku podwórkowej astronomii (Backyard Astronomy). Oddzielną propozycją są warstwy pokrywające całe (albo prawie całe) niebo. Najprostsza to konstellacje w postaci linii łączących najjaśniejsze gwiazdy danego gwiadobioru. Możemy też nanieść na sferę niebieską ilustracje z map nieba Heweliusza, stare mapy Cassiniego (nie mylić z Giovanni Domenico Cassinim, który jest m.in. odkrywcą nazwanej na jego cześć planety w pierścieniach Saturna). Z nowych obserwacji dysponujemy m.in. mapami nieba w podczerwieni (IRIS) oraz mapami promieniowania tła uzyskanymi przez misję WMAP. Oczywiście posługując się „infrastrukturą” Sky, można nałożyć na siebie mapy czy obrazy uzyskane dla różnych zakresów widma i pochodzące z baz danych nieużywanych jeszcze przez Sky (lub wygenerowanych w ramach przyszłych obserwacji).

Poprzez katalog warstw można dobrać do tzw. dedykowanych obserwatoriów — chodzi o misje HST, Chandra, Spitzer, GALEX, IRIS (IRAS) oraz WMAP. Obrazy uzyskane przez te urządzenia można nakładać na aktywne już warstwy. Oferowany zakres widmowy obejmuje tu mikrofale, podczerwień, światło widzialne, nadfiolet oraz promieniowanie rentgenowskie. Dane wspomniane do tej pory są danymi archiwalnymi, uzyskanymi często przed kilku laty, albo i dawniej, jest jednak dostępna i warstwa dynamiczna (VOEventNet)



Podstawowe funkcje Sky — wszystko w jednym miejscu...

działająca na zasadzie łącza RSS i dostarczająca bieżące informacje integrowane natychmiast po otrzymaniu z obrazami Sky: dotyczy to błysków gamma i mikrosoczewkowania grawitacyjnego. Wiadomości o błyskach gamma są uzywane poprzez monitorowanie cyrkułarzy GCN oraz za pośrednictwem GRBLog. Informacje na temat ostatnich zaobserwowanych przypadków mikrosoczewkowania są otrzymywane z projektu OGLE.

Sky korzysta z wielu źródeł informacji, które można znaleźć w Internecie, pośród nich znalazła się nawet Wikipedia. Ale są też komentarze Earth & Sky Podcasts (zarówno w postaci tekowej, jak i krótkich plików dźwiękowych).

Główne celem twórców Sky było stworzenie narzędzia pozwalającego na sensowną integrację bogatych zasobów istniejących danych astronomicznych. Sky może być wykorzystywany w bardzo różnych celach, poczynając od pierwszych kontaktów z niebem i astronomią, można zbierać informacje o konkretnych obiektach czy typach obiektów, można udostępniać własne dane, kontaktować się z innymi użytkownikami programu czy używać Sky do badań naukowych, tak jak ma to już miejsce dla Google Earth. Przykładowo możemy nałożyć na siebie obrazy tej samej galaktyki w podczerwieni, ultrafiolecie i na falach radiowych. Gdy dysponujemy dużą ilością danych czy adresów internetowych wiążących się z danym obszarem nieba, to możemy je uporządkować tak, aby nie pojawiały się wszystkie naraz, zatykając przy okazji łącze internetowe, ale były dostępne stopniowo, np. w miarę powiększania obszaru na ekranie. Potrzebną do tego hierarchiczną strukturę danych można utworzyć z plików źródłowych napisanych w KML z użyciem dodatkowego narzędzia (darmowy program Regionator — <http://code.google.com/p/regionator/>). Inne narzędzie (wcs2kml — <http://code.google.com/p/wcs2kml/>) służy do dopasowania obrazów astronomicznych do projekcji używanej w Sky i do wygenerowania odpowiadającego tej transformacji skryptu w KML. Utworzone w jednym miejscu pliki KML mogą być przesłane pocztą elektroniczną np. do kolegów czy współpracowników, umożliwiając im dokonanie tych samych operacji na danych u siebie.

Szereg podstawowych informacji dotyczących Sky można znaleźć w pracy, z której m.in. korzystałem, pisząc tę notkę: „Sky in Google Earth: The Next

Frontier in Astronomical Data Discovery and Visualization” umieszczonej na serwerze arXiv (arXiv:0709.0752v2 [astro-ph] 10 Sep 2007). Autorami są Ryan Scranton, Andrew Connolly, Simon Krugh, Jeremy Brewer, Alberto Conti, Carol Christian, Craig Sosin, Greg Coombe oraz Paul Heckbert.

Roman Schreiber

Czyżby odkryto system planetarny taki jak nasz?

W połowie lutego 2008 r. prasa całego świata, za czasopismem „Science”, podała wiadomość o prawdopodobnym odkryciu systemu planetarnego podobnego do naszego. Dla nas miała ta wiadomość dodatkowy smaczek, bowiem odkrycie zostało dokonane przy udziale Polaków, a ścisłe zespołu OGLE Uniwersytetu Warszawskiego, mającego swą bazę obserwacyjną w Chile. W istocie odkryto dwie planety, pomniejszoną wersję Jowisza i Saturna, wokół gwiazdy odległej od nas o 5 tys. lat świetla. Odkrycie zostało dokonane przy pomocy zjawiska mikrosoczewkowania grawitacyjnego — obie planety zostały odkryte, gdy, widziane z Ziemi, przechodziły przed bardziej odległą gwiazdą i działając jak soczewka, wzmacniały jej blask. Nastąpiło bardzo duży, bo aż 500-krotne wzmacnienie jasności tej odległej gwiazdy. Zjawisko obserwowano przez 2 tygodnie, od końca marca do początku kwietnia 2006 r. Najpierw dostrzegł to polski program OGLE, kierowany przez prof. Andrzeja Udalskiego, w dniu 28 marca 2006 r. i stąd nazwa obiektu OGLE-2006-BLG-109. Zaalarmowani pojawiением się tego zjawiska astronomowie z wielu ośrodków na kuli ziemskiej (m.in. w Nowej Zelandii, Tasmani, Korei, Izraelu, Chile, na Wyspach Kanaryjskich i USA) śledzili pilnie jego przebieg, a prof. Andrew Gould z Ohio na bieżąco interpretował napływanające pomiary i koordynował całą akcję.

Najpierw w nadchodzących pomiarach fotometrycznych Gould dostrzegł dystorsję blasku, którą zinterpretował jako spowodowaną obiektem (planetą?) o masie Saturna. Niespełna dzień później, nowe zaburzenie blasku wskazywało na drugą, większą planetę wokół tej samej gwiazdy. W ciągu następnych miesięcy pracy nad tym zjawiskiem Scott Gaudi potwierdził, że pierwotna interpretacja była poprawna, a Dawid Bennett jeszcze bardziej uszczegolił pierwotny model zjawiska. Tak więc nowo odkryte planety wydają się być gazowe,

podobnie jak Jowisz i Saturn, ale mają rozmiary tylko 80% naszych olbrzymów. Krążą wokół gwiazdy o połowę mniejszej od naszego Słońca. Ta gwiazda posiada też znacznie mniejszy blask — emitemu tylko 5% energii naszej dziennej gwiazdy — i ma znacznie niższą temperaturę.

Wydaje się, że ten nowy system słoneczny jest małym analogiem naszego systemu. Większa planeta jest prawie tak samo masywna w porównaniu do masy gwiazdy, jak Jowisz do naszego Słońca. Mniejsza planeta ma też taki sam stosunek masy jak Saturn do Słońca w naszym układzie. Podobnie mniejsza z planet jest prawie dwa razy dalej od gwiazdy niż większa, zupełnie tak samo jak Saturn, który jest dwa razy dalej od Słońca niż Jowisz. Chociaż gwiazda jest znacznie słabsza od Słońca, temperatury obu planet są podobne do temperatur Saturna i Jowisza, ponieważ one znajdują się bliżej swej gwiazdy. Temperatura planety jest bardzo ważnym parametrem w procesie formowania się takiego obiektu, ponieważ wyznacza ona ilość materiału, jaki jest dostępny dla tworzenia się planety. Wielu badaczy sądzi, że największa planeta naszego systemu utworzyła się w miejscu Jowisza, dlatego że jest to najbliższe Słońcu miejsce, gdzie lód może się tworzyć.

Przypomnijmy, że dotychczas za pomocą zjawiska mikrosoczewkowania grawitacyjnego, w którego teorię ogromny wkład włożył niedawno zmarty, nieodziałowany profesor Bohdan Paczyński, odkryto 4 planety, co razem z obecnie relacjonowanym odkryciem powiększa tą liczbę do sześciu. Odkrycie dwóch planet „olbrzymów” w czasie jednego zjawiska mikrosoczewkowania pozwala sądzić, że tego rodzaju systemów planetarnych jest wiele w naszej Galaktyce. Ponadto wydaje się, że odkrycie planet usytuowanych w odległościach podobnych do naszego Jowisza i Saturna pozwala sądzić, że w tym układzie planetarnym jest jeszcze miejsce na planety podobne do Ziemi. Ich masa jest jednak za mała, aby je odkryć za pomocą efektów grawitacyjnych i innych technik stosowanych obecnie w poszukiwaniu planet. Ale autorzy odkrycia sądzą, że w przyszłości, techniki mikrosoczewkowania nowej generacji, wykorzystujące teleskopy na powierzchni Ziemi i w Kosmosie, będą zdolne udowodnić istnienie systemów podobnych naszego i z prawie wszystkimi naszymi planetami.

(aw)

Mikołaja Kopernika *OPERA OMNIA* — zwieńczenie dzieła

Koniec 2007 roku przyniósł łacińsko-polską edycję *Pism pomniejszych* Mikołaja Kopernika — tom zamykający jego *Dzieła wszystkie*, monumentalne i prowadzone z rozmachem przedsięwzięcie, dokumentujące i porządkujące dzieło największego polskiego uczonego.

Warmiński kanonik, urodzony w Toruniu a wykształcony w Krakowie i Italii, stał się sławny za sprawą dzieła *De revolutionibus* (Norymberga 1543), czyli *O obrotach*, w którym wyłożył kosmologię i matematykę świata heliocentrycznego. Wiemy o tym wszyscy. Zwykle jednak zapominamy, że wśród spuścizny po Koperniku zachowało się także kilka drobniejszych dzieł, pism i listów. Niektóre z nich były wydane za życia astronoma, inne krążyły po Europie w rękoipiennych kopiach, a jeszcze inne dotrwały do naszych czasów w pojedynczych egzemplarzach i teraz drzemią w archiwach. Jest tego niewiele, ale teksty te ukazują Kopernika nie tylko w roli uczonego, lecz także jako tłumacza prozy dydaktycznej, lekarza, administratora, ekonomistę czy epistografa.

Tom *Pism pomniejszych* Kopernika zawiera wiele smakowitych tekstów. Czytelnik znajdzie tu debiut książkowy uczonego, czyli jego tłumaczenie *Listów obyczajowych, sielskich i miłosnych* Teofilaka Symokatty, pisarza tworzącego w VII w. w Konstantynopolu, opublikowane w Krakowie w 1509 r. A zatem pierwsza była nie rozprawa astronomiczna, lecz literackie ćwiczenie w stylu renesansowym, polegające na przełożeniu greki na łacinę (tłumaczenia na język polski dokonał Jan Parandowski). Tak zaś rozpoczyna się traktat o reformie monetarnej, napisany przez astronoma, obserwującego nie ciała niebieskie, a psucie pieniądza, praktykowane przez zakon krzyżacki: „Choć nieskończona jest ilość plag, które zazwyczaj powodują upadek królestw, księstw i rzeczypospolitych, to moim zdaniem najgorsze są cztery: niezgoda, śmiertel-



MIKOŁAJ KOPERNIK
dzieła wszystkie

ność, jałowość ziemi i podły pieniądz” (tłum. Ewa Jolanta Głębicka). Zachowały się także do naszych czasów *Lokacje lanów opuszczonych* z lat 1516–1521 spisane przez Kopernika, pełniącego funkcję administratora dóbr kapituły warmińskiej i osadzającego w opustoszałych z powodu wojny gospodarstwach chłopów. Przykładowa notatka: „Jan objął 3 łany, z których zbiegły Astman; dostanie 1 krowę i czwartą część zasiewów, otrzyma zwolnienie z najbliższego czynszu, a po raz pierwszy zapłaci go w 1519 roku. Na okres 3 lat poręczyli zań tamże Brusien, Andrzej i Hensel. Działo się 29 stycznia 1517 w obecności pana kapelana i chłopca mego Hieronima” (tłum. Jerzy Drewnowski; to wydanie nie zawiera opublikowanych już wcześniej przez Mariana Biskupa przekładów polskich). Dodajmy, że łan to niecałe 17 hektarów. Z tego *Pisma pomniejsze* dowiemy się również, że wśród surowców zapisanych w receptach sporządzonych przez astronoma, cieszącego się sławą dobrego medyka, można znaleźć rumianek, ślaz i rutę, ale też dżdżownice, lisi olej, glinkę armeńską, bursztyn i koral. *Pisma pomniejsze* zawierają także 17 listów Kopernika z lat 1518–1541, pisanych do biskupów warmińskich Ferbera i Dan-

tyszka oraz do księcia Albrechta Hohenzollerna.

W omawianym tomie znalazło się oczywiście miejsce dla fragmentów astronomicznych. Najważniejszym z nich jest *Zarys podstaw astronomii*, znany także jako *Commentariolus* — to pierwsze sformułowanie heliocentrycznej teorii Kopernika na piśmie, pochodzące sprzed 1514 r. Edycja ta jest ewentualnie w skali światowej, gdyż daje pełny tekst łaciński z wariantami, sporządzony przez Jerzego Dobrzyckiego na podstawie trzech zachowanych rękopisów (żaden, niestety, nie wyszedł spod ręki astronoma z Fromborka) — w Austriackiej Bibliotece Narodowej w Wiedniu, bibliotece Królewskiej Akademii Nauk w Sztokholmie i w bibliotece King's College w Aberdeen. Tekstowi łacińskiemu towarzyszy polski przekład. Na początku Kopernik lapidarnie streszcza geometrię astronomii Klaudiusza Ptolemeusza i stwierdza: „[...] tego rodzaju system nie wydawał się ani dostatecznie doskonały, ani wystarczająco zgodny z rozumem”. Następnie przedstawia siedem założeń, które posłużą mu do konstrukcji nowego systemu. Drugie z nich brzmi tak: „Środek Ziemi nie jest środkiem świata, lecz tylko środkiem ciężkości i sfery Księżyca”. Ostatnie zdanie *Zarysu*, zapowiadające wielką rewolucję w nauce o Kosmosie, stwierdza: „Wystarczą więc w sumie 34 koła dla wyjaśnienia całej budowy świata i całego korowodu planet” (tłum. Jerzy Drewnowski). Dwa kolejne teksty astronomiczne Kopernika to: słynny *List przeciw Wernerowi* z 1524 r., w którym astronom z Fromborka odnosi się krytycznie do średniowiecznych teorii precesji, oraz zapiska z parametrami orbit planetarnych z należącego do astronoma notatnika, tak zwanego *Raptularzyka uppsalskiego*.

Łacińsko-polski wolumin *Pism pomniejszych* wieńczy wielotomową i wielojęzyczną (były wydania angielskie, francuskie i rosyjskie oraz publikacje faksymiliów rękopisów) edycję

Dzieł wszystkich Kopernika, której pół wieku temu podjął się zespół polskich historyków nauki i filologów. Przedsięwzięcie skupiało uczonych z różnych ośrodków w kraju, ale instytucjonalnego wsparcia udzieliła mu Polska Akademia Nauk, a pracami zawiadywał ośrodek, który pierwotnie był Zakładem Historii Nauki, powołanym do życia w 1954 r. w strukturach PAN, później zaś stał się funkcjonującym po dziś dzień Instytutem Historii Nauki PAN w Warszawie. To właśnie jeszcze w Zakładzie w 1958 r. zorganizowano Pracownię Badań Kopernikańskich, którą kierował najpierw Aleksander Birkenmajer, a następnie Paweł Czartoryski. Szczegółowo historię realizacji wydania *Dzieł wszystkich Koperni-*

ka omawia w przedmowie do *Pism pomniejszych* redaktor naukowy tego tomu, Andrzej Wyczański. Warto podkreślić, że mimo dużej rozpiętości w czasie kolejne tomy zachowały jednolitą, charakterystyczną i elegancką szatę graficzną. W przypadku ostatniego tomu duża w tym zasługa współpracy — Wydawnictwa Sejmowego.

Z tak doniosłej okazji, jaką było ukananie się *Pism pomniejszych*, 10 grudnia 2007 roku Polska Akademia Nauk zorganizowała uroczystą sesję, która odbyła się w Pałacu Staszica w Warszawie pod honorowym patronatem Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej oraz ze wsparciem i pod auspicjami Prezesa Polskiej Akademii Umiejętności, Towarzystwa Naukowego Warszaw-

skiego, Kasy im. Józefa Mianowskiego, Polskiego Towarzystwa Astronomicznego oraz Towarzystwa Naukowego w Toruniu. Zebranych powitał prezes PAN, prof. Michał Kleiber, który osobom związanym z edycją *Dzieł wszystkich Kopernika* od pierwszego do ostatniego woluminu wręczył listy gratulacyjne. W dalszej części sesji omówiono problemy redakcyjne i organizacyjne, towarzyszące edycji ostatniego tomu oraz całej serii *Dzieł wszystkich* (Andrzej Wyczański, Kalina Bartnicka i Jacek Sołtysiński), Andrzej Woszczyk przedstawił toruńskie *Copernicana*, a Michał Kukowski i Jarosław Włodarczyk dwagociały o przyszłości badań kopernikańskich.

Jarosław Włodarczyk

Zebranie Zarządu PTA w 85 rocznicę powstania Towarzystwa

W czwartek 15 lutego 2008 r. odbyło się w Toruniu Zebranie Zarządu Głównego Polskiego Towarzystwa Astronomicznego. Przypadało ono prawie dokładnie w 85 rocznicę powstania naszego Towarzystwa, bowiem PTA zostało powołane do życia w Toruniu na pierwszym, po odzyskaniu niepodległości, zjeździe astronomów polskich z okazji 450 rocznicy urodzin Mikołaja Kopernika 19 lutego 1923 r. Z tego powodu Zebranie miało szczególny charakter.

Przybyłych do Torunia astronomów powitał dziekan Wydziału Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej prof. Józef Szudy i dyrektor Centrum Astronomii UMK prof. Andrzej Kus. Akcenty 85-lecia PTA przewijały się w przemówieniach powitalnych, ale rozwinięły się w czasie przedstawienia książki „Sylwetki Astronomów Polskich XX wieku” (patrz ostatnia strona okładki), która właśnie ukazała się z okazji tej rocznicy i którą otrzymali wszyscy obecni członkowie Zarządu. Ale najbardziej „medialną” informacją związaną z rocznicą PTA była wiadomość, że staraniem astronomów toruńskich i ich przyjaciół, jedna z planetoid otrzymała imię „Toruń”. Będzie to

planetoida 12999 = 1981QJ2 odkryta przez astronoma amerykańskiego Teda Bowella z Obserwatorium Lowella w Arizonie 14 września 1981 r. Ted Bowell, jako odkrywca, ma prawo zgłosić propozycję nazwy i, nakloniony przez Tadeusza Michałowskiego z Poznania (absolwenta astronomii na UMK), taką propozycję złożył i została ona przyjęta przez Komisję Nazewnictwa Miedzynarodowej Unii Astronomicznej. Tak więc obok planetoid naszących imię polskich miast: Poznania, Warszawy i Wrocławia, miasto Kopernika będzie sławione również w Kosmosie.

W normalnym programie Zebrania było sprawozdanie Prezesa prof. Edwina Wnuka, z zebrania Europejskiego Towarzystwa Astronomicznego, które odbyło się w Leidzie w końcu stycznia br. Uczestniczyli w nim przedstawiciele prawie wszystkich narodowych towarzystw astronomicznych Europy. Było to pierwsze takie zebranie. Prezes mógł się przekonać o tym, jak ceniona jest astronomia polska w Europie, która ma nie tylko wyśmienite rezultaty badawcze, ale też sieć instytucji popularyzujących naukę o Wszechświecie na wysokim poziomie i aktywne organizacje

miłośników astronomii. Ponadto nasze czasopismo „Urania” jest jednym z najstarszych astronomicznych czasopism popularnonaukowych w Europie i wysoko oceniana zarówno za treści merytoryczne jak i szatę graficzną.

Najważniejszym celem zebrania EAS było wzajemne poznanie się oraz koordynacja działań w związku z Rokiem Astronomii 2009. Zacząć oczywiście trzeba od stron internetowych czytelnych dla wszystkich i zawierających podstawowe wiadomości o poszczególnych towarzystwach i ich działalności oraz dane kontaktowe. Problemy Roku Astronomii 2009 w Polsce zajęły dużą część czasu obrad Zarządu. Inne sprawy to oczywiście sprawy „Uranii–Postępów Astronomii”, sprawy finansowe Towarzystwa i inne bieżące sprawy, w tym dyskutowana na Zjeździe w Kielcach sprawa medalu za osiągnięcia naukowe. Zarząd jednogłośnie wypowiedział się za ustanowieniem „Medalu im. Profesora Bohdana Paczyńskiego”, który przyznawany byłby przez specjalną kapitułę za wybitne osiągnięcia badawcze w dziedzinie astronomii. Dalsze prace nad tą koncepcją odłożono do następnego zebrania.

(aw)

Pierwsza Międzynarodowa Olimpiada z Astronomii i Astrofizyki

Ogólnopolskie olimpiady przedmiotowe mają w Polsce już ponad 50-letnią tradycję. Jedną z najstarszych jest Olimpiada Astronomiczna, organizowana corocznie przez Planetarium Śląskie, począwszy od roku szkolnego 1957/1958.

Od ponad 45 lat, niezależnie od olimpiad przedmiotowych organizowanych w wielu krajach, uczniowie szkół średnich mogą również konkurować poziomem swej wiedzy z rówieśnikami z innych krajów, startując w międzynarodowych olimpiadach z matematyki, fizyki, informatyki, biologii, chemii i innych przedmiotów. Reprezentanci Polski wielokrotnie odnosili w tych zawodach duże sukcesy, na przykład w minionym roku zdobyli łącznie 23 medale, w tym 9 złotych, 7 srebrnych i 7 brązowych.

W roku 2007 do grupy międzynarodowych olimpiad przedmiotowych dołączyła olimpiada z astronomii i astrofizyki. Została ona zorganizowana przez Uniwersytet w Chiang Mai w Tajlandii, w dniach od 30 listopada do 9 grudnia 2007 r.

Z inicjatywą powołania Olimpiady Astronomicznej wystąpiła grupa astronomów z Tajlandii, a w pracach Komitetu Organizacyjnego brali udział również przedstawiciele Polski: przedwcześnie zmarły dr Waldemar Gorzkowski oraz dr Paweł Janiszewski, którzy przekazali swoje wieloletnie doświadczenia związane z organizacją Międzynarodowej Olimpiady Fizycznej. Opracowany regulamin Międzynarodowej Olimpiady z Astronomii i Astrofizyki zakładał między innymi, że mogą w niej uczestniczyć co najwyżej pięcioosobowe delegacje z poszczególnych krajów, przy czym żaden z uczestników nie może mieć ukończonych 20 lat w dniu 31 grudnia roku, w którym odbywają się zawody, a ponadto, każdy z uczestników musi być uczniem szkoły średniej lub jej absolwentem w roku zawodów. Uczniom może towarzyszyć co najwyżej dwóch opiekunów, tzw. „leaderów”, których obowiązkiem jest m. in. udział w pracach Lokalnego Komitetu Organizacyjnego, przełożenie tematów zadań z języka angielskiego na język ojczysty uczniów oraz kontrola prac zawodników własnego kraju.

W statucie przewidziano, że organizatorzy pokrywają wszystkie koszty pobytu zawodników i ich opiekunów w mieście Olimpiady, natomiast koszty podróży są opłacane przez Ministerstwa Edukacji krajów uczestniczących. Zgłoszenie delegacji do udziału w Olimpiadzie zobowiązuje dany kraj do podjęcia się organizacji zawodów w przyszłości. Zakres obowiązującego materiału jest zawarty w tzw. „syabusie”, który z dużym wyprzedzeniem został opublikowany na stronie internetowej I Międzynarodowej Olimpiady [www.ioaa.info].

Zawody Olimpiady składają się z dwóch części: w części pierwszej, praktycznej, zadaniem uczniów jest przeprowadzenie pod kontrolą organizatorów elementarnych obserwacji astronomicznych. Za poprawne wywiązywanie się z kilku prostych zadań obserwacyjnych zawodnicy mogą uzyskać maksymalnie 20 punktów. Uzupełnieniem części praktycz-

nej jest analiza dostarczonych wyników innych obserwacji, za co również można uzyskać co najwyżej 20 punktów. W drugiej części zawodów, tzw. teoretycznej organizatorzy przygotowują do rozwiązania 15 krótkich zadań (po 2 punkty każdy) oraz trzy dłuższe problemy, obejmujące łącznie 30 punktów (po 10 punktów każdy). Tak więc, maksymalnie z obu części zawodów można uzyskać 100 punktów.

Uczestnicy Olimpiady są klasyfikowani według liczby uzyskanych punktów. Jako kryterium przyznania złotego medalu Olimpiady przyjęto następującą zasadę: oblicza się średnią arytmetyczną trzech najlepszych wyników i uznaje się, że jest to poziom odniesienia (100%) dla pozostałych zawodników. Zawodnicy, którzy uzyskają liczbę punktów większą od 90% tak obliczonej średniej trzech najlepszych wyników, są nagradzani złotym medalem. Uczniowie, uzyskawszy co najmniej 78% punktów, otrzymują srebrne medale, zaś ci, którzy zgromadzili więcej niż 65% punktów — medale brązowe. Zawodnicy, zdobywając więcej niż 50%, a mniej niż 65% punktów, otrzymują dyplomy honorowe.

Ponadto wyróżnia się ucznia, który zdobył największą liczbę punktów, a także najlepszego zawodnika w części praktycznej i najlepszego zawodnika w części teoretycznej. Komitet Organizacyjny może również przyznać specjalne wyróżnienia, np. za szczególnie oryginalne rozwiązania zadań.

Stronę polską w I Międzynarodowej Olimpiadzie z Astronomii i Astrofizyki w Tajlandii reprezentowali laureaci 50. krajowej Olimpiady Astronomicznej:

- Szymon Jędrzejewski (tegoroczny absolwent VI LO w Radomiu),
- Piotr Polesiuk (uczeń I LO w Wałbrzychu),
- Witold Świątkowski (uczeń XIV LO we Wrocławiu),
- Tomasz Smoleński (tegoroczny absolwent VI LO w Radomiu),
- Przemysław Bienias (uczeń I LO w Łodzi).

W charakterze „leaderów” zawodnikom towarzyszyli: mgr Grzegorz Stachowski z Katedry Astronomii AP w Krakowie oraz autor niniejszego artykułu. Realizacja wyjazdu była możliwa dzięki specjalnej dotacji Ministerstwa Edukacji Narodowej, a także dzięki wsparciu finansowemu Akademii Pedagogicznej w Krakowie, Planetarium Śląskiego, Związku Nauczycielstwa Polskiego i Redakcji „Głosu Nauczycielskiego”. Sam wyjazd był poprzedzony dwoma trzydniowymi „obozami kondycyjnymi” w Krakowie i Chorzowie, mający na celu możliwie dobrze przygotowanie do udziału w Olimpiadzie.

I Międzynarodowa Olimpiada z Astronomii i Astrofizyki została zorganizowana dla uczczenia 80-lecia urodzin króla Tajlandii Ramy IX (przypadających w dniu 5 grudnia 2007), oraz 84 rocznicy urodzin księżniczki Galyani Vadhana. Jak się podkreśla, król Tajlandii od wczesnej młodości interesował się i nadal się interesuje astronomią, wielokrotnie wspierając różne przedsięwzięcia astronomiczne.

Miejsce organizacji Olimpiady nie zostało wybrane przypadkowo. Uniwersytet w Chiang Mai, będący organizatorem Olimpiady, należy do największych uczelni Tajlandii, a w jego ramach intensywnie pracuje grupa astronomów tajlandzkich na czele z prof. Boonraksarem Soonthornthumem, autorem licznych prac naukowych z dziedziny gwiazd zmiennych zaćmieniowych. W najbliższych czasie w górach Tajlandii na wysokości ponad 2200 m n.p.m. ma powstać duże obserwatorium astronomiczne, w którym zostanie umieszczony teleskop o średnicy zwierciadła 2,4 m.

Miasto Chiang Mai, zwane tajlandzką „Różą Północy”, jest położone na wysokości 300 m n.p.m., około 700 km na północ od Bangkoku. Pod względem wielkości i znaczenia jest drugim miastem Tajlandii. Chiang Mai zostało założone z końcem XIII w. i przez kilka stuleci było stolicą Królestwa Lanny, zwanego też Królestwem Miliona Pól Ryzowych. W samym mieście, które zachowało średniowieczny układ ulic i fragmenty murów obronnych, spotyka się liczne świątynie buddyjskie, a nad miastem, na wysokości ok. 1022 m n.p.m. góruje słynny w całej Tajlandii zespół świątyń Doi Suthep. We wnętrzu wspaniałej, złotej pagody znajdują się relikwie Buddy.

Ostatecznie w I Olimpiadzie wzięło udział 85 zawodników. Reprezentowane były następujące państwa: Azerbejdżan, Bangladesz, Białoruś, Boliwia, Brazylia, Chiny, Grecja, Indie, Indonezja, Iran, Korea, Laos, Litwa, Myanmar (Birma), Polska, Rumunia, Singapur, Słowacja, Sri Lanka (Ceylon), Tajlandia oraz Ukraina. W charakterze obserwatora wystąpił Nepal. Brak było przedstawicieli m. in. krajów Zachodniej Europy, Rosji, a także Stanów Zjednoczonych, Kanady i Australii. Mimo to, jak zauważono, w Olimpiadzie brali udział reprezentanci ponad połowy ludności świata.

Delegacja polska odbyła długą podróż z Warszawy przez Paryż i Bangkok. Na lotnisku w Chiang Mai organizatorzy powitali zarówno Polaków, jak i wszystkie inne delegacje tradycyjnym nałożeniem wieńców z kwiatów orchidei i pamiątkowym zdjęciem. Jeszcze w tym samym dniu odbyło się uroczyste spotkanie wszystkich delegacji, a wieczorem zawodnicy zostali zakwaterowani w kampusie uniwersyteckim, podczas gdy „leaderów” umieszczono w hotelu niemal w centrum miasta. Telefony komórkowe i laptopy zawodników zostały zdeponowane, aby uniemożliwić im jakiekolwiek porozumiewanie się na zewnątrz. W przypadkach awaryjnych, ewentualny kontakt mógł nastąpić tylko poprzez organizatorów.

W sobotę, 1 grudnia 2007 r. odbyła się uroczystość inauguracyjna, w trakcie której oprócz okolicznościowych przemówień nastąpiła prezentacja wszystkich uczestników. Po inauguracji zawodnicy wzięli udział w zwiedzaniu kampusu uniwersyteckiego, a wieczorem odwiedzili uniwersyteckie Obserwatorium Astronomiczne Sirindhorn, położone na stoku pobliskich gór.

W tym samym czasie odbyło się pierwsze zebranie Komitetu Olimpiady, w trakcie którego przedstawiono „leaderom” tematy zadań obserwacyjnych. Zostały one przedyskutowane i przełożone na języki ojczyste zawodników.

Zawody obserwacyjne polegały na wykonaniu pod nad-

zorem organizatorów kilku ćwiczeń, przy czym każdy uczestnik miał do dyspozycji lornetkę, a także prosty instrument przeziernikowy (celownicę), którym była rurka o długości około 40 cm i średnicy ok. 1 cm, umieszczona na statywie z monturą paralaktyczną. W tej części zawodów uczestnicy mieli za zadanie:

- poruszając celownicą wskazać przebieg równika niebieskiego,
- nastawić celownicę na punkt równonocy wiosennej,
- nastawić celownicę na najjaśniejszą gwiazdę w tzw. czworoboku Pegaza (oczywiście, zawodnicy nie mieli do dyspozycji atlasów nieba ani obrotowych map nieba),
- nastawić celownicę na gwiazdę α Arietis,
- zaczynając od gwiazdy α Tauri, przestawić celownicę o 35 stopni w kierunku północnym oraz 6 stopni w kierunku zachodnim (wzdłuż okręgów na sferze niebieskiej!), a następnie nastawić celownicę na najjaśniejszą gwiazdę w polu widzenia.

Używając lornetki, należało:

- na dostarczonej mapce Hyad zidentyfikować na niebie gwiazdę γ Tau i ocenić jej jasność przez porównanie z jasnością innych gwiazd w polu widzenia lornetki,
- narysować (zachowując odpowiednią skalę i kierunki) galaktykę M31 w Andromedzie.

Druga część tego etapu polegała na analizie danych obserwacyjnych. Na wstępnie przedstawiono krótki, wielokrotnie powtarzany film, będący animacją ruchu galileuszowych księżyców Jowisza, a zadaniem olimpijczyków było zidentyfikowanie księżyców i podanie ich nazw.

W kolejnym zadaniu, z analizy serii fotografii Księżyca, wykonanych pomiędzy 8 i 13 czerwca 2006 r., należało wyznaczyć moment pełni, a następnie obliczyć tzw. wiek Księżyca w dniu urodzin Alberta Einsteina (14 marca 1879). Istotnym elementem tego zadania było oszacowanie błędów. W zadaniu trzecim olimpijczycy otrzymali tabelę zawierającą współrzędne równikowe czterech ciał niebieskich dla każdego dnia danego roku. Należało podać nazwy tych ciał (były to: Słońce, Jowisz, Wenus i Mars), wskazać, który z obiektów mógł być najdłużej obserwowany w ciągu nocy w danym roku kalendarzowym, podać datę tej obserwacji, a w końcu nakreślić dla tej daty położenia wszystkich obiektów na schemacie Układu Słonecznego i obliczyć elongacje obiektów.

W części „teoretycznej” Olimpiady zawodnicy najpierw musieli udzielić odpowiedzi na 15 krótkich pytań. Oto niektóre z nich:

- *Pomiędzy południem 1 lipca a południem 31 grudnia upływa 183 dób słonecznych. Ile upływa dób gwiazdowych?*
- *Kometą obiegającą Słońce osiąga maksymalną odległość 31,5 AU, zaś minimalną odległość 0,5 AU. Podaj okres orbitalny komety.*
- *W jakiej długości fali najsilniej promienia gwiazda o temperaturze powierzchni 4000 K?*
- *Moc promieniowania supernowej jest 10^{10} razy większa niż Słońca. Jeśli taka supernowa świeciłaby na niebie tak jasno jak Słońce, w jakiej byłaby odległości?*
- *Krater na powierzchni Księżyca ma średnicę 80 km. Czy*

można dostrzec ten krater gołym okiem, jeśli średnica żrenicy oka wynosi 5 mm?

— Gdyby nastąpiło grawitacyjne zapadnięcie się Słońca do postaci nierotującej czarnej dziury, jaki byłby promień jej horyzontu zdarzeń (jej promień Schwarzschilda)?

Po wpisaniu odpowiedzi na specjalnym arkuszu, zawodnicy mieli do rozwiązyania trzy kolejne (znacznie trudniejsze) zadania, dotyczące:

1. Pozasłonecznej planety i jej temperatury powierzchni.
2. Układu podwójnego gwiazd.
3. Soczewkowania grawitacyjnego.

W pierwszym zadaniu podano promień szybkorotującej planety, jej albedo oraz odległość od gwiazdy o mocy promieniowania L. W rozwiązaniu należało obliczyć m. in. strumień dochodzącego promieniowania od gwiazdy do powierzchni planety, podać, jaka część dochodzącego strumienia jest absorbowana przez planetę, a także obliczyć średnią temperaturę planety, wynikającą z własności ciała doskonale czarnego.

W zadaniu drugim znane były masy gwiazd i odległość między nimi, a także prędkość kątowa w ruchu orbitalnym. Zakładając wolny przepływ masy między składnikami (przy ich niewielkich rozmiarach i braku rotacji), należało m. in.:

- obliczyć moment pędu i energię kinetyczną układu,
- podać relację pomiędzy prędkością kątową ω i odległością D pomiędzy gwiazdami,

— przyjmując, że w interwale czasu Δt gwiazda o masie M_1 traci masę ΔM_1 , obliczyć wartość $\Delta\omega$ w funkcji ω , M_1 , M_2 , i ΔM_1 .

W zadaniu trzecim należało m. in.:

- dowieść poprawności podanego wzoru na promień pierścieniowego obrazu powstałego w szczególnym przypadku, gdy źródło światła leży dokładnie na linii łączącej obserwatora i soczewkę grawitacyjną,
- obliczyć promień kątowy pierścienia dla podanych wartości liczbowych,
- ocenić, czy zdolność rozdzielcza teleskopu Hubble'a jest

wystarczająca dla dostrzeżenia struktury pierścienia rozpatrywanego w poprzednim punkcie.

Ocena rozwiązań poszczególnych zadań była dokonywana przez organizatorów, natomiast kserokopie zaszyfrowanych arkuszy odpowiedzi zostały przedstawione „leaderom”, którzy mieli obowiązek zapoznania się z rozwiązaniami własnych zawodników i mogli dokonać własnej oceny. Dla wyjaśnienia ewentualnych rozbieżności i ustalenia ostatecznej punktacji, organizatorzy przewidzieli specjalna sesję „moderating”. W przypadku delegacji polskiej rozbieżność w oceńach dotyczyła jedynie kilku szczegółów, które zostały bardzo szybko wyjaśnione.

Zakończenie I Olimpiady z Astronomii i Astrofizyki odbyło się przy udziale Ministra Edukacji Tajlandii, prof. Wichit Srisa-anu, przedstawicieli miasta Chiang Mai oraz Władc Uniwersytetu. Po podliczeniu zdobytych punktów okazało się, że dwa pierwsze miejsca zdobyli reprezentanci Tajlandii, zdobywając odpowiednio: 87,8 oraz 85,3 punktów (na 100 możliwych). Wśród grona złotych medalistów znaleźli się dwaj reprezentanci Polski: Tomasz Smoleński z Radomia oraz Przemysław Bienias z Łodzi. T. Smoleński uzyskał także specjalne wyróżnienie dla zawodnika, który zdobył największą liczbę punktów w części teoretycznej zawodów (59,2 na 60 możliwych). Pozostali zawodnicy (Sz. Jędrzejewski, W. Świątkowski i P. Polesiuk) uzyskali srebrne medale. W nieoficjalnej klasyfikacji polska delegacja zajęła trzecie miejsce, po Tajlandii i Indiach. Za polską drużyną uplasowali się zawodnicy z Chin, Rumunii i Indonezji.

Końcowym akcentem uroczystości finałowej było przekazanie delegacji Indonezji proporca Międzynarodowej Olimpiady z Astronomii i Astrofizyki. To właśnie Bandung w Indonezji (w pobliżu którego znajduje się słynne Obserwatorium Astronomiczne Bosscha) będzie miejscem, gdzie w dniach 19–28 sierpnia 2008 r. odbędzie się druga Międzynarodowa Olimpiada Astronomiczna. Kolejna, trzecia Olimpiada odbędzie się wiosną 2009 r. w Iranie.

Jerzy Kreiner

Dokończenie ze s. 50

Mijały więc epoki
Niestrudzony Atlas
Z czasem polubił niebo

Studiował je dokładnie i nie-
ustannie
Co musiał w końcu
Prznieść wartościowe wyniki

Dokonał wielu fascynujących
odkryć
Którymi dzielił się z parą alba-
trosów
Gniazdujących
Na potężnym masywie
Jego barku

Szczególną sympatią Atlas ob-

darzył
Konstelację obok Lutni

Wyobraża sobie
Ramiona rozpięte szeroko
Tors wyciągnięty na kaukaskiej
skale

Z pulsującą w okolicy podbrzu-
sza
Karmazynową gwiazdą —
Ciemną jak krew
Pulsującą jak ból

A niżej Orzeł
Nienasycony jak nienawiść
Samozwańczego pana Olimpu

Wreszcie na prawo Herakles
Błogosławiony oswobodziciel
Spryciarz, któremu Atlas
Szybko zapomniał

Pewien niesmaczny i okrutny
żart

Tak, tak, kochani
Wbrew wszelkiej logice
Atlas pokochał niebo

Kara wymyślona przez Zeusa
Przestała być dotkliwa

I — jak myśli sobie czasami
Nasz cierpliwy tytan
— Nie bez złośliwości —
Spełnia swoją dydaktyczną rolę

Kazamaty stały się obserwato-
rium
Wysokogórskie warunki
Zamiast odbierać oddech
Brakiem powietrza —

Pozwalają oglądać
Zapierające dech w piersiach
Niebieskie spektakle

Toteż Atlas
Niezbyt teskni za wolnością
Nie miota już przekleństw
Nie strąca z bezsilnego gnie-
wu
Kamiennych lawin

Podobny do gigantycznej ska-
ły
Porośniętej mchem
I gniazdami ptaków
Spogląda nieruchomo w niebo

W pozie
Bezgranicznego
Zdumienia
I zachwytu.

Szkolne obserwatorium CCD

Nocne niebo usiane gwiazdami, tajemnicze zjawiska przyrodnicze: wszystko to zachwyca swoim pięknem. Ludzie od niepamiętnych czasów obserwowały zachowanie przyrody. Starali się ją poznać, aby lepiej zrozumieć otaczający ich świat. Najstarszym detektorem było ludzkie oko. Jednak począwszy od Galileusza, zaczęto korzystać z coraz większej liczby przyrządów detekcyjnych i pomiarowych. Zakres obserwacji został znacznie rozszerzony, np. przez konstrukcję różnego typu coraz potężniejszych teleskopów, radioteleskopów, fotometrów, spektrometrów oraz kamer. Aktualnie nauka oddaje nam do dyspozycji matryce CCD. Po raz pierwszy zastosowano je w latach 70. ubiegłego stulecia w przemyśle filmowym. Później ich walory dostrzegła astronomia i zaczęła wykorzystywać je do rejestrowania promieniowania pochodzącego od ciał niebieskich. Dzisiaj dzięki nim lekcje szkolne mogą stać się ciekawsze i bardziej interesujące, każdy uczeń może przeprowadzić samodzielne obserwacje zarówno makro-, jak i mikroświata. Pomagają nam w tym m.in. liczne projekty europejskie.

W Niepołomickim Młodzieżowym Obserwatorium Astronomicznym realizujemy projekt europejski „Wszechświat w zasięgu ręki” — EU-HOU.

„Hands-On Universe, Europe” oferuje pomoc w nauczaniu astronomii w szkołach. Głównym celem EU-HOU jest unowocześnianie edukacji w zakresie nauk przyrodniczych. Rezultatem poznawania astronomii przy użyciu nowych technologii jest rozbudzenie zainteresowania nauką wśród uczniów. Projekt bazuje na rzeczywistych obserwacjach, dokonywanych przez uczniów za pomocą udostępnionych narzędzi i programów dydaktycznych. Są one projektowane przy bliskiej współpracy naukowców i nauczycieli, tak aby były pomocne w nauce astronomii.

Polski partner (Centrum Fizyki Teoretycznej; Polska Akademia Nauk) opracował projekt szkolnych obserwatoriów CCD. Podstawowym jego założeniem było stworzenie ogólnodostępnego, taniego i zarazem posiadającego ogromne walory dydaktyczne narzędzia.

Projekt jest oparty na wykorzystaniu ogólnodostępnych kamerek internetowych, odpowiednio przystosowanych do zastosowań astronomicznych (i nie tylko).

Podstawowa modyfikacja polega na wymianie oryginalnego obiektywu i zastosowaniu w jego miejsce innych narzędzi optycznych (teleobiektywów, teleskopów itp.). Dodatkowo dokonano niewielkiej zmiany w układzie elektronicznym, co umożliwiło wykonywanie ekspozycji dłuższych niż standardowe.

Oto najprostszy przykład takiego zestawu:

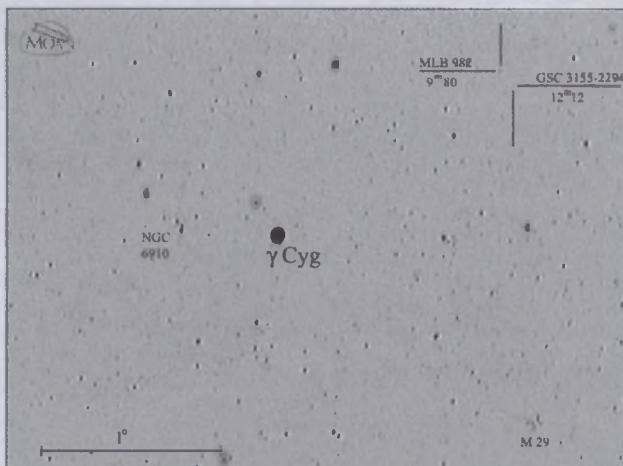


Na początek będzie potrzebny nam zwykły statyw fotograficzny. W miarę możliwości, możemy się pokusić o rozbudowę naszego zestawu o większe teleobiektywy, montaż paralaktyczny, itp.



Sam sprzęt to nie wszystko, potrzebne jest także odpowiednie oprogramowanie. Do tych celów został napisany program SalsaJ. Pozwala on na rejestrację obrazu z kamerki zarówno na czasach standardowych, jak i na długich okresach naświetlania. Oprócz tego, za jego pomocą można wykonać całą obróbkę cyfrową materiałów uzyskanych w czasie obserwacji. Należy dodać, że jest on darmowy oraz ciągle udoskonalany!

Oto przykład zdjęcia wykonanego przez taki zestaw (okolice gamma Cygni):



Można na nim dostrzec obiekty poniżej 11 wielkości gwiazdowej. Proszę zwrócić uwagę, że przy obiektywie o ogniskowej zaledwie 58 mm pole widzenia, jakie otrzymujemy, to jedynie $2,58 \times 3,44$ stopnia kwadratowego.

Nasze pierwsze obserwacje możemy rozpoczęć od obiektów nam najbliższych. Księżyca jest jednym z najwdzięczniejszych obiektów obserwacji. Często podziwiany nieuzbrojonym okiem, może odkryć przed nami kolejne swoje tajemnice. Liczne kraterы, nabierające przestrzennego kształtu w pobliżu terminatora, mogą zachwycić niejednego obserwatora.



Zdjęcie terminatora jest mozaiką kilkunastu ekspozycji złożonych w jeden obraz.

Jeśli dysponujemy filtrem słonecznym, możemy spróbować rozpocząć przygodę ze Słońcem. Także tutaj webkamera może okazać się przydatnym narzędziem. Przeprowadzić można obserwacje powierzchni Słońca (fotosfery), jak i przyrzuć się uważniej wybranej plamie słonecznej.



Należy podkreślić, że obserwacje Słońca wiążą się z ryzykiem **utraty wzroku** oraz uszkodzenia sprzętu. Warto je dokładnie zaplanować i przeprowadzić z dużą ostrożnością!!!

Kiedy nabierzymy odpowiedniego doświadczenia oraz swobody posługiwania się sprzętem, możemy rozpoczęć dalszą eksplorację naszego Układu Słonecznego.

Bez problemu odnajdziemy na nieboskłonie najjaśniejsze planety.



Powyżej zamieszczono zaledwie kilka przykładów zastosowania kamerki internetowej. Temat nie został tutaj w żaden sposób wyczerpany. Na niebie pozostaje jeszcze sporo obiektów, które czekają na „odkrycie” przez nas.

Duża wydajność kwantowa detektorów CCD w stosunku do innych odbiorników promieniowania umożliwia obserwację jasnych gwiazd zmiennych (najlepiej do 11 wielkości gwiazdowej). Do tych obserwacji zachęcamy dopiero po nabraniu odpowiednich umiejętności. Same obserwacje nie są trudne. Dłuższy i bardziej wymagający jest proces obróbki otrzymanych danych.

Program „Wszechświat w zasięgu ręki” — EU-HOU szkolnych obserwatoriów astronomicznych CCD można realizować z uczniami przeciętnymi, daje on jednak możliwość poszerzania i pogłębiania wiedzy uczniom zdolnym i zainteresowanym astronomią. Uczniowie mają możliwość wpływania na treść, przebieg zajęć i jej modyfikowanie. Nowoczesna szkoła stara się zapewnić każdemu ze swoich uczniów rozwijanie zainteresowań. Dzisiaj w każdej szkole jesteśmy w stanie zbudować takie obserwatorium CCD. Życzymy udanych obserwacji przy bezchmurnym niebie.

Monika Maślanięc

Łukasz Maślanięc

Młodzieżowe Obserwatorium Astronomiczne
w Niepołomicach

Strony internetowe:

1. <http://www.pl.euhou.net/>
2. <http://moa.home.pl/>
3. http://www.pl.euhou.net/index.php?option=com_content&task=blogcategory&id=29&Itemid=152
4. http://www.moa.home.pl/astro/obserw/obserw_eu-hou_soacd.htm

NGC 4388

α (J2000)	12 ^h , 25,7 ^m
δ (J2000)	+12° 40'
Gwiazdozbiór	Panna
Typ	Galaktyka spiralna SAb
Jasność fotograficzna	11,9
Jasność wizualna	11,3
Jasność absolutna Mv	-19,8
Rozmiar	6,3'×4,5'
Odległość	~16,7 Mpc
Prędkość radialna	+2540 km/s

17 kwietnia 1784 r. Wiliam Herschel zanotował tę galaktykę w swoim dzienniku i oznaczył numerem katalogowym H 2.168. Opis w katalogu NGC jest następujący: „bardzo słaba, wydłużona”.

Ze względu na niewielką jasność całkowitą i dość duże rozmiary trudno ją zaobserwować w teleskopach o średnicy mniejszej niż 20 cm. Przez 20-cm teleskop najłatwiej dostrzec galaktykę przy powiększeniu około 100–150 razy jako słabą, cienką poświatę wydłużoną w kierunku E-W. Przy znaczniejszych powiększeniach kompletnie zlewa się z tłem. W teleskopie o średnicy 25 cm można zauważyc, że centralna część galaktyki jest nieco jaśniejsza. Przy powiększeniu około 80 razy w polu widzenia okularu powinny być widoczne jednocześnie dwie duże galaktyki eliptyczne: M84

i M86 („Urania-PA” 4/2001), z którymi tworzy charakterystyczną konfigurację: trójkąt równoboczny. Rysunek NGC 4388 i jej sąsiadek wykonany przez tych rozmiarów teleskop załączony jest obok. Większe teleskopy pozwalają wyraźniej dostrzec podział na jaśniejszą, wydłużoną centralną część oraz zewnętrzną słabą poświatę, na którą składają się ciasno nawinięte ramiona spiralne. Ramion nie można jednak dostrzec oddzielnie, gdyż galaktykę tę obserwujemy prawie równolegle do płaszczyzny jej dysku i zlewają się one ze sobą. Galaktyka ta leży bardzo blisko geometrycznego środka wielkiej gromady galaktyk w Pannie utożsamianego z olbrzymią galaktyką eliptyczną M87 (Urana-PA 4/2001) — odległość pomiędzy nimi w rzucie na sferę niebieską wynosi tylko 1,2°, co odpowiada odległości około 350 kps (1,1 mln lat świetlnych). Co więcej, dynamiczny środek gromady galaktyk w Pannie leży w pobliżu galaktyki eliptycznej M86, a NGC 4388 jest od niego odległa tylko o około 0,5°.

NGC 4388 zaliczana jest do galaktyk typu Seyferta 2, czyli galaktyk spiralnych, w których widmach obserwuje się wąskie linie emisjyjne pochodzące z centralnych części, będące przejawem aktywności jądra. Jest to jedna z najbliższych galaktyk tego typu i pierwsza odkryta w gromadzie galaktyk w Pannie. Jest dość silnym źródłem promieniowania radiowego i rentgenowskiego. Średnica galaktyki wynosi około 40 kpc, jest więc nieco większa od Drogi Mlecznej.



Zdjęcie NGC 4388 wykonane przez teleskop Subaru na Hawajach. Pole widzenia zdjęcia to około 5'×3,5'. Na lewo, w góre od jądra galaktyki jest widoczny (zarejestrowany w specjalnych filtrach wąskopasmowych) wielki obłok zjonizowanej materii



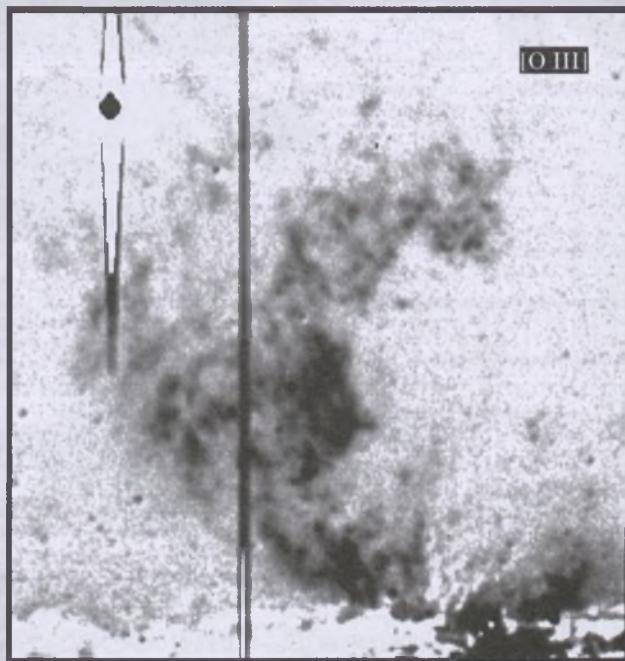
Rysunek okolic NGC 4388 (u góry rysunku) wykonany teleskopem o średnicy 25 cm przy powiększeniu 80x. W polu widzenia okularu są widoczne galaktyki eliptyczne M84 i M86 u dołu rysunku, które wraz z małą galaktyką NGC 4317 (w środku) tworzą zarys „twarzy” — NGC 4388 to „usta”

Jednak jej centralne obszary są znacznie bardziej aktywne. Obserwacje w linii wzbronionej tlenu O[III] ($\lambda = 500,7 \text{ nm}$) oraz linii H α pozwoliły stwierdzić, że wokół jądra znajdują się dwa bardzo rozległe i skomplikowane pod względem struktury obszary zjonizowanego gazu. Obszary te mają z grubsza kształt stożków, których wierzchołki są skierowane w kierunku jądra galaktyki. Stożki emisji są ustawione w przybliżeniu prostopadle do płaszczyzny dysku galaktyki. Wskazywać to może, że NGC 4388 zawiera jądro typu Seyferta 1 (obiekty te charakteryzują się szerokimi liniami emisyjnymi widocznymi w ich widmach), które zasłonięte jest przed nami przez gruby obłok pyłu międzygwiazdowego znajdujący się wokół jądra tej galaktyki i mający kształt torusa. Na poprawność tej hipotezy wskazuje niezależnie bardzo wysoka gęstość kolumnowa wodoru obserwowana w kierunku centrum galaktyki oraz jej jasność w zakresie promieni X szacowana na około $2 \cdot 10^{42} \text{ ergów}$, co jest dość typowe dla jąder typu Seyfert 1. W obrębie obu stożkowych obszarów znajdują się wydłużone, cienkie radiowe struktury obserwowane przez VLA, będące najprawdopodobniej strugami zjonizowanej materii wysyłanej przez aktywne jądro.

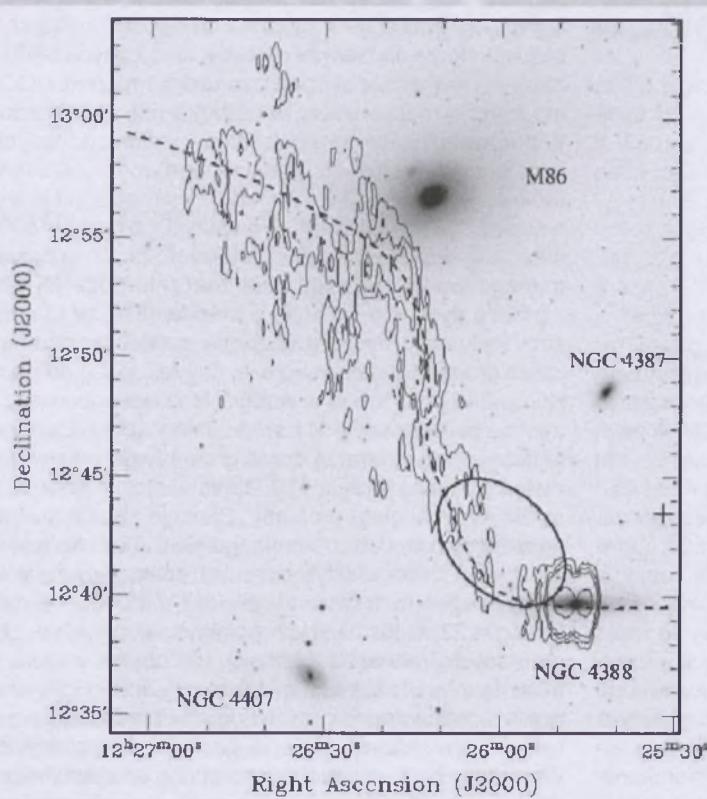
W zakresie promieniowania miękkiego X (energie fotonów poniżej 5 keV) gromada galaktyk w Pannie zdominowana jest całkowicie przez emisję promieniowania z M87: środek emisji pochodzącej z gorącego gazu międzygalaktycznego pokrywa się z tą galaktyką, silne promieniowanie X pochodzi ponadto z jądra M87 oraz strugi, która jest z niego emitowana. Pozostałe galaktyki w gromadzie mają jasność w tym zakresie widma na poziomie 1/100 jasności M87. Jednak w zakresie twardego promieniowania X (energie fotonów ponad 5 keV) okazuje się, że dla energii fotonów równej 8 keV i więcej najjaśniejszym źródłem promieniowania w gromadzie galaktyk w Pannie jest NGC 4388! W zakresie ponad 20 keV galaktyka ta całkowicie dominuje promieniowanie pochodzące z gromady. Nic dziwnego, że była ona pierwszą galaktyką typu Seyferta 2, której promieniowanie zarejestrował satelita INTEGRAL obserwujący w zakresie ekstremalnie twardego promieniowania X. Samo jądro udało się dostrzec z pomocą obserwatorium satelitarnego CHANDRA.

NGC 4388 porusza się z prędkością około 1500 km/s w stosunku do gromady, oddalając się od nas. Prędkość ta jest tak duża, że wciąż część astronomów wątpi, czy galaktyka ta należy do gromady i czy nie leży ona daleko za nią.

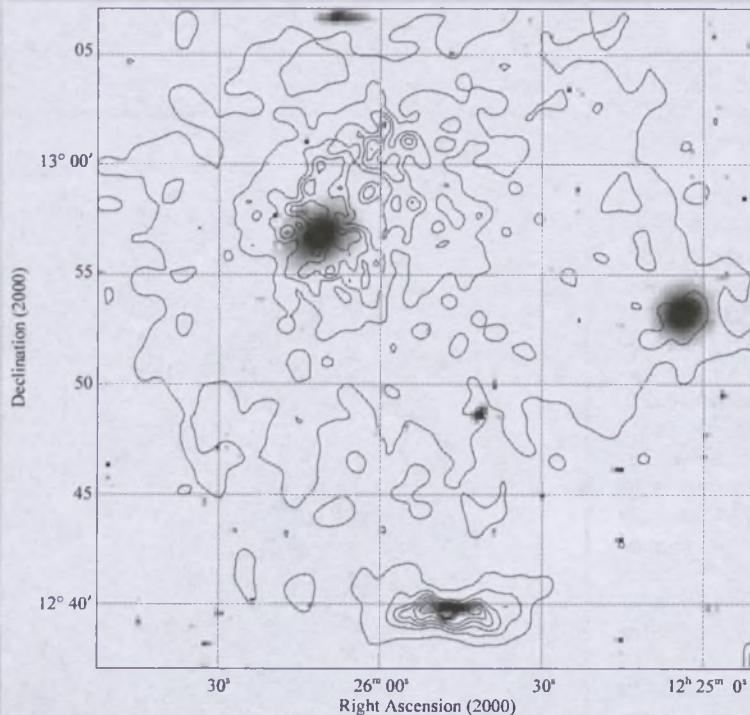
Jednak odległość wyznaczona do niej z pomocą relacji Tully-Fischera pozostaje w zgodzie z odległością leżących w pobliżu na sferze niebieskiej galaktyk eliptycznych M87 i M86, z którymi wydaje się być powiązana dynamicznie. NGC 4388 ma bardzo mało wodoru w ośrodku międzygwiazdowym. W porównaniu z typową galaktyką spiralną podobnych rozmiarów ma ona tylko 15% neutralnego wodoru. Obserwacje radiowe wykazały, że wodor neutralny rozciąga się tylko na odległość 10 kps od centrum galaktyki, co stanowi 50% rozmiaru dysku. W przeciętnej galaktyce spiralnej obszar neutralnego wodoru rozciąga się znacznie poza jej złożony z gwiazd dysk. Co się stało z tą materią? Czy to możliwe, żeby cały gaz międzygwiazdowy został skonsumowany przez procesy gwiazdotwórcze, czy też może od początku NGC 4388 była uboga w wodór? Możliwa odpowiedź na to pytanie pojawiła się, gdy uświadomimy sobie, że galaktyka ta przemierza centralną część gromady galaktyk w Pannie z olbrzymią prędkością 1500 km/s w stosunku do międzygalaktycznego gazu gromady. Okazuje się, że pod względem deficytu wodoru neutralnego NGC 4388 nie jest wyjątkiem, gdyż wiele galaktyk spiralnych znajdujących się w centralnych częściach gromad galaktyk ma podobne deficyty. Spośród 22 najjaśniejszych galaktyk spiralnych w obrębie gromady w Pannie aż 14 z nich ma ubytek wodoru rzędu miliarda mas Słońca każda. Jak to wyjaśnić? Gdy galaktyka przemierza centralne części gromady, przechodzi przez obszar o największym ciśnieniu gazu międzygalaktycznego. Wywołuje to efekt podobny do oporu aerodynamicznego, jakiego doznaje ciało poruszające się w powietrzu. Im większa prędkość obiektu, tym oczywiście większa siła oporu. Gaz znajdujący się w galaktyce zostaje z niej dosłownie wypchnięty przez ciśnienie gorącego gazu stanowiącego ośrodek, przez który przemieszcza się galaktyka. W przypadku NGC 4388 prędkość jej względem ośrodka jest tak duża, że efekt ten (zwany po angielsku *ram pressure stripping*) spowodował utratę niemal całego wodoru neutralnego, jaki ona posiadała.



Zbliżenie na obszar zjonizowanej materii (negatyw zdjęcia wykonanego przez teleskop Subaru) w filtrach linii wzbronionej tlenu O[III] i H α



Radiowa mapa neutralnego wodoru w okolicach NGC 4388 nałożona na zdjęcie z DSS. Widoczny jest potężny (długi na ponad 100 kpc) ogon materii wypchniętej z NGC 4388 przez ciśnienie gazu międzygalaktycznego. Oval pokrywa się z obszarem zjonizowanej materii. Zwraca uwagę odkształcenie ogona w pobliżu galaktyki M86



Zdjęcie rentgenowskie (zakres 0,7—10,0 keV) okolic NGC 4388 wykonane przez satelitę ASCA. Jedynym silnym źródłem promieniowania jest tutaj tylko NGC 4388. Gorąca gazowa korona M86 jest na granicy detekcji satelity, a drugiej wielkiej galaktyki M84 w ogóle nie widać

Co się stało z tym wodorem? Pomiędzy obserwowano dokładnie otoczenie wielu galaktyk, w których zarejestrowano znaczący deficyt neutralnego wodoru, to tylko w przypadku NGC 4388 zauważono jakikolwiek pozostałość po nim. Jest nią potężna, rozciągająca się na około 35 kps struktura mająca w przybliżeniu kształt stożka i znajdująca się na północny wschód od jądra galaktyki — patrz zdjęcie obok wykonane przez teleskop Subaru na Hawajach w zakresie optycznym. Ta struktura to w istocie wielki obłok zjonizowanego wodoru (obserwowany głównie w linii H α). Jest on złożony z wielu włókien i pasm, których prędkości radialne są przesunięte w kierunku fioletu w stosunku do prędkości radialnej NGC 4388. Wygląda więc na to, że jest to wodór wyrwaný z galaktyki i częściowo wyhamowany (o około 300—500 km/s) przez ośrodek międzygalaktyczny, zjonizowany przez promieniowanie pochodzące z aktywnego jądra galaktyki (AGN-u) oraz przez falę uderzeniową wywołaną ruchem gazu z prędkością naddźwiękową w ośrodku. Masa tego obłoku stanowi jednak tylko bardzo nieznaczny ułamek brakującej masy gazu. A co z resztą? Część tej brakującej reszty udało się znaleźć dzięki obserwacjom radiowym. Okazało się, że znaleziono bardzo rozległy obłok w kształcie silnie wydłużonego ogona atomowego wodoru o długości prawie 100 kpc. Ciągnie się on aż po okolice galaktyki M 86 — patrz zdjęcie obok. Masa tego obłoku jest szacowana na około 350 milionów mas Słońca, co stanowi 1/3 brakującej masy. Struktura obłoku wskazuje, że większość wodoru została utracona przez NGC 4388 w czasie, gdy przechodziła ona w pobliżu M86. Ta galaktyka eliptyczna posiada bardzo rozległą otoczkę, którą szczególnie dobrze widać na zdjęciach wykonanych z długą ekspozycją. To odegrało decydującą rolę. Co się dalej stanie z tym wodorem? Na ogólnym gaz ten zasila międzygalaktyczny ośrodek. Jeżeli jednak gaz wydarty z galaktyki ma odpowiednią gęstość, to może zajść proces grawitacyjnego kondensowania jego obłoków. Część z tej materii wraca z powrotem do macierzystej galaktyki, natomiast reszta może uformować niewielkie, karbowate galaktyki lub też izolowane obłoki neutralnego wodoru poruszające się w obrębie gromady.

Dariusz Graczyk



F.P.U.H. **ASTROKRAK**, ul. Mogilska 51, 31-545 Kraków
 e-mail: astrokrak@astrokrak.pl - www.astrokrak.pl
 tel.: (12) 413 55 26, fax: (12) 417 31 81
 sklep czynny: pon. - pt. 9-17, sob. 10-15

DOŁĄCZ DO GRONA ODKRYWCÓW Już czwarta supernowa została odkryta naszym teleskopem!

BRESSER

SERIA MESSIER - nowe ceny!!!

(Teleskopy na montażu paralaktycznym z najbogatszym wyposażeniem dodatkowym)	
Refraktor R-90.....	999.00
Refraktor R-102.....	1899.00
Refraktor R-127L.....	2699.00
Refraktor R-127S.....	2899.00
Refraktor R-152.....	3499.00
Newton N-130.....	1099.00
Newton N-150.....	1699.00



ORION

SERIA SKYVIEW PRO

(Teleskopy na montażu paralaktycznym SkyView Pro z opcjonalnym napędem, GO-TO lub IntelliScope)	
Refraktor 80mm ED APO.....	od 3350.00
Refraktor 100mm ED APO.....	od 5500.00
Refraktor 120mm ED APO.....	od 9250.00
Refraktor 120mm.....	od 3350.00
Maksutow 127mm.....	od 3350.00
Maksutow 150mm.....	od 4450.00
Maksutow 180mm.....	od 5999.00
Newton 203mm.....	od 3350.00

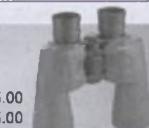


SOLIGOR

Digital • Photo • Optic • Video

LORNETKI ASFERYCZNE NIGHT VISION

7x50.....	485.00
10x50.....	495.00



OKULARY I SOCZEWKI BARLOWA

Plössl (4-40mm/1,25").....	od 95.00
RKE (26-40mm/2").....	od 195.00
Barlow 2x/1,25".....	95.00
Barlow 2x/2".....	299.00

SERIA MT - nowe ceny!!!

(Teleskopy Newtona na montażu paralaktycznym)	
MT-910 114mm.....	999.00
MT-750 152mm.....	1450.00
MT-800 200mm.....	1999.00



Sky-Watcher

TELESKOPI - najniższe ceny!!!

Newton 114mm EQ2.....	595.00
Newton 130mm EQ2.....	695.00
Newton 150mm EQ3-2.....	1235.00
Dobson 8" Classic.....	1075.00
Dobson 8" Pyrex.....	1275.00

ANCARES

OKULARY I SOCZEWKI BARLOWA

Plössl (6-40mm/1,25").....	od 105.00
Ortoskop. (6-12,5mm/1,25").....	od 250.00
Erla (30-52mm/2").....	315.00
Szerokątne (67°/5,7-25mm).....	od 299.00
Szerokątne (82°/7,5-18mm).....	od 499.00
Barlow 2x/1,25".....	105.00
Barlow 2x/2".....	350.00
Plössl podświetlany (10mm/1,25").....	525.00



NASADKI KĄTOWE

45° 1,25"/1,25".....	105.00
90° 1,25"/1,25".....	125.00
45° M42x1/1,25".....	125.00
90° M42x1/1,25".....	145.00
90° 2"/2" 98%.....	395.00
Prowadząca 90° 2"/T2 z podgl.....	625.00



FILTRY	ALP 1,25".....	199.00
	ALP 2".....	350.00
	ND 13 1,25" (szary).....	45.00
	ND 13 2" (szary).....	105.00
	Kolorowe 7 szt. 1,25".....	285.00
	Kolorowe 7 szt. 2".....	475.00



MEADE

NOWE CENY!!!

NOWOŚĆ!!! - SERIA LX200R GPS

(Teleskopy Ritchey-Chrétien na montażu widłowym z pełną automatyką naprowadzania GO-TO)

8" (203mm).....	13925.00
10" (254mm).....	18925.00
12" (305mm).....	23850.00
14" (356mm).....	35995.00
16" (406mm).....	69500.00

SERIA LDX-75

(Teleskopy na montażu paralaktycznym z systemem GO-TO)

5" (127mm refraktor).....	5075.00
6" (152mm refraktor).....	6095.00
6" (152mm Schmidt-Newton).....	5175.00
8" (203mm Schmidt-Newton).....	6125.00
8" (203mm Schmidt-Cassegrain).....	8325.00
10" (254mm Schmidt-Newton).....	6925.00

SERIA ETX

(Teleskopy Maksułowa na montażu widłowym z systemem GO-TO)

90PE (90mm).....	3889.00
105PE (105mm).....	4899.00
125PE (125mm).....	5995.00



SERIA LIGHTBRIDGE DeLuxe

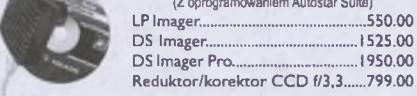
(Teleskopy kratownicowe na montażu Dobsona)

Newton 203mm.....	2049.00
Newton 254mm.....	2699.00
Newton 305mm.....	4249.00
Newton 406mm.....	9999.00

Akcesoria MEADE

OKULARY Z SERII 5000

Plössl (60°/5,5-40mm).....	od 499.00
SWA (68°/16-40mm).....	od 899.00
UVa (82°/4,7-30mm).....	od 1050.00



KAMERY CCD

(Z oprogramowaniem Autostar Suite)	
LP Imager.....	550.00
DS Imager.....	1525.00
DS Imager Pro.....	1950.00
Reduktor/korektor CCD f/3,3.....	799.00



CORONADO

TELESKOPI I FILTRY SŁONECZNE Ha

Już od 2825.00



KSIĘŻKI I ATLASY

Uranometria tom I II.....	179.00
Pocket Sky Atlas.....	89.00
SkyAtlas 2000.0 wersja Deluxe.....	179.00
SkyAtlas 2000.0 wersja Field.....	199.00
Atlas of the Moon.....	135.00



ASTROKRAK

TELESKOPI I AKCESORIA

Jesteśmy producentem wysokiej klasy teleskopów i akcesoriów astronomicznych. Wykonujemy teleskopy o aperturze od 250 do 600mm. Budowaliśmy największy amatorski teleskop w Polsce! Ponadto oferujemy usługi projektowe, naprawcze i regulacyjne w zakresie optyki i mechaniki a także wykonujemy sprzęt na indywidualne zamówienie klienta.



ZŁĄCZKI I REDUKCJE

M42/Canon EOS.....	49.00
M42/Nikon.....	49.00
M42/T2.....	45.00
1,25"/M42.....	35.00
2"/M42.....	45.00
M42/web kamera.....	45.00
L-adapter mały.....	20.00
L-adapter duży.....	25.00



Niniejszy cennik jest jedynie niewielkim fragmentem oferty. Sprawdź wszystkie nasze produkty na www.astrokrak.pl

Maj

Słońce

Wznosi się po ekliptyce nadal coraz wyżej ponad rów-
nik niebieski, w związku z czym dzień jest coraz dłuższy
i w ciągu miesiąca przybywa go o ponad godzinę: w War-
szawie 1 maja Słońce wschodzi o $3^{\text{h}}05^{\text{m}}$, zachodzi o $18^{\text{h}}02^{\text{m}}$,
a 31 maja wschodzi o $2^{\text{h}}21^{\text{m}}$, zachodzi o $18^{\text{h}}47^{\text{m}}$.

W maju Słońce wstępuje w znak Bliźniąt.

Dane dla obserwatorów Słońca (na 0^h czasu UT)

Data	2008	P [°]	B ₀ [°]	L ₀ [°]
V	1	-24,08	-4,14	166,32
	3	-23,70	-3,94	139,88
	5	-23,30	-3,73	113,44
	7	-22,87	-3,51	87,01
	9	-22,41	-3,30	60,56
	11	-21,93	-3,08	34,12
	13	-21,41	-2,86	7,67
	15	-20,88	-2,63	341,22
	17	-20,31	-2,40	314,77
	19	-19,72	-2,17	288,31
	21	-19,10	-1,94	261,85
	23	-18,46	-1,71	235,39
	25	-17,80	-1,47	208,93
	27	-17,11	-1,23	182,47
	29	-16,41	-0,99	156,00
V	31	-15,68	-0,75	129,54

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy:

B_0 , L_0 — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy:

$13^{\text{d}}13^{\text{h}}55^{\text{m}}$ — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0° .

Księzyc

Bezksiężycowe noce wystąpią na początku maja, gdyż kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: nów $5^{\text{d}}12^{\text{h}}18^{\text{m}}$, pierwsza kwadra $12^{\text{d}}03^{\text{h}}47^{\text{m}}$, pełnia $20^{\text{d}}02^{\text{h}}11^{\text{m}}$ i ostatnia kwadra $28^{\text{d}}02^{\text{h}}57^{\text{m}}$. W perygeum Księżyca znajdzie się $6^{\text{d}}03^{\text{h}}19^{\text{m}}$ a w apogeum $20^{\text{d}}14^{\text{h}}28^{\text{m}}$.

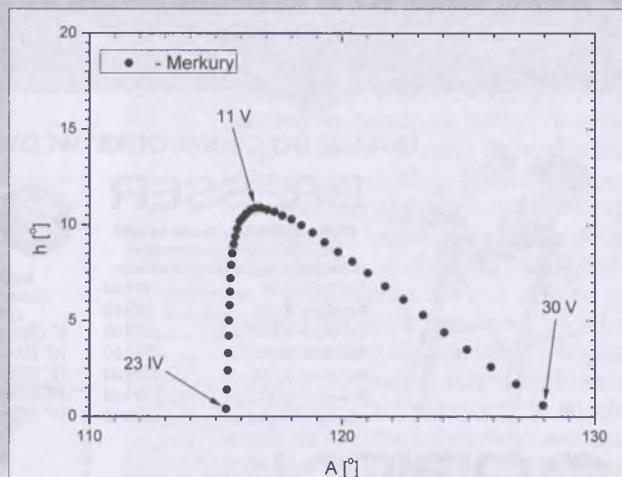
Planety, planety karłowate i planetoidy

Przez cały miesiąc, wieczorem, nisko nad północno-zachodnim horyzontem można dostrzec **Merkurego**, który 11 maja, w godzinę po zachodzie Słońca, wznieś się na wysokość aż 11° , świecąc wtedy z jasnością $+0,1^m$. Przez teleskop można zobaczyć tarczę planety o średnicy $8''$, w fazie zmniejszającej się po kwadrze.

Wenus znajduje się na niebie w pobliżu Słońca i jest niewidoczna.

Wieczorem, wysoko na niebie w gwiazdozbiorze Raka, można obserwować Marsa, świecącego z jasnością zaledwie +1,4^m. Przy średnicy tarczy planety niewiele przekraczającej 5'', teleskopowa obserwacja jakichkolwiek szczegółów powierzchniowych jest praktycznie niemożliwa.

Jowisza możemy odnaleźć nad ranem, świecącego w gwiazdozbiorze Strzelca, na wysokości jedynie 16° nad południowym horyzontem, z jasnością $-2,5^m$. Tak niskie



Rys. 1. Merkury nad zachodnim horyzontem (w Warszawie) w maju 2008 pod koniec zmierzchu cywilnego (około godzinę po zachodzie Słońca)

położenie planety znacznie utrudni obserwacje teleskopowe szczegółów układów chmur w jej atmosferze, można jednak oczywiście śledzić zjawiska w układzie jego księżyców galileuszowych.

Wieżcownie, w gwiazdozbiorze Lwa, w pobliżu jego najjaśniejszej gwiazdy, Regulusa, zobaczymy **Saturna** świecącego z jasnością $0,4^m$.

Uran i Neptun przebywają na niebie w pobliżu Słońca i są niewidoczne.

Planeta karłowata (134340) Pluton jest widoczna nad ranem w gwiazdozbiorze Strzelca, jednakże jej jasność wynosi jedynie 13,9^m i do jej zaobserwowania niezbędny jest teleskop o średnicy zwierciadła przynajmniej 15 cm.

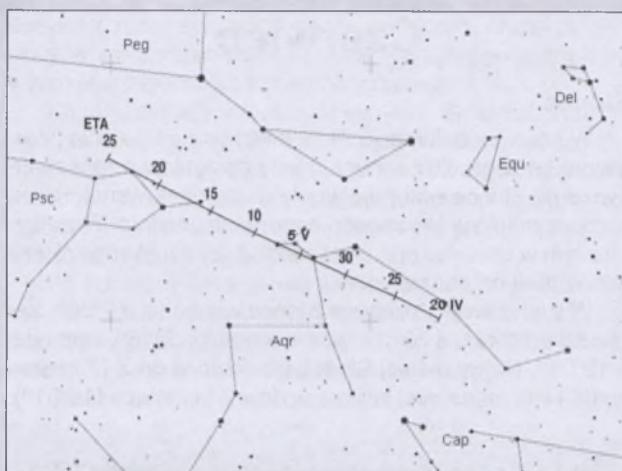
W maju nie jest widoczna żadna jasna planetoida

Meteory

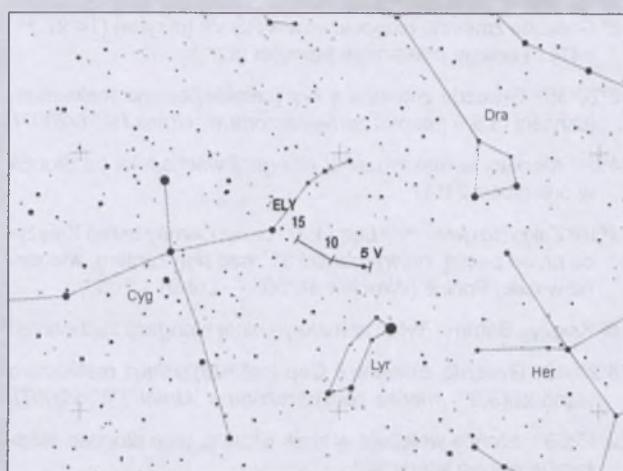
W dniach od 19 kwietnia do 28 maja promieniuje meteory z roju **eta Akwarydów (ETA)**, związanego z kometą Halleya, we wstępującym węźle jej orbity (obserwowany był już w VII w. w Chinach). W roju tym obserwuje się jasne, szybkie meteory, pozostawiające bardzo długie ślady. Maksimum aktywności roju przypada w tym roku w dniu 5 maja o godzinie 18 UT. Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Wodnika i ma współrzędne: rekt. $22,5^{\circ}$, dekl. -1° . W tym roku występują szczególnie dobre warunki obserwacji tego ciekawego roju, gdyż w dniu jego maksimum w obserwacjach nie będzie przeszkadzał Księżyc będący dokładnie w nowiu.

W dniach od 3 do 12 maja promienią meteory z nowego roju **epsilon Lirydów (ELY)**, związanego z kometą C/1983 (IRAS-Araki-Alcock), która w 1983 r. przeszła w odległości jedynie 4,7 mln km od Ziemi. Rój ten jest bardzo słabo zbadany, znany właściwie jedynie z obserwacji fotograficznych. Maksimum jego aktywności przypada w tym roku w dniu 8 maja o godzinie 18 UT. Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Lutni i ma współrzędne: rekt. $19,1^h$, dekl. $+44^\circ$. Także i w obserwacjach tego ciekawego roju nie będzie przeszkadzał Księżyca tuż po nowiu.

★ ★ ★



Rys. 2. Położenie i ruch własny radiantu meteorowego eta Akwariów (ETA) w okresie od 20 kwietnia do 25 maja



Rys. 3. Położenie i ruch własny radiantu meteorowego epsilon Liryów (ELY) w okresie od 5 do 15 maja

1^d06^h Maksymalna libracja Księżyca ($7,9^\circ$) w kierunku *Mare Orientale* (oświetlone).

1^d21^h Złączenie Urana z Księżykiem w odł. 2° .

2^d23^h27^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa U Oph osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5,9^m$ do $6,6^m$ [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2008].

3^d12^h Saturn nieruchomy w rektascensji.

4^d22^h Złączenie Wenus z Księżykiem w odł. 5° .

5^d Gwiazda zmienna długookresowa R Boo (miryda) ($14^h37,2^m$, $+26^\circ44'$) osiąga maksimum jasności ($7,2^m$).

6^d17^h Minimalna libracja Księżyca ($6,5^\circ$) w kierunku krateru *Mau-rolycus* (oświetlony).

6^d22^h Złączenie Merkurego z Księżykiem w odł. $1,5^\circ$.

8^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.

9^d Gwiazda zmienna długookresowa RS Lib (miryda) ($15^h24,3^m$, $-22^\circ55'$) osiąga maksimum jasności ($7,5^m$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2004].

9^d14^h Jowisz nieruchomy w rektascensji.

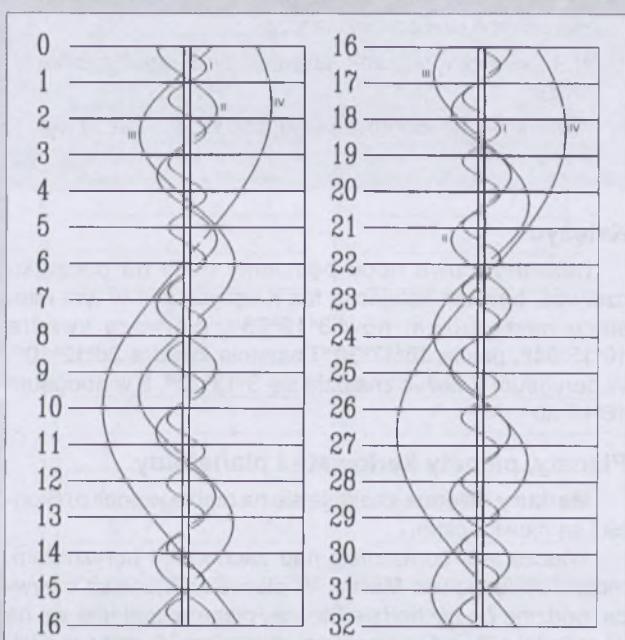
10^d Gwiazda zmienna długookresowa R Psc (miryda) ($1^h30,7^m$, $+2^\circ52'$) osiąga maksimum jasności ($8,2^m$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 2/2006].

10^d13^h Złączenie Marsa z Księżykiem w odł. $0,2^\circ$.

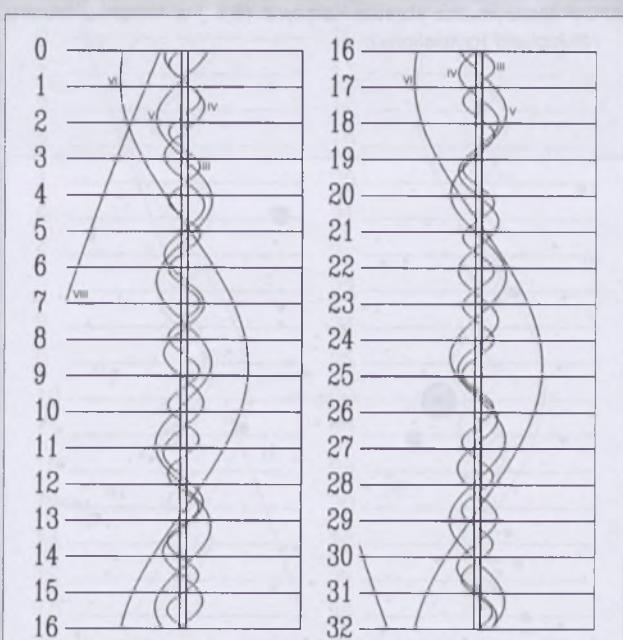
11^d21^h Maksymalna libracja Księżyca ($7,3^\circ$) w kierunku *Mare Fecunditatis* (oświetlone).

11^d22^h16^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa 1143 Cyg osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5,9^m$ do $6,4^m$ [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2005].

12^d21^h Złączenie Saturna z Księżykiem w odł. 3° .



Rys. 4. Konfiguracja galileusowych księżyców Jowisza w maju 2008 (I – Io, II – Europa, III – Ganimedes, IV – Callisto). Przezrowa w trasie księżyca oznacza przebywanie satelity w cieniu planety. Zachód na prawo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na lewo



Rys. 5. Konfiguracja pięciu najjaśniejszych księżyców Saturna w maju 2008 (III – Tethys, IV – Dione, V – Rhea, VI – Titan, VIII – Iapetus). Zachód na lewo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na prawo

Jowisza, można go obserwować przez całą drugą połowę nocy w gwiazdozbiorze Strzelca, górującego jednak na wysokości zaledwie 16° nad horyzontem.

Pogarszają się warunki obserwacji **Saturna**, którego jeszcze na początku czerwca można odnaleźć wieczorem na wysokości 34° nad południowo-zachodnim horyzontem. Planeta z dnia na dzień świeci jednak coraz niżej nad horyzontem i pod koniec miesiąca można próbować ją dostrzec na wysokości już tylko 15° .

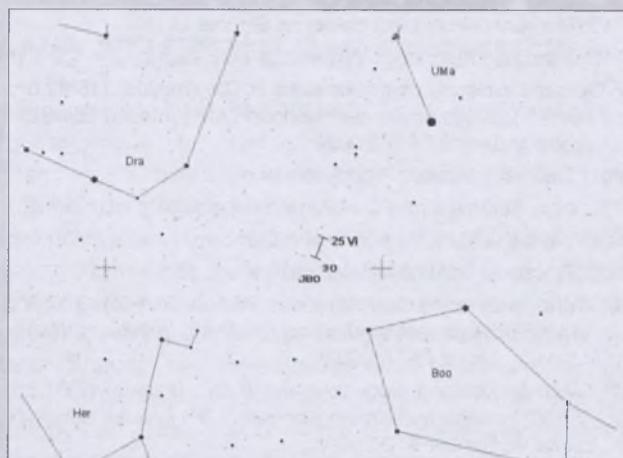
Po koniec miesiąca nad ranem teoretycznie staje się możliwa obserwacja **Urana** i **Neptuna**, jednak w ich dostrzeżeniu przeszkadzać będzie niskie położenie nad horyzontem i jasne niebo okresu „białych nocy”.

„Białe noce” są także przyczyną, dla której w czerwcu praktycznie kończy się okres obserwacji **Plutona**.

W czerwcu nie jest widoczna żadna jasna planetoida.

Meteory

W dniach od 22 czerwca do 2 lipca promieniują meteory z roju czerwcowych **Bootydów (JBO)**. Rój ten obserwowany był w 1916 r., następnie być może w 1921 i 1927 r., po czym zniknął. Dużym zaskoczeniem było ponowne pojawienie się czerwcowych Bootydów w 1998 r. i to od razu jako aktywnego roju — tzw. zenitalna liczba godzinna (ZHR) przez ponad pół doby wynosiła wtedy od 50 do ponad 100! Macierzysta kometa roju, 7P/Pons-Winnecke przekształciła się w perihelium w styczniu 1996 i ponownie w maju 2002. Obecnie orbita komety zbliża się do orbity Ziemi na odległość aż $0,24$ j.a., tak więc aktywność z 1998 r. musiała być związana ze starszym materiałem krążącym po orbicie rezonansowej z Jowiszem (z 1819, 1869 lub 1825 r.). Tegoroczne maksimum przewidywane jest w dniu 27 czerwca ok. godziny $2^{\text{h}}30^{\text{m}}$ UT. Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Wolarza i ma w tym dniu współrzędne: rekt. $14^{\text{h}}56^{\text{m}}$, dekl. $+48^{\circ}$. W obserwacjach



Rys. 7. Położenie i ruch własny radiantu meteorowego czerwcowych Bootydów (JBO) w okresie od 25 do 30 czerwca

tych niezwykle wolnych meteorów w pierwszej połowie nocy nie będzie przeszkadzał Księżyca po ostatniej kwadrze.

1^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.

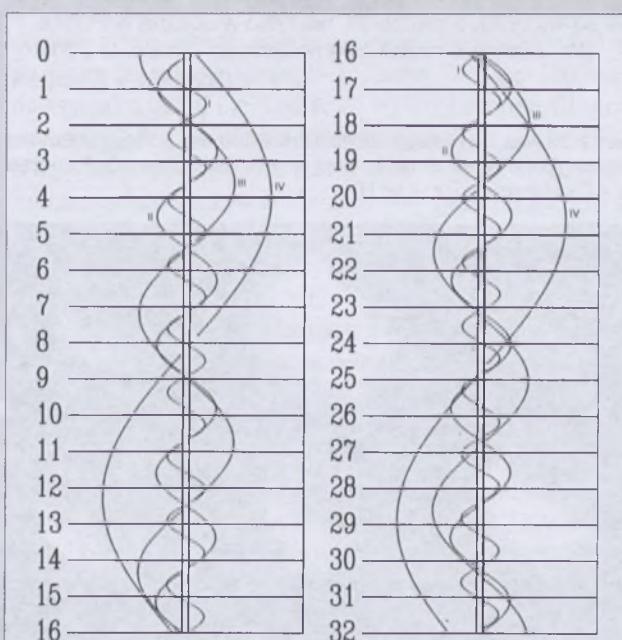
3^d 19^h Złączenie Wenus z Księżykiem w odł. 4° .

3^d 23^h 10^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^{\text{m}}$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2007].

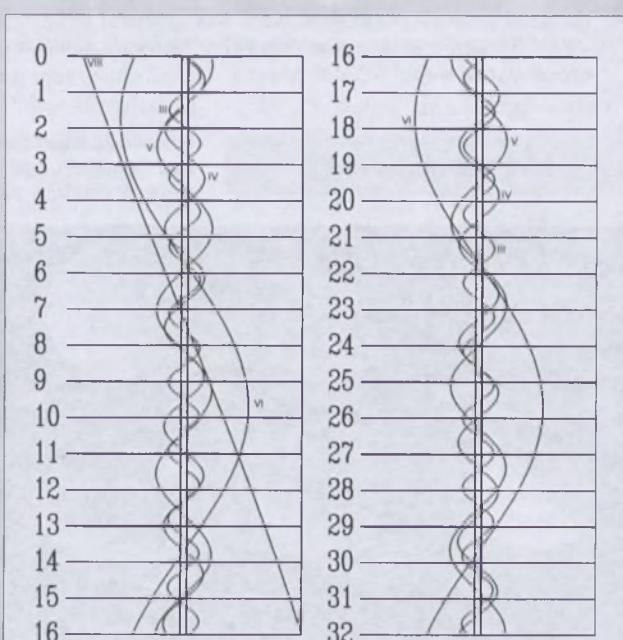
4^d 03^h Złączenie Merkurego z Księżykiem w odł. 6° .

4^d 21^h Minimalna libracja Księżyca ($5,8^{\circ}$) w kierunku Mare Australe (oświetlone).

7^d Gwiazda zmienna długookresowa R UMa (miryda) ($10^{\text{h}}44,6^{\text{m}}$, $+68^{\circ}47'$) osiąga maksimum jasności ($7,5^{\text{m}}$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2004].



Rys. 8. Konfiguracja galileuszowych księżyców Jowisza w czerwcu 2008 (I – Io, II – Europa, III – Ganymedes, IV – Callisto). Przerwa w trasie księżyca oznacza przebywanie satelity w cieniu planety. Zachód na prawo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na lewo

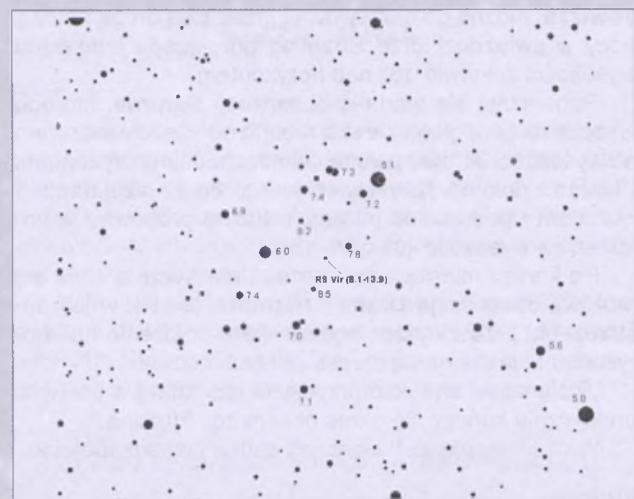
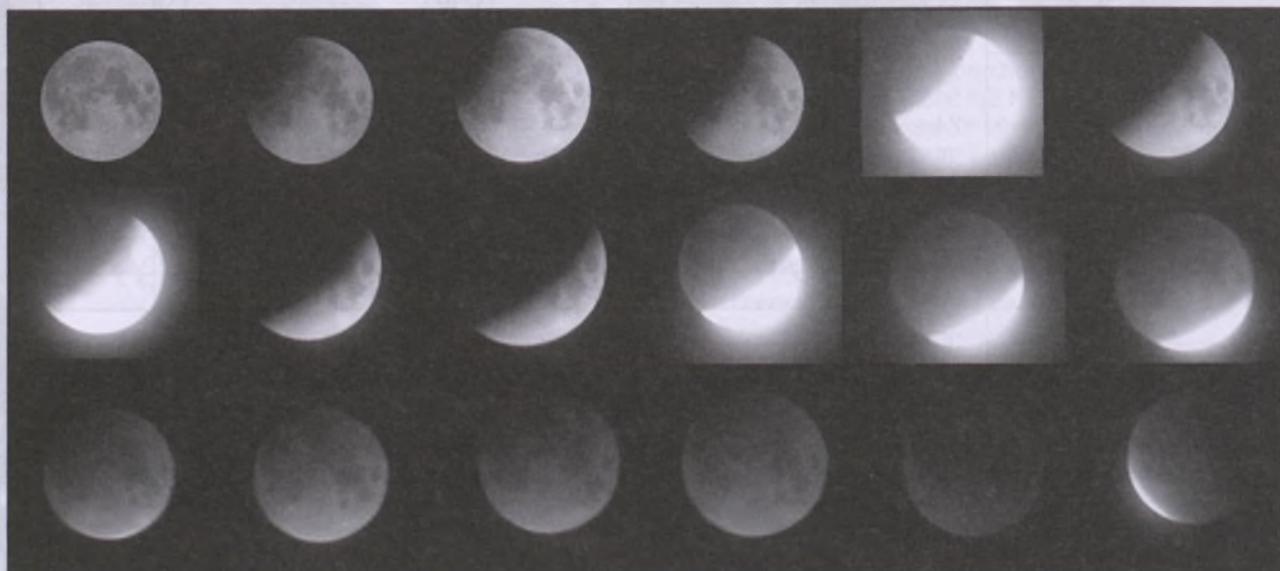


Rys. 9. Konfiguracja pięciu najjaśniejszych księżyców Saturna w czerwcu 2008 (III – Tethys, IV – Dione, V – Rhea, VI – Titan, VIII – Lapeetus). Zachód na prawo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na lewo

- 7^d15^h Merkury w koniunkcji dolnej ze Słońcem.
 7^d15^h Złączenie Merkurego z Wenus w odł. 3°.
 8^d Gwiazda zmienna długookresowa R Dra (miryda) (16^h32,6^m, +66°45') osiąga maksimum jasności (7,6^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 6/2002].
 8^d01^h Złączenie Marsa z Księżykiem w odł. 2°.
 9^d Księżyce Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.
 9^d04^h Wenus w koniunkcji górnej ze Słońcem.
 9^d06^h Złączenie Saturna z Księżykiem w odł. 3°.
 10^d Gwiazda zmienna długookresowa W And (miryda) (2^h17,6^m, +44°18') osiąga maksimum jasności (7,4^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 6/2003].
 11^d Gwiazda zmienna długookresowa R Lyn (miryda) (7^h01,3^m, +55°20') osiąga maksimum jasności (7,9^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 2/2005].
 11^d12^h Maksymalna libracja Księżyca (8,0°) w kierunku *Mare Humboldtianum* (oświetlone).
 17^d Księżyce Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.
 18^d Gwiazda zmienna długookresowa R Sgr (miryda) (19^h16,7^m, -19°18') osiąga maksimum jasności (7,3^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 3/2005].
 20^d Gwiazda zmienna długookresowa R Oph (miryda) (17^h07,8^m, -16°06') osiąga maksimum jasności (7,6^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 3/2007].
 20^d12^h Minimalna libracja Księżyca (5,1°) w kierunku *Sinus Iridium* (oświetlona).
 20^d13^h Złączenie Jowisza z Księżykiem w odł. 3°.
 20^d23^h59^m Słońce wstępnie w znak Raka, jego długość ekleptyczna wynosi wtedy 90°. Początek astronomicznego lata.
 23^d10^h Złączenie Neptuna z Księżykiem w odł. 0,4°.
 25^d Księżyce Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.
 25^d15^h Złączenie Urana z Księżykiem w odł. 3°.
 25^d22^h01^m Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 6/2007].
 26^d Gwiazda zmienna długookresowa V Mon (miryda) (6^h22,7^m, -2°11') osiąga maksimum jasności (7,0^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2003].

galeria Uranii-PA

Sekwencja zdjęć zaćmienia Księżyca z 21 lutego. Zdjęcia zrobił Tomasz Ścieżor w Gródku nad Dunajcem, aparatem HP 735 w projekcji okularowej lornetki Sutte 25×100. Pierwsze ujęcie pochodzi z godz. 1.42, ostatnie z godz. 4.56 UT



Rys. 10. Mapa gwiazdozbioru Panny do obserwacji gwiazdy zmiennej RS Vir (14^h27^m16,4^s, +4°40'41"). Podane jasności gwiazd porównania (pole widzenia wynosi 7°, północ u góry)

- 27^d Gwiazda zmienna długookresowa R And (miryda) (0^h24,0^m, +38°35') osiąga maksimum jasności (6,9^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 6/2004].

- 27^d05^h Uran nieruchomy w rektascensji.

- 27^d10^h Maksymalna libracja Księżyca (8,5°) w kierunku krateru Schickard (oświetlony).

UWAGA: Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie uniwersalnym UT (Greenwich).

Aby otrzymać datę w obowiązującym w maju i czerwcu w Polsce „czasie letnim”, należy dodać 2 godziny.

Momenty złączeń planet z Księżykiem podane są dla współrzędnych Warszawy. Dla każdego złączenia podano momenty największego zbliżenia obiektów na niebie. Podane są **wszystkie** złączenia, nie tylko widoczne w Polsce.

Współrzędne równikowe podane są dla Epoki 2000.0.

Opracował T. Ścieżor

Spojrzenie w sierpniowe zaćmienie Słońca

Wiątek 1 sierpnia 2008 r. dojdzie do całkowitego zaćmienia Słońca, którego pas całkowitości będzie przebiegał w kolejności przez północno-wschodnią część Ameryki Północnej, Grenlandie, Morze Arktyczne i północno-wschodnią Azję. Pas całkowitości przejdzie m.in. przez Nowosybirsk, gdzie zaćmienie całkowite będzie trwało 147 sekund. Tam też wybiera się grupa zapalonych obserwatorów zaćmień Słońca z Młodzieżowego Obserwatorium Astronomicznego z Niepołomic. Na wysokości zadania stanęło PKP uruchamiając, w obecnym rozkładzie jazdy, bezpośredni pociąg z Warszawy do Irkucka, przez Nowosybirsk. Warto chyba skorzystać z uroków czterodobowej podróży do pasa całkowitości, a przy okazji poznać troszkę Syberię. W Polsce zaćmienie będzie widoczne jako częściowe, a w Warszawie Księżyc przesloni maksymalnie 32% tarczy Słońca. Jeśli pogoda tylko dopisze, to początek zaćmienia częściowego zaobserwujemy o godz. 10.51, maksimum o 11.48, zaś koniec zaćmienia o 12.44. Pamiętajmy o BHP przy obserwacji Słońca! Natomiast po dwóch tygodniach, w sobotę 16 VIII, wystąpi widoczne u nas, częściowe zaćmienie Księżyca. Początek o godz. 21.36, faza maksymalna 23.10 i jej koniec 17 VIII o godz. 00.45. Zaćmienia Słońca czy Księżyca budziły i nadal budzą duże zainteresowanie obserwatorów tych zjawisk, nie tylko ze względu na przeżycia estetyczne. Dokładne pomiary momentów początku i końca zaćmienia Słońca i Księżyca dostarczają informacji o ruchu Księżyca i Ziemi, o kształcie powierzchni i rozmiarach Księżyca i Słońca; służą także do celów geodezyjnych. W czasie całkowitych zaćmień Słońca dokonuje się obserwacji zewnętrznych warstw atmosfery słonecznej (chromofery i korony); warstwy te są wtedy widoczne wokół przesłoniętej przez Księżyca tarczy Słońca. Ponadto zapiski kronikarskie dotyczące obserwacji w odległej przeszłości tych zjawisk pozwalały na uściślenie dat wydarzeń historycznych, stanowiąc miarę upływu czasu, niezależną od zwodniczej pamięci

ludzkiej. Definicja zaćmienia to: zasłonięcie części lub całej tarczy ciała niebieskiego przez inne, lub przejście ciała świecącego światłem odbitym przez obszar cienia rzucanego przez inne ciało. Zaćmienie Słońca to zasłonięcie przez Księżyca części (zaćmienie częściowe lub obrączkowe) lub całej (zaćmienie całkowite) tarczy Słońca.

Zaćmienie Księżyca to przejście Księżyca przez cień lub półcień Ziemi, powodujące zmniejszenie blasku Księżyca. Zaćmienia Słońca i Księżyca następują wtedy, gdy Księżyca podczas nowiu (zaćmienie Słońca) lub pełni (zaćmienie Księżyca) znajduje się w pobliżu jednego z węzłów swojej orbity.

Zaćmienie Słońca jest obserwowane jedynie w punktach Ziemi znajdujących się w obrębie cienia (w pasie o szerokości 270 km) lub półcienia Księżyca, natomiast zaćmienie Księżyca jest obserwowane na całej półkuli Ziemi zwróconej ku Księżycom. Dlatego wydaje się, że zaćmienia Księżyca występują częściej niż zaćmienia Słońca. W rzeczywistości w ciągu roku liczba zaćmień Słońca i Księżyca wynosi od 2 (obydwia zaćmienia Słońca) do 7 (5 zaćmień Słońca i 2 zaćmienia Księżyca lub 4 zaćmienia Słońca i 3 zaćmienia Księżyca). W ciągu 1000 lat następuje średnio 2375 zaćmień Słońca (659 całkowitych) i 1543 zaćmień Księżyca (716 całkowitych). W danym miejscu na Ziemi całkowite zaćmienie Słońca może trwać maksymalnie do 7,5 min, a całkowite zaćmienie Księżyca do 100 min.

Saros to okres, po upływie którego, w przybliżeniu, powtarzają się podobne zaćmienia Słońca i Księżyca. Okres ten wynosi 223 miesiące synodyczne (miesiąc synodyczny to pełny cykl faz Księżyca, trwający średnio: 29 dni, 12 godzin, 44 minuty i 3 sekundy), czyli 6585,32 dnia (18 lat i 11 dni). Saros znany był już astronomom babilońskim, a w starożytności według sarosu przewidywano momenty zaćmień (vide *Faraon* Bolesława Prusa). W czasie jednego sarosu zdarza się około 70 zaćmień, w tym 42 zaćmienia Słońca i około 28 zaćmienia Księżyca. Jeżeli zaćmienie Słońca, oglądane z Ziemi, zdarza się

w momencie, kiedy Księżyca w nowiu jest jednocześnie blisko apogeum swojej orbity, to tarcza Księżyca jest mniejsza kątem od tarczy Słońca i nie zdoła jej przysłonić nawet wtedy, gdy przechodzi przed nią centralnie. Pozostaje więc świecący jaskrawo pierścień fotosfery Słońca, okalający tarczę Księżyca (maksymalnie szerokość kątowa pierścienia może wynosić 1,4 minuty łuku). Zaćmienie tego typu nazywamy obrączkowym. Maksymalny czas trwania zaćmienia obrączkowego jest dłuższy niż całkowitego i może wynosić 12,4 min.

W XXI wieku w Polsce będzie widocznych 40 zaćmień Słońca, niestety wszystkie częściowe. Zatem aby móc zobaczyć wspaniałe zjawisko całkowitego zaćmienia Słońca, musimy udać się w podróż, najczęściej daleką. Ostatnie, najbliższe polskich ziem zaćmienie całkowite wystąpiło 11 sierpnia 1999 r., a pas całkowitości przechodził m.in. w rejonie Balatonu na Węgrzech. Dla każdego obserwatora tego zjawiska całkowite zaćmienie Słońca stanowi niezapomniane przeżycie, warte nawet najdalszej podróży. Nic więc dziwnego, że dawniejszymi czasy ludzie — ba, nawet nam współczesni — widzieli w tym czysto geometrycznym zjawisku jakieś niezwykłe znaki.

W „Kronice” Jan Długosz pisze: „Kiedy Król (Władysław Jagiełło) jechał z Kobrynią do Myta, w piątek po Oktawie Bożego Ciała (7 czerwca 1415 r.), o trzeciej godzinie, w godzinie pacjerzy Tercią zwanych, wielkie zaćmienie Słońca się objawiło, które jako zjawisko niespodziewane i nieznane Króla Władysława i wszystkich, którzy z nim jechali wpierw w wielkie zdumienie, a potem w bojaźń zabobonna wprawiło. Tak bowiem było wielkie, że ptaki nagłą ciemnością przestraszone na ziemi osiadły, a gwiazdy świeciły jak w nocy; tenże Król Władysław z powodu ciemności zmuszony był się zatrzymać i nie wcześniej mógł ruszyć naprzód, aż zaćmienie Słońca nie minęło”. W Krakowie, jako ostatnie całkowite, właśnie to zaćmienie Słońca było obserwowane, zaś następne całkowite wystąpi dopiero 7 października 2135 r. Dlatego też

Rocky Kolb: ŚLEPI OBSERWATORZY NIEBA. Ludzie, których idee ukształtowały nasz obraz Wszechświatu. Przełożył Piotr Amsterdamski. Wyd. Prószyński i S-ka, seria „Na ścieżkach nauki”, s. 312, Warszawa, 2007.

Nowa książka, poświęcona popularyzacji historii astronomii i kosmologii, jest nader specyficzna, przedstawia ją bowiem w sposób selektywny, lecz nie dowolny. Autor, Edward (Rocky) Kolb, kierownik zespołu astrofizycznego w Laboratorium Fermiego, podchodzi tradycyjnie do problemu i dzieli swoją pozycję na trzy części: *Układ Słoneczny, Galaktyka i Wszechświat*. Niemniej jednak pomija niemal w zupełności astronomię starożytności i średniowiecza, a także Orientu.

Otwierają tę pozycję dwa wprowadzenia: *Przedmowa* i *Wstęp*. Następnie opowieść o Wszechświecie rozpoczyna *Spojrzenie na niebo*, gdzie pokrótkie zostały przedstawione obserwacyjne oraz teoretyczne metody poznawania Kosmosu. Natomiast w pierwszej części — *Układ Słoneczny* — główna uwaga została poświęcona właśnie naszemu układowi planetarnemu, przy czym we wprowadzeniu *Rozbicie sfer niebieskich* autor opisał średniowieczne oraz późniejsze obserwacje gwiazd zwanych obecnie supernowymi, co posłużyło mu do zaprezentowania ostatniego wielkiego astronoma ery przedteleskopowej: Tychona Brahego. Uhonorował go rozdziałem pod dumną nazwą *Astronom-król*, przedstawiając zarówno jego bujne życie, jak i fenomenalną na owe czasy działalność naukową, którą poniekąd utorował drogę do odkryć Johanna Keplera. Jemu właśnie poświęca Kolb kolejny rozdział pod wielce symptomat-

ycznym tytułem *Wojny światów*. Była to bowiem rzeczywiście wojna dwóch ideologii — dogmatycznej i naukowej, dwóch filozofii przyrody — arystotelesowskiej i nowoczesnej, dwóch teorii świata: geocentrycznej (Ptolemeusza) i heliocentrycznej (Copernika). Jest to również odwołanie do znanego utworu Herberta George'a Wellsa, i to nie tylko z tego powodu, że dotyczy Marsa, lecz również dlatego, iż sam Kepler nawoływał do podjęcia podróży międzyplanetarnych i napisał utwór fantastyczny (*Somnium seu astronomia lunaris* — zobacz „Urania-PA” nr 1/2005).

ton — spojrzenie z perspektywy przedstawia genialne dokonania twórcy teorii powszechnego ciążenia oraz rachunku różniczkowo-całkowego. On sam natomiast skromnie mówił o sobie: „Widziałem dalej, ponieważ stałem na ramionach gigantów”. Jednak Kolb tej anegdoty nie przytacza, koncentrując się na wybitnych naukowych osiągnięciach Newtona na tle jego poprzedników.

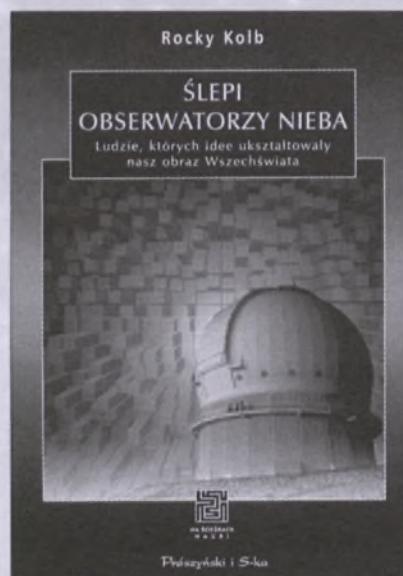
Część II tej pozycji *Galaktyka* wprowadza nas w problematykę poznawania Drogi Mlecznej (oraz istniejących w niej planet — w tym Ziemi wraz z Księżycem — i gwiazd, rozciągłości przestrzennej (R^3 albo 3D) Galaktyki, a także wysp we Wszechświecie (według określenia Immanuela Kanta, Williama Herschela czy Alexandra von Humboldta), tj. o innych galaktykach, których istnienie udowodniono dopiero przed nie spełnia stu laty).

Wreszcie część trzecia *Wszechświat* podaje wiele informacji o astrofizyce (zwłaszcza wysokich energii), cząstkach elementarnych oraz subelementarnych, kwarkach i kwazarach, teorii względności Einsteina (szczególnej i ogólnej) i o kosmologii *par excellence*. Ostatni rozdział tej części nosi zadziwiający tytuł: *Poszarpana granica*. Czytelnik zechce sam się przekonać, co to też takiego.

Zamyka przedstawianą pozycję również nader charakterystyczny rozdział pt. *Diabel tkwi w szczegółach*. Wszyscy chyba bardzo dobrze o tym wiemy...

Do zasadniczego tekstu dołączona jest bibliografia, pozwolenia i źródła, podziękowania, indeks. Książka jest bogato ilustrowana: rysunki, fotografie (litografie), portrety. Niestety, ich jakość pozostawia jednak wiele do życzenia.

T. Zbigniew Dworak



Następny rozdział, *Równanie Galileusza*, traktuje o stanowieniu się fizyki i astronomii rzeczywistą nauką dzięki zastosowaniu w niej matematyki. Nie brak też uwag o pierwszych obserwacjach optycznych znakomicie poszerzający nasz wgląd w Kosmos, jak też o procesie Galileusza prowadzonym przez Św. (?) Inkwizycję.

Ostatni w tej części rozdział pt. New-

(dokończenie z poprzedniej strony)

zrozumiałe jest, iż kto tylko mógł wyjechał w sierpniu 1999 r. do pasa całkowitego zaćmienia, gdyż grata tak bliskiego Polski całkowitego zaćmienia Słońca nieprędko się powtórzy.

Jako jeszcze jedną ciekawostkę należy tu podać, iż skoro ruch Ziemi i Księżyca znany jest z dostateczną dokładnością, więc można było obliczyć

zaćmienia na odległe daty naprzód i wstecz. Te ostatnie interesują szczególnie historyków. Największą pracą tego rodzaju jest *Kanon Zaćmień*, obliczony w XIX w. przez austriackiego astronoma T. Oppolzera i wydany w 1887 r. Dzieło to zawiera dane liczbowe dotyczące 8000 zaćmień Słońca i 5200 zaćmień Księżyca, dla lat od 1207 p.n.e. do roku 2162 n.e. Nowszym jest *Canon of Eclipse* opracowany przez astrono-

mów belgijskich: J. Meeusa, C. Grossjeana i W. Vanderlindena, wydany w 1966 r., a zawierający dane odnoszące się do zaćmień Słońca i Księżyca w latach: 1898—2510. Z tych to dzieł korzystają oczywiście nie tylko astronomowie. Odważnym, a żadnym niezapomnianych wrażeń, życzę mielię podróży do i z Nowosybirską.

Adam Michalec

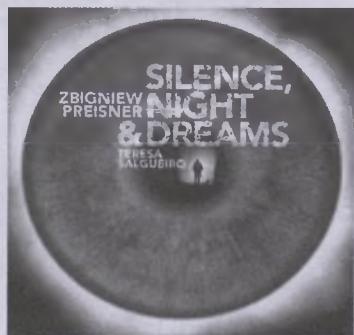
Przedwiosenny remanent

Patrzę na stosik płyt, jakie przybyły mi w ostatnich miesiącach i zastanawiam się, o których z nich warto by tu napisać. Patrzę i nagle przyłapuję się na tym, że część z nich pojawiła się w moich zbiorach z powodu... okładek.

Owszem, zdarzało mi się coś takiego dawno, dawno temu, gdy królowały duże czarne krążki oprawiane w kartonowe obwoluty, często będące same w sobie dziełem sztuki. Jednak wraz z nastaniem epoki płyt kompaktowych czar okładek prysnął — i aż trudno zrozumieć, że to za sprawą skali! Plastikowe etui tylko pogłębiło efekt. Cóż stało się takiego teraz, że okładki zadecydowały o zakupie?

W przypadku najnowszej płyty Zbigniewa Preisnera najpierw była informacja od naszego czytelnika, Marcina Sienko (dobrze znanego użytkowników portalu astrohobby.pl), że na okładce tej płyty będzie wykorzystane zdjęcie całkowitego zaćmienia Słońca jego autorstwa. Faktycznie, okładka okazała się bardzo pomysłowa: słoneczna tarcza została zastąpiona niebieską tęczówką oka, a w żrenicy widać jakby odbicie sylwetki kompozytora. Co prawda ciasne kadrowanie oraz sposób obróbki zdjęcia korony zatarły jej wyrazistość. Podejrzewam, że i czynnik skali również tu sporo zawiązał. W dawnym formacie płyt winylowych zapewne nie byłoby wątpliwości, że to korona słoneczna!

Przy okazji słuchania muzyki z tej płyty — a piękna i nastrojowa to muzyka, można rzec, oniryczna (czego przedsmak daje już jej tytuł: „Silence, Night & Dreams”) — naszła mnie pewna refleksja. Otóż na słowa zawartych tam pieśni składają się głównie cytaty z najstarszej księgi Starego Testamentu — księgi Joba. W starych czasach całkowite zaćmienie Słońca często interpretowane było nie inaczej, jak fakt, iż bóg, pan życia (utożsamiany ze Słońcem) odwrócił od człowieka oblicze swoje. Czyż nie tak należy tłumaczyć zamysł artysty?



Do jeszcze odleglejszych czasów, gdy nie tylko Słońce było bogiem, ale cała przyroda była uduchowiona, nawiązuje okładka płytki Enigmy „Return To Innocence”. Zapewne skusiłem się na nią, ponieważ byłem w trakcie lektury książki E.C. Kruppa „Za horyzontem”. Z interpretacją ilustracji jednak nie poszło mi zbyt dobrze — czyżby luźna stylizacja?

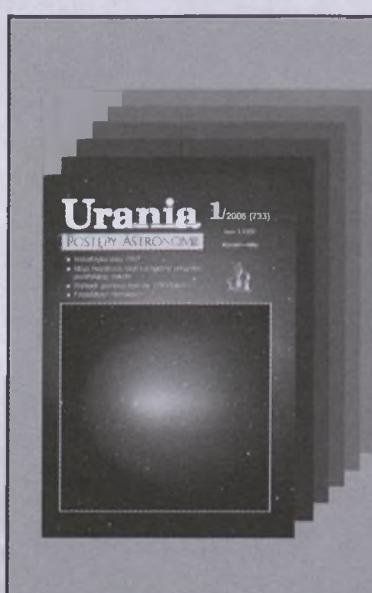
Trzecią płytę, formacji Code III, za-

kupiłem nie tylko z racji okładki, ale i przez ciekawość, gdyż w jej tworzenie zaangażowany był Klaus Schulze, a jego twórczość jest mi bardzo bliska. Muzyka na niej dość leciwa, z lat 70. XX w., utrzymana w nurcie tzw. rocka progresywnego. Przynajmniej, iż musiałem zmuszać się do wysłuchania jej w całości, aczkolwiek można znaleźć na niej interesujące fragmenty. Jej tytuł: „Planet of Man” oraz tematyka: od narodzin Błędnej Planety w otchlani czarnego, pustego Kosmosu, poprzez ewolucję życia, aż do zapowiedzi dalszej ekspansji (co sugeruje okładka właśnie).

O nowym wydaniu najbardziej kosmicznej płyty J.M.Jarre'a „Oxygene” w 25 lat po premierze nie będę się rozpieszał, wspomnę tylko, że okładka czaszki Ziemi też została zrobiona na nowo.

Ostatnia pozycja, o jakiej chciałbym tu jeszcze wspomnieć, to prezent od wykonawcy z Poznania, tworzącego obecnie pod pseudonimem QLHEAD (wcześniej jako QJon). Choć pomysł okładki mało oryginalny (tablice drogowe na powierzchni Księżyca) to muszę przyznać, że idealnie pasujący do zawartości. Drugi utwór nieodparcie przywołuje obrazy znane ze statków misji Apollo krążących wokół Srebrnego Globu, a zapowiedź autora, że właśnie taka ma być jego nowa muzyka, sprawia, że z niecierpliwością czekam na jej wydanie.

J. Drążkowski



INFORMACJE O PRENUMERACIE URANII-PA

Prenumerata na rok 2008 (6 zeszytów) kosztuje 54 zł (zagraniczna 70 zł). Cena pojedynczego zeszytu 10 zł. Wpłaty prosimy kierować na konto:

Polskie Towarzystwo Astronomiczne
Bank Millennium S.A. o/Toruń
Nr 44 116022020000000055305241

Wszelkich informacji o prenumeracie i zakupie numerów archiwalnych „Postępów Astronomii” i „Uranii-PA” udziela:

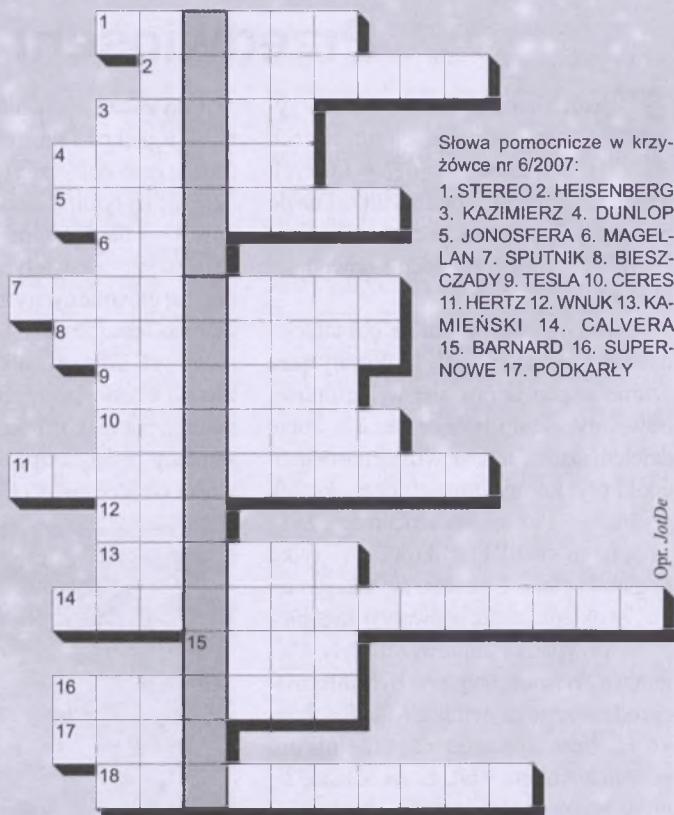
Karolina Zawada
Centrum Astronomii UMK
ul. Gagarina 11, 87-100 Toruń
E-mail: urania@astri.uni.torun.pl
tel/fax (0-56) 611 30 14 / 611 30 08

W „Uranii-PA” nr 6/2007 zamieściliśmy krzyżówkę, której rozwiązaniem jest hasło RE-ZONANS SCHUMANNA. Autorskie płyty CDR z muzyką Vandersona wylosowali Marek Indyk z Sanoka i Janusz Kujawa z Zaniemyśla. Gratulujemy. Nagrody prześlemy pocztą.

Tradycyjnie do rozwiązywania aktualnej krzyżówki wystarczy zapoznanie się z zawartością bieżącego zeszytu „Uranii-PA” i wpisanie do diagramu obok słów pomocniczych, a litery w wyróżnionych polach czytane pionowo utworzą hasło, które jest rozwiązaniem.

1. Metrowy fotometr NASA w budowie
2. Słynny astronom z Torunia
3. Mityczny olbrzym podtrzymujący sklepienie niebieskie
4. Program komputerowy pozwalający na długie ekspozycje kamerami internetowymi
5. Przewidział istnienie czarnych dziur
6. Nowy element Google Earth
7. Kraj i Międzynarodowej Olimpiady Astronomicznej
8. Odkrywca tysięcy obiektów mgławicowych
9. Na majowym niebie sąsiad Regulusa
10. Grawitacyjne opadanie rozproszonej materii
11. Astronomia pozycyjna
12. Aktywne jądra galaktyk
13. Substancja organiczna odkryta w HR 4796A
14. Pierwsze sformułowanie heliocentryzmu na piśmie
15. Projekt realizowany przy pomocy polskiego teleskopu w Chile
16. Badacz toruńskiego portretu Kopernika
17. Interferometria wielkobazowa
18. Siedziba znanego młodzieżowego obserwatorium

Wśród autorów prawidłowych odpowiedzi rozlosujemy dwie książki *Sylwetki astronomów polskich XX w.* (patrz reklama na ostatniej stronie okładki) z autografiem autora. Na roz-



Słowa pomocnicze w krzyżówce nr 6/2007:

1. STEREO 2. HEISENBERG
3. KAZIMIERZ 4. DUNLOP
5. JONOSFERA 6. MAGELLAN
7. SPUTNIK 8. BIESZCZADY
9. TESLA 10. CERES
11. HERTZ 12. WNUK 13. KAMIENSKI
14. CALVERA
15. BARNARD 16. SUPERNOWE
17. PODKARŁY

Opr. JotDe

wiązania czekamy do końca kwietnia br. Osoby nie będące prenumeratorem „Uranii-PA” muszą dołączyć do rozwiązywania kupon umieszczony w lewym górnym rogu tej strony. Prenumeratorzy mogą przesyłać rozwiązania drogą elektroniczną.

Ciekawe strony internetowe...

Dziś proponuję zjrzeć na stronę BBC (British Broadcasting Corporation). Pod adresem <http://www.bbc.co.uk/science/space/> znajdziemy materiał odnoszący się do astronomii i badań kosmicznych. Strona przeznaczona jest w zasadzie dla amatorów i osób wiedzących niewiele o astronomii — można tam znaleźć np. adresy klubów astronomicznych (często posiadających własne strony internetowe) oraz planetarium w Zjednoczonym Królestwie. Jest bardzo ciekawa galeria amatorskich zdjęć astronomicznych (niestety są one niewielkie i dają jedynie pojęcie o tym, jak mogą wyglądać oryginały). A jest na co popatrzeć — dostępne są zdjęcia planet, komet, galaktyk, mgławic, rojów meteorów, zaćmień, Słońca i Księżyca i nawet zorzy polarnej — mam nadzieję, że o niczym nie zapomniałem... Jest sporo odnośników do archiwów wiadomości BBC dotyczących ważnych wydarzeń w eksploracji przestrzeni pozaziemskiej. Poza tym mnóstwo adresów mniej lub bardziej przydatnych (są nawet poświęcone UFO), niektóre nie są aktualizowane — jest m.in. mowa w czasie przyszłym o brytyjskim lądowaniu marsjańskim Beagle, z którym nie udało się nawiązać łączności po jego lądowaniu na powierzchni Marsa.



Ale najbardziej zwraca uwagę dostęp do bogatych archiwów wiadomości i programów telewizyjnych BBC. Jest np. cała strona poświęcona Stephenowi Hawkingiemu (biografia, materiały dotyczące jego osoby, jak i teorii, z którymi związane są jego prace). Na koniec wypada wspomnieć o kilkudziesięciu wybranych programach telewizyjnych popularyzatora astronomii Sir Patricka Moore'a „The Sky at Night” — gospodarz programu zaprasza często interesujące osoby — warto posłuchać i popatrzyć, jeśli dysponujemy nawet nie najszybszym łączem internetowym i programem Real Player.

(rs)

Galeria Uranii

Po obejrzeniu w ostatniej „Uranii” zdjęć Księżyca postanowiłem wysłać moje zdjęcie. Zostało zrobione w Poznaniu na Ratajach z balkonu 4. piętra, w dniu 15 grudnia 2007 r., o godz. 16.53 UT. Użyłem aparatu Panasonic FZ 30, rozszerzony zoom 669 mm, telekonwerter DCR-2020PRO 2.2 plus 2x zoom cyfrowy. Zdjęcie zostało opracowane programem GIMP: kadrowanie, zwiększenie kontrastu o 15 punktów i wyostrzenie.

Pozdrawiam

Henryk Kuźmiński

Witam i serdecznie pozdrawiam.
Po kometie zostały chyba już tylko
wspomnienia, ale obecnie mamy
inne jasne i ciekawe obiekty do obserwacji i ewentualnej astrofotografii, takie jak Księżyca, Mars czy Saturn. Tak się składa, że od niedawna jestem posiadaczem nowego aparatu cyfrowego, którego cenne możliwości zacząłem wykorzystywać także do fotografowania nieba przez wykonany własnymi siłami teleskop. W związku z tym postanowiłem wysłać Państwu kilka wykonanych w ciągu ostatnich dni fotografii Księżyca, Marsa i Saturna. Raz jeszcze pozdrawiam

Maciej Głowiński
z Mogilna



13 grudnia 2007 r. wracałem po wykładach z Piwnic do Torunia rowerem. Już w Toruniu, jadąc Szosą Chełmińską w pobliżu ul. Słonecznej, spostrzegłem niezwykły wygląd nieba. Słońce, tuż po zachodzie, a więc niewidoczne, oświetlało chmury od spodu. Długie cienie kładące się wachlarzowato na podświetlonej warstwie chmur wskazują na pozycję Słońca pod horyzontem. Oświetlające chmury światło było czerwone z powodu selektywnej ekstynkcji atmosferycznej.

Całe zjawisko trwało kilkanaście minut i było niezwykle piękne.

Miłośnik i student astronomii
Piotr Wirkus
Toruń

Sylwetki Astronomów Polskich XX w.

opracowanie

Andrzej Woszczyk

„Sylwetki Astronomów Polskich XX w.” to zbiór wspomnień o tych, którzy już odeszli, a którzy tworzyli Astronomię Polską od chwili uzyskania niepodległości w 1918 r. po początek XXI w. Wspomnienia te pisane były najczęściej przez uczniów i współpracowników, a czasem bliskich krewnych. Zebranie ich w jednym tomie ma na celu zachowanie od zapomnienia tych, często heroicznych postaci, które tworzyły fundamenty współczesnej Astronomii Polskiej i w ten sposób, razem z wydanym wcześniej zbiorem wspomnień pt. *Astronomem być...*

oddać im hołd w 85 rocznicę powołania do życia Polskiego Towarzystwa Astronomicznego. Obie książki zostały wydane przez Towarzystwo Naukowe Organizacji i Kierownictwa oraz Polskie Towarzystwo Astronomiczne.

Książkę (objętość 284 strony, cena 30,00 zł) można zamawiać listownie (TNOiK, ul. Czerwona Droga 8, 87-100 Toruń), elektronicznie (www.tonik.torun.pl), telefonicznie (056-6223807), faksem (056-6223123) lub w redakcji „Uranii–Postępów Astronomii”.

Urania

3/2008 (735)

POSTĘPY ASTRONOMII

tom LXXIX

maj—czerwiec

- Ksiądz profesor Michał Heller
- Galaktyki karłowate a ciemna materia
- Modelowanie kształtów planetoid
- De Revolutionibus — historia wydań





LI Olimpiada Astronomiczna

Na zdjęciach kolejno: laureaci Olimpiady Astronomicznej pod pomnikiem Kopernika w Chorzowie; uczestnicy konkursu III etapu w czasie rozwiązywania zadań; zwycięzca Olimpiady Piotr Polesiuk z Wałbrzycha w czasie rozwiązywania zadań; prezes PTA prof. Edwin Wnuk wręcza nagrodę Joannie Bogdanowicz; Joanna Bogdanowicz i Piotr Polesiuk oglądają swoje nagrody; chwila odprężenia po konkursie; pamiątkowe zdjęcie uczestników Olimpiady przed Planetarium w Chorzowie. Fot. Gabriela Sowa



Szanowni i Drodzy Czytelnicy,

Z ogromną radością i satysfakcją otwieramy ten zeszyt informacją o wspaniałej międzynarodowej nagrodzie i gratulacjami dla ks. Michała Hellera, filozofa i kosmologa, znakomitego uczonego i popularyzatora nauki. Ks. Michał jest naszym Kolegą, członkiem Polskiego Towarzystwa Astronomicznego i laureatem Nagrody i Medalu im. Profesora Zonna za popularyzację wiedzy o Wszechświecie z roku 1987. Jestem pewny, że wszyscy PT Czytelnicy „Uranii” przyłączają do tych gratulacji i jeszcze głębiej będą się wczytywać w książki Księda Profesora.



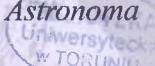
foto: A. Dauksza-Wiśniewska

Ciemna materia jest bardzo ważnym składnikiem materii Wszechświata.

Z pomiarów masy gromady galaktyk w Warkoczu Bereniki, w 1933 r., Fritz Zwicky wyciągnął wniosek, że jest jej za mało, aby utrzymać ruch orbitalny galaktyk w gromadzie. A więc musi być tam jakaś materia, której nie widzimy – i tak później zrodziło się pojęcie „ciemna materia”, która ciągle, od 75 już lat, zaprząta umysły astrofizyków. Jedną ze współczesnych metod badania ciemnej materii są badania galaktyk karłowatych, które przedstawia Jarosław Klementowski z CAMK-u w Warszawie. Jego badania i przygotowywany doktorat skoncentrowane są właśnie nad próbą zrozumienia natury ciemnej materii Wszechświata.

Obok problemów Wszechświata, chcemy Państwa zainteresować problemami bardzo małych obiektów, planetoid naszego Systemu Planetarnego. Znamy już setki tysięcy tych obiektów, a poznanie ich natury ma duże znaczenie dla naszej wiedzy o powstaniu i ewolucji Układu Słonecznego, i zapewne pozasłonecznych układów planetarnych. Poza nielicznymi przypadkami obserwacji z pokładów stacji kosmicznych nie znamy kształtów tych obiektów. Pani Anna Marciniak, doktorantka Uniwersytetu Poznańskiego, pracuje nad rekonstrukcją kształtów planetoid i zdradza nam tajniki postępowania w tego typu badaniach.

O historii niezwykle cennej dla nas książki, „De Revolutionibus” Kopernika, pisze Karolina Zawada, współautorka rocznicowej wystawy z okazji obchodów 535 urodzin Wielkiego Astronoma w Toruniu.



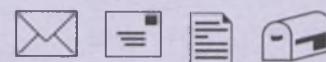
Wiosną każdego roku odbywają się w Polsce 2 ogólnokrajowe konkursy astronomiczne dla młodzieży licealnej (ponadgimnazjalnej): Olimpiada Astronomiczna (już LI) w Chorzowie i Ogólnopolskie Młodzieżowe Seminarium Astronomiczne (formalnie XXIV, choć faktycznie w Polsce Północnej już XXXV) w Grudziądzu. Publikujemy omówienie i bogaty serwis fotograficzny obu tych imprez i nazwiska laureatów. Oba konkursy są bardzo cenne dla rozbudzania zainteresowania młodzieży astronomią, zwłaszcza w czasach, gdy nauczanie fizyki i matematyki zeszło u nas poniżej poziomu, jaki powinno mieć w cywilizowanym kraju.

Jak zwykle w Rozmaitościach donosimy o niektórych najnowszych odkryciach, w Galerii galaktyk przyszła kolej na Łańcuch Markariana i dublet NGC 4435+4438, w Felietonie muzycznym zajmujemy się muzyką sfer wg Mike'a Oldfielda. Ciekawą propozycją jest komputerowy program astronomiczny Janusza Wilanda (AstroJaWil 10), który opisuje Autor na s. 121. Przedstawiamy sylwetkę zaprzyjaźnionego z polskimi astronomami astronoma ukraińskiego Klima Czuriumowa. Przypominamy historię polskiego wysokogórskiego obserwatorium na Pop Iwanie. Zwracam też uwagę Państwa na informacje Zarządu Głównego Polskiego Towarzystwa Astronomicznego (s. 98) — Stanowisko Komitetu Astronomii w sprawie potrzeb aparaturowych polskiej astronomii i w sprawie przystąpienia Polski do ESO opublikujemy w najbliższych numerach naszego pisma.

Proszę też zwrócić uwagę na kalendarz astronomiczny już na miesiące wakacyjne i niezwykłe zjawiska na niebie.

Życzę Państwu ciekawej lektury i interesujących obserwacji

Toruń, w kwietniu 2008 r.



Zarząd Głównego Polskiego Towarzystwa Astronomicznego informuje:

1. Na prośbę prof. dr. hab. Jerzego Duszyńskiego, podsekretarza stanu w Ministerstwie Nauki i Szkolnictwa Wyższego, Komitet Astronomii PAN opracował dokument zatytułowany „Stanowisko Komitetu Astronomii PAN w sprawie najważniejszych przedsięwzięć aparaturowych astronomii polskiej w latach 2008–2025”, który został przekazany ministrowi Duszyńskiemu w dniu 3 kwietnia 2008 r.

2. Prace zespołu ds. przystąpienia Polski do ESO

W lutym i marcu br. zespół powołany przez Komitet Astronomii PAN, pod kierownictwem prof. Andrzeja Udalskiego opracował dokument, opisujący dzisiejsze możliwości realizowania wysokiej klasy projektów naukowych w różnych dziedzinach astrofizyki po przystąpieniu Polski do ESO. Raport ten trafił do Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego w kwietniu 2008 r.

3. EAS News

Polecamy najnowszy biuletyn elektroniczny EAS zawierający wiele informacji o konferencjach i szkołach letnich: http://eas.unige.ch/eas/news_archive.jsp

4. Konferencja ASTRONET

W dniach 16–19 czerwca br. w Liverpool ma się odbyć sympozjum europejskiego projektu Astronet. Astronet jest formą konsorcjum głównych agencji finansujących i sponsorujących badania astronomiczne w Europie. Ze strony polskiej formalnym uczestnikiem jest Narodowe Centrum Badań i Rozwoju. Szczegóły projektu można znaleźć pod adresem <http://www.astronet-eu.org>.

Celem sympozjum w Liverpool, Astronet Infrastructure Roadmap Symposium, ma być dyskusja nad projektem Roadmap, czyli nad projektem planów strategii europejskiej astronomii na najbliższe 20 lat. Warto zaznaczyć, że uczestnicy m.in. z Polski mogą ubiegać się o pokrycie kosztów uczestnictwa od organizatorów sympozjum. Szczegóły na temat sympozjum można znaleźć pod adresem: <http://www.astro.livjm.ac.uk/~airs2008/index.html>

5. Międzynarodowe konferencje naukowe organizowane w Polsce

Latem 2008 odbędzie się kilka międzynarodowych konferencji naukowych, które polecamy państwa uwadze.

a) Extrasolar planets in multi-body systems: theory and obse-

Tu może być reklama Twojej Firmy!

Nasz cennik jest następujący:

cała strona kolorowa: 1000,00 zł

cała strona czarno-biała: 400,00 zł

Przy mniejszych formatach dla stron czarno-białych:

1/2 s.: 300,00 zł

1/4 s.: 200,00 zł

1/8 s.: 100,00 zł — ten rozmiar traktujemy jako najmniejszy „moduł”.

Podobnie jest ze stroną kolorową.

Istnieje możliwość negocjowania warunków.

Zapraszamy na nasze łamy!

rations, Toruń 25–29. 08.2008.

<http://exoplanets.astri.umk.pl/index.html>

b) Wrocław Helas Workshop – Interpretation of Astroseismic Data, Wrocław 23–27.06.2008

<http://seismo.astro.uni.wroc.pl>.

c) Kepler 2008: From Tübingen to Sagan, Zielona Góra 22–26.06.2008.

<http://astro.ia.uz.zgora.pl/keplerconference>

6. Finał 51 Olimpiady Astronomicznej

W niedzielę, 9 marca 2008 roku w Planetarium Śląskim odbyła się uroczystość kończąca LI Olimpiadę Astronomiczną. Ze 122 uczestników I etapu do zawodów II stopnia zakwalifikowało się 64, a z nich w zawodach centralnych obecnej olimpiady wzięło udział 18.

Finał LI olimpiady miał tradycyjny przebieg. Uczniowie rozwiązywali 4 zadania teoretyczne, zadanie pod sztucznym niebem planetarium, w którym wykazywali się znajomością nieba i zachodzących na nim zjawisk. Mieli również okazję rozwiązać zadanie na podstawie samodzielnie przeprowadzonej obserwacji na prawdziwym niebie.

Pełna informacja o LI Olimpiadzie Astronomicznej i jej rezultatach znajduje się na s. 127 tego zeszytu „Uranii”.

Raporty wymienione w p. 1 i 2 zamieścimy w następnych zeszytach naszego pisma. (Red) (16.04.2008)

Zlot obserwatorów nieba

Członkowie Oddziału Krakowskiego Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii oraz Klubu Astronomicznego „Regulus” informują, że w dniach 24.07–4.08.2008 w schronisku „Cicha Dolina” w Roztokach Górnego w Bieszczadach odbędzie się zlot obserwatorów nieba, w ramach którego będą prowadzone obserwacje astronomiczne, połączone ze szkoleniem chętnych oraz prelekcje na tematy astronomiczne i obserwacyjne. W związku z tym, że jest to tylko zlot, a nie obóz, opłaty za noclegi i wyżywienie każdy rozlicza osobiście z kierownikiem schroniska.

Koordynatorem zlotu jest kol. Roman Grzyb z Sanoka (tel. 601 952 448, e-mail gomba@poczta.sanok.pl), do którego należy kierować zgłoszenia rezerwacji miejsc w schronisku do dnia 30 czerwca. Czas pobytu jest dowolny, należy jednak podać jego termin, w związku z ko-

necznością rezerwacji miejsc. Możliwy jest też przyjazd każdego zainteresowanego bez wcześniejszego zgłoszenia, lecz nie zapewniamy w tym przypadku miejsca noclegowego. Informujemy, że schronisko posiada również pole namiotowe.

Koordynator jest w stanie zapewnić transport do schroniska z Sanoka w dniu 24 lipca. Zgłoszenia chętnych prosimy kierować do dnia 30 czerwca. Należy też w zgłoszeniu zaznaczyć, czy konieczny jest przewóz sprzętu astronomicznego lub innego dużego bagażu. Zainteresowani zostaną powiadomieni o terminie i miejscu odjazdu.

Jednocześnie informujemy, że nie przyjmujemy odpowiedzialności za osoby nieletnie, obecne na zlocie — każdy z uczestników przyjeżdża na własną odpowiedzialność, jako osoba prywatna.

Dwumiesięcznik poświęcony upowszechnianiu wiedzy astronomicznej. Czasopismo powstałe z połączenia się „Uranii” — dotychczasowego miesięcznika PTMA, ukazującego się od 1922 r. i „Postępów Astronomii” — dotychczasowego kwartalnika PTA, wychodzącego od 1953 r. Patronat: Polskie Towarzystwo Astronomiczne i Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii. Zachowana zostaje dotychczasowa numeracja „Uranii”. Pismo jest częściowo finansowane przez MNiSzW.

Nakład: 1500 egz.

Redaktor Naczelny:

Andrzej Woszczyk, CA UMK Toruń

Zespół Redakcyjny:

Marek Gołębiewski, CA UMK Toruń
Magdalena Kożuchowska, CAMK Warszawa
Adam Michalec, UJ/PTMA Kraków
Roman Schreiber, CBK PAN

**Opracowanie graficzne
i skład komputerowy:**

Jacek Drążkowski

Korekta:

Bożena Wyrzykowska

Adres Redakcji:

Uniwersytet Mikołaja Kopernika
Centrum Astronomiczne
ul. Gagarina 11
87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 52
fax. (0-56) 621 93 81

Poczta elektroniczna (E-mail address):
aw@astri.uni.torun.pl
urania@astri.uni.torun.pl

Adres WWW:

<http://urania.pta.edu.pl>
<http://urania.camk.edu.pl>

Druk:

Zakład Poligraficzno-Wydawniczy
POZKAL, Inowrocław

Dystrybucja:

Karolina Zawada, CA UMK,
ul. Gagarina 11, 87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 14
E-mail: urania@astri.uni.torun.pl

Prenumerata w roku 2008 kosztuje 54 zł.
Można również zamawiać pojedyncze zeszyty
w cenie 10 zł.

Polskie Towarzystwo Astronomiczne

Zarząd Główny – Sekretariat
ul. Bartycza 18, 00-716 Warszawa
tel. (0-22) 841 00 41 wewn. 146
E-mail: hania@camk.edu.pl
WWW: www.pta.edu.pl

Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii
Zarząd Główny

ul. Miodowa 13 m.35, 31-055 Kraków
tel. (0-12) 422 38 92
E-mail: ptma@oa.uj.edu.pl
WWW: oa.uj.edu.pl/~ptma

Numer zamknięto w kwietniu roku 2008

* Materiałów nie zamówionych Redakcja
nie zwraca, a wykorzystując zastrzeżone
sobie prawo do ich redagowania i skracania

* Przedruk materiałów i zdjęć tylko za zgoda
Redakcji. * Opinie i poglądy formułowane
przez Redakcję i Autorów nie reprezentują
oficjalnego stanowiska obu patro-
nujących nam Towarzystw *

W NUMERZE

100 Ksiądz profesor Michał Heller

Andrzej Woszczyk

Sylwetka Laureata i gratulacje z racji otrzymania najwyższej na świecie nagrody za osiągnięcia naukowe, Nagrody Templetona

102 Galaktyki karłowate jako narzędzie do badań ciemnej materii

Jarosław Klementowski

Ciemna materia jest bardzo ważnym składnikiem materii Wszechświata i choć już 75 lat temu astronomowie przekonali się o jej istnieniu, do dzisiaj kryje wiele tajemnic i zaprasza umysły astrofizyków. Autor przedstawia jeden ze sposobów współczesnych badań ciemnej materii przy pomocy galaktyk karłowatych

108 Modelowanie kształtów planetoid

Anna Marciniak

Rola i znaczenie planetoid w zrozumieniu procesów powstania i ewolucji naszego Systemu Planetarnego jest niepodważalna. Stąd bardzo duże obecnie zainteresowanie astronomów badaniem tych obiektów. Autorka stara się odtwarzać kształty planetoid przy pomocy analizy ich krzywych blasku i zdradza nam tajniki postępowania, jakie stosuje w tym celu

114 De Revolutionibus – historia jednej książki, 19 lutego 2008

Anna Karolina Zawada

Z okazji 535 rocznicy urodzin Mikołaja Kopernika urządzono w Toruniu, jak co roku, Wieczornicę Kopernikowską. Tym razem była wystawa kolejnych wydań dzieła Kopernika i wykład na temat historii tych wydań

w kolorze: LI Olimpiada astronomiczna (o.II); OMSA 2008 (w. I-III); AstroJaWil 10 – program astronomiczny (w.IV); Galeria Uranii (o. III); Jowisz i Io z pokładu New Horizons (o.IV)

z kraju i ze świata: Zarząd Główny PTA informuje (98); XXIV Ogólnopolskie Młodzieżowe Seminarium Astronomiczne im. prof. Roberta Głębockiego (119)

z kart historii: Budowa pierwszego w Polsce wysokogórskiego obserwatorium astronomicznego im. Marszałka J. Piłsudskiego

rozmaitości: Niezwykła chłodna gwiazda typu widmowego Y (118); Niezwykły wybuch gamma (118); Prześwietlenie korony słonecznej (123); Niezwykłe kwazarrentgenowskie (123)

poradnik obserwatora: AstroJaWil 10 – polski program astronomiczny

sylwetki astronomów: Profesor Klim Czurumow – życie wśród komet

astronomia w szkole: LI Olimpiada Astronomiczna (2007/2008)

galeria obiektów NGC: Lańcuch Markariana, Oczy: NGC 4435 + NGC 4438

kalendarz astronomiczny 2008: Lipiec – sierpień

recenzje: Andrzej Woszczyk „Sylwetki astronomów polskich XX w.”

astronomia i muzyka: Muzyka sfery wg Mike'a Oldfielda

relaks z Uranią: Krzyżówka

ciekawe strony internetowe

NA OKŁADCE

Mars, jak na rzymskiego boga wojny przystał, ma dwóch „adiutantów” zwanych *Fobos* i *Deimos*, czyli Strach i Groza. Te księżyce marsjańskie są małutkie i najprawdopodobniej zostały „wykradzione” przez marsjańskie pole grawitacyjne z głównego pasa planetoid krążących między orbitami Marsa i Jowisza. Na okładce przytaczamy obraz większego z tych satelitów, *Fobosa*, uzyskany przez stację Mars Reconnaissance Orbiter z rozdzielcością 7 m na piksel. *Fobos* krąży w bardzo malej odległości od powierzchni planety – tylko ok. 5800 km. Grawitacyjne siły pływowe powodują, że coraz bardziej przybliża się do macierzystej planety. W perspektywie ok. 100 mln lat *Fobos* prawdopodobnie zostanie rozerwany, a produkty jego rozpadu utworzą pierścienie wokół Marsa.

Źródło: HiRise, MRO, LPL (Arizona) i NASA

Ksiądz profesor Michał Heller



**Więcej niż Nobel dla filozofa i kosmologa
ks. profesora Michała Hellera**

Michał Heller, ksiądz katolicki, profesor filozofii Papieskiej Akademii Teologicznej w Krakowie, kosmolog, współpracownik Watykańskiego Obserwatorium Astronomicznego, nasz Przyjaciel i Autor „Uranii”, został tegorocznym laureatem Nagrody Templetona. Decyzja o przyznaniu nagrody polskiemu uczniemu i księdzu została ogłoszona w dniu Jego urodzin, 12 marca, a wręczona zostanie w pałacu Buckingham w maju br. Jest to monetarnie najwyższa nagroda, jaka jest przyznawana na świecie indywidualnym badaczom. Wynosi ok. 1,6 mln dolarów. Całą kwotę nagrody Laureat przeznaczył na rozwój Ośrodka Badań Interdyscyplinarnych w Krakowie, którego jest współtwórcą i kierownikiem.

Michał Heller urodził się 12 marca 1936 r. w Tarnowie w rodzinie inteligenckiej. Jego ojciec był inżynierem, m. in. budującym Zakłady Azotowe w Mościcach, a matka nauczycielką. Michał miał 4 siostry. W czasie wojny, w 1940 r., rodzina Hellerów została wywieziona przez Rosjan na Sybir, a później w 1944 r. przesiedlona do Urbachu, niedaleko Saratowa w południowej Rosji. Wrócili do Polski i rodzinnego Tar-

nowa w 1946 r. Michał uzyskał tam maturę w 1953 r. i, ku zaskoczeniu Rodziny, wstąpił do Wyższego Seminarium Duchownego (które później stało się Instytutem Teologicznym) w Tarnowie, gdzie, po studiach w latach 1953–1959, uzyskał magisterium z teologii i święcenia kapłańskie (26 IV 1959 r.). Po krótkim wikariacie w Ropczycach studiował następnie w latach 1960–1965 na Wydziale Filozofii KUL-u w Lublinie, gdzie uzyskał magisterium z filozofii, a rok później doktorat z kosmologii relatywistycznej. Jego rozprawa doktorska nosiła tytuł *Koncepcja seryjnych modeli Wszechświata i jej filozoficzne implikacje*. Następnie przez 3 lata pogłębiała swą wiedzę fizyczno-matematyczną na Wydziale Fizyki UJ, jako wolny słuchacz, i przygotowuje rozprawę habilitacyjną na temat *Zasada Macha w kosmologii relatywistycznej*. Habilitację uzyskuje na KUL-u w 1969 r. W tym czasie arcybiskup Karol Wojtyła zaczyna zapraszać uczonych różnych specjalności, filozofów i teologów do swej rezydencji na dyskusje na takie tematy, jak wzajemne oddziaływanie nauki i filozofii, nauki i teologii, nauki i kultury itp. W tej grupie zapraszanych gości Arcybiskupa Krakowa znajdują się m.in. Jó-

zef Życiński, obecny arcybiskup Lublinia i Michał Heller. Ponieważ obaj są związanymi z Papieskim Wydziałem Teologicznym w Krakowie, zawiązuje się Centrum Badań Międzydyscyplinarnych przy tym wydziale. Od 1972 r. ks. Michał Heller jest docentem na Papieskim Wydziale Teologicznym w Krakowie. W 1985 r. zostaje mianowany profesorem nadzwyczajnym, a w 1990 r. profesorem zwyczajnym na Wydziale Filozoficznym PAT w Krakowie. Pełni tam m. in. funkcję dziekana i kierownika Katedry Filozofii Przyrody. W 1991 r. pełni funkcję Rektora Instytutu Teologicznego w Tarnowie i w tym też roku zostaje członkiem zwyczajnym Papieskiej Akademii Nauk w Rzymie. Ojciec Święty nadaje Mu ponadto godność papieskiego prałata honorowego w 1994 r. W 1996 r. Krakowska Akademia Górnictwo-Hutnicza nadała Mu doktorat honorowy (pisaliśmy o tym w „Postępach Astronomii” nr 2/1996) za „wartości humanistyczne Jego twórczości”. Petersburgska Akademia Historii Nauki i Techniki powołała Go do swego grona w tym samym roku. Jest też członkiem Polskiej Akademii Umiejętności. Medal miasta Tarnowa, nagroda naukowa Krakowa i PAU, nagroda Fundacji Nauki i nagroda Prezesa Rady Ministrów za 2006 r. to m.in. niektóre honory i wyróżnienia, jakie zostały Mu przyznane. Te honory i nagrody spadają na Niego nie tylko za bogatą i wnikliwą twórczość naukową (ok. 400 publikacji) znaną na całym świecie, ale też za niezwykłe interesującą twórczość popularnonaukową, w której, w blisko 30 książkach, przybliża tzw. zwyklemu czytelnikowi Wszechświat, jego strukturę oraz problemy jego powstania. Interesują Go najwcześniejsze momenty istnienia Wszechświata i miejsce, jakie w nim zajmuje człowiek. I o tych sprawach pisze prostym i pięknym językiem w swych książkach, nie uciekając się przy tym do spłaszczenia zagadnienia. Jest laureatem Nagrody Polskiego Towarzystwa Astronomicznego i Medalem im. profesora Włodzimierza Zonna za popularyzację nauki o Wszechświecie (1987 r.). *Wobec Wszechświata* to pierwsza Jego książka, która ukazała się w roku 1970. Z ostatnich wymieńmy tylko *Kosmologię kwantową* (2001), *Początek jest wszędzie. Nowa hipoteza pochodzenia Wszechświata* (2002), *Granice kosmosu i kosmologii* (2005). Duży roz-

Wielce Szanowny Księże Profesorze,
Czcionodny Laureacie Nagrody Templetona,
Drogi Michale,

Zarząd Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, działając w imieniu całej społeczności astronomicznej w Polsce, składa Ci najserdeczniejsze gratulacje! To dla nas ogromna radość i wielki szaczą, że nasz Kolega i Przyjaciel został laureatem tak prestiżowej nagrody międzynarodowej. Od dawna zdajemy sobie sprawę, że na takie wyróżnienie zasługujesz. Jak dobrze, że wreszcie i świat to dostrzegł, i znalazł właściwy sposób wyrażenia tego uznania. Zawsze chcemy słuchać Twych mądrych wykładów (jakże żałowaliśmy, że nie udało się to podczas ostatniego Zjazdu PTA w Kielcach kilka miesięcy temu), czytamy Twoje fascynujące książki, wypatrujemy Twoich artykułów, esejów, refleksji, niektórzy wgryzają się w Twe prace naukowe. Dla wielu z nas są one drogowskazem w poszukiwaniach sensu i zrozumienia rzeczywistości, wprowadzają ład i porządek w dzisiejszy chaos myślowy, dostarczają argumentów dla przecistawiania się najprzeróżniejszym iluzjom współczesności. Za to wszystko z serca Ci dziękujemy i życzymy zdrowia i sił do dalszej twórczości oraz realizacji zamierzeń, którym nagroda ma pomóc.

Z wyrazami głębokiego szacunku

Prezes PTA

głos przyniosły Mu książki: *The New Physics and a New Theology*, opublikowana przez Obserwatorium Watykańskie w 1996 r. i *Creative Tension-Essays on Science and Religion*, opublikowana przez Fundację Templetona w 2003 r. W tej ostatniej przeprowadza metodyczną analizę teologiczną interpretacji teorii naukowych i wprowadza pojęcie „teologii nauki” (chodzi o nauki empiryczne). W druku w Wydawnictwach Springera znajduje się jeszcze jedno duże dzieło Laureata: *A Comprehensible Universe: The Interplay of Science and Theology*.

Ksiądz profesor Michał Heller jest kierownikiem Katedry Filozofii Przyrody na Wydziale Filozoficznym Papieskiej Akademii Teologicznej w Krakowie i Redaktorem Naczelnym pisma „Zagadnienia Filozoficzne w Nauce”. Był promotorem 21 doktoratów, głównie w dziedzinie filozofii. Dziedziny badań naukowych, które uprawia, to filozofia i historia nauki, ogólna teoria względności i kosmologia relatywistyczna oraz relacje między nauką a religią.

To właśnie głównie ta ostatnia dziedzina przyniosła Mu Nagrodę Templetona. Nagroda ta została utworzona

w roku 1972 przez fundację brytyjskiego przedsiębiorcy Johna Templetona i ma na celu rekompensowanie wysiłków indywidualnych badaczy „za postęp lub odkrycia w dziedzinie rzeczywistości duchowej”, a przyznawana jest za osiągnięcia w dziedzinie filozofii i religii, można powiedzieć „za interdyscyplinarne budowanie mostów między religią i nauką”. Wśród jej dotychczasowych laureatów są m.in. Matka Teresa z Kalkuty, Brat Roger i buddyjski przywódca Nikkuo Niwano, ale też laureat Nobla z 1964 r. za odkrycia w dziedzinie fizyki kwantowej, które doprowadziły do powstania lasera, prof. Charles Townes, a ostatnio kosmolog prof. John D. Barrow.

Cieszymy się bardzo z tego, że to właśnie Księźa Profesora spotkało tak wielkie wyróżnienie i z całego serca gratulujemy Ci tej nagrody. Od dawna docenialiśmy Twoją Wielkość i podziwialiśmy Mądrość, z jaką wyjaśniasz zawiłe problemy Wszechświata. Dziś dzielimy z Tobą radość z tego międzynarodowego uznania Twych badań, życzymy Ci dużo zdrowia i sił do dalszego zgłębiania tajemnic Wszechświata oraz wszelkiego Bożego Błogosławieństwa.

Andrzej Woszczyk

Galaktyki karłowate jako narzędzie do badań ciemnej materii

Historia ciemnej materii

Problem ciemnej materii jest chyba jednym z najciekawszych zagadnień współczesnej astronomii. Mimo iż znany jest od 75 lat, to odpowiedź na pytanie, czym jest ciemna materia, nadal spędu sen z powiek astrofizyków. Kiedy w roku 1933 szwajcarski astronom Fritz Zwicky po raz pierwszy zmierzył masę gromady galaktyk w Warkoczu Bereniki, okazało się, że jest ona niewystarczająca, aby utrzymać galaktyki na orbitach. Albo więc korekty wymagała teoria grawitacji, albo w gromadzie było coś jeszcze. Coś niewidocznego, co grawitacyjnie spała ją w całość. Tak powstała koncepcja ciemnej materii.

Ciekawym zbiegiem okoliczności jest fakt, że zaledwie trzy lata wcześniej niemalże identyczny problem przytrafił się fizykom podczas badań rozpadu β . W tym czasie wiadomo było, że neutron rozпадa się na dwie naładowane cząstki — proton i elektron. Rozpadem rządzą dwa fundamentalne prawa fizyczne: zasada zachowania energii i zasada zacho-

wania pędu. Z pierwszego prawa wiadomo, ile energii kinetycznej otrzymają produkty reakcji, podczas gdy drugie mówi, w jaki sposób ta energia zostanie między nie rozzielona. Mamy więc dwa niezależne równania. Jeśli produktami rozpadu są także dwie cząstki, to oczywiście nie ma żadnej swobody i możliwy jest tylko jeden konkretny podział energii i pędu. Innymi słowy, mierząc np. energię elektronu powstałego w rozpadzie β , spodziewamy się konkretnej wartości. To, co obserwowano w rzeczywistości, to było całe spektrum energii.

Możliwe były dwa rozwiązania tego problemu. Albo poprawek wymagają fundamentalne zasady zachowania, albo jest tam coś jeszcze. Coś niewidocznego, co porywało ze sobą nadwyżkę energii. Tak właśnie za sprawą Wolfganga Pauliego powstała koncepcja neutrina — niesamowicie lekkiej, hipotetycznej cząstki, niezwykle trudnej do wykrycia. Fizykom wystarczyło jednak ledwie 26 lat, aby rzeczywiście tę cząstkę odkryć, podczas gdy do ujazdzenia ciemnej

NGC 346, fragment Małego Obłoku Magellana. Fot. NASA/ESA

materii wydaje się być nadal daleko. Żeby analogia między tymi dwoma przypadkami była pełna warto wspomnieć, że jeszcze całkiem niedawno jako hipotetyczną cząstkę ciemnej materii obstawiano... neutrino!

Dalsze badania

Oczywiście pośrednie obserwacje ciemnej materii nie sprowadzały się tylko do gromad galaktyk. Okazuje się, że aby wyjaśnić dynamikę samych galaktyk, potrzeba dodatkowej, niewidocznej masy. Rekordzistkami pod tym względem są galaktyki karłowe, u których stosunek masy do światła jest największy. Jednak ciemna materia nie przejawia się tylko w dynamice galaktyk czy ich gromad. Jest ona absolutnie niezbędna, aby wyjaśnić ewolucję Wszechświata jako całości na bazie teorii Wielkiego Wybuchu. Bez ciemnej materii ewolucja Wszechświata nie tylko globalnie przebiegałaby zupełnie inaczej niż wynika z szeregu różnych obserwacji, ale w ogóle niemożliwe byłoby w tak krótkim czasie utworzenie jakichkolwiek wielkoskalowych struktur, takich jak gromady galaktyk. To ciemna materia pisze scenariusz, według którego formuje się Wszechświat, a materia widzialna jest jedynie aktorem na tej scenie.

Czy to możliwe, że słuszna jest koncepcja alternatywna, tj. modyfikacji wymaga sama teoria grawitacyjnego oddziaływania? Obecnie wydaje się, że nie. Podjęto szereg prób znalezienia alternatywnej teorii oddziaływania (najpopularniejszy jest MOND, gdzie co prawda nie modyfikuje się grawitacji, lecz prawo dynamiki na dużych skalach) i oczywiście można je dopasować do niektórych danych obserwacyjnych, lecz brakuje im ogólności. Takie modyfikacje mają zastosowanie w konkretnych przypadkach, lecz nie potrafią opisać ich wszystkich, począwszy od najmniejszych galaktyk, na wielkoskalowej strukturze skończywszy. Dlatego też teraz zdecydowana większość astronomów skłania się ku koncepcji ciemnej materii.

Czym jest ciemna materia?

Wraz z rozwojem technik obserwacyjnych powstały możliwości badania niewidocznych wcześniej form materii. Satelitarne obserwacje rentgenowskie ujawniły duże ilości gorącego gazu w gromadach galaktyk. Obserwacje w podczerwieni i zakresie radiowym ujawniły także obecność chłodniejszego gazu wewnętrz samych galaktyk. Badania nad ewolucją gwiazd i ich po-

pulacjami umożliwiają oszacowanie masy gwiazd niewidocznych z powodu małych jasności absolutnych. Zjawisko mikrosoczewkowania grawitacyjnego umożliwiło ocenę liczby ciemnych zwartych obiektów w Galaktyce, takich jak brązowe karły czy samotne czarne dziury. Wszystko to, czyli w ogólności materia barionowa, stanowi jednak tylko mały ułamek brakującej masy. Stąd wzięła się koncepcja, iż ciemna materia jest materią niebarionową. Dodatkowo ciemna materia nie obserwuje się w mniejszych skalach niż skala galaktyki. Nasz Układ Słoneczny zachowuje się tak, jakby jej w ogóle nie było, choć z badań dynamiki Drogi Mlecznej wiemy, że tu jest i to w ogromnych ilościach. To nasuwa z kolei wniosek, że powinna to być raczej mikroskopijna cząstka, która w małych skalach ma zupełnie jednorodny rozkład. Wtedy w istocie jej obecność byłaby niezauważalna. W chwili obecnej nie znamy żadnej cząstki elementarnej, która mogłaby wyjaśnić fenomen ciemnej materii, ale istnienie takiej cząstki ma uzasadnienie w teoriach rozwijających model standartowy, takich jak np. teoria superstrun.

Mimo iż ciemna materia wydaje się być niebarionową cząstką elementarną, to jej właściwości można z powodze-



Galaktyka M31 w Andromedzie. Doskonale są widoczne dwie galaktyki karłowe, jej towarzysze. Fot. Robert Gendler

niem badać przy pomocy obiektów tak dużych, jak galaktyki i ich gromady. Bardzo pomocne są w tym symulacje N-ciało. Mikrofalowe promieniowanie tła daje nam bardzo precyzyjny obraz, jak wyglądał Wszechświat około 10^5 lat po Wielkim Wybuchu. Musimy jedynie wykorzystać te warunki początkowe, poczynić założenia na temat charakterystyki materii oraz zdefiniować wszelkie interesujące nas procesy, które mogą zachodzić po drodze. Następnie symulujemy ewolucję Wszechświata aż do chwili obecnej i porównujemy to, co wyszło z symulacji z tym, co widzimy na niebie. Jeśli zgodność jest zadowalająca, to znaczy, że przyjęte przez nas założenia są sensowne. W ten sposób proste badanie rozkładu ciemnej materii w połączeniu z symulacjami N-ciałowymi może być tak samo dobrym narzędziem przy badaniu hipotetycznej cząstki, jak akcelerator.

Gdy stało się jasne, że materii baryonowej jest za mało, aby wyjaśnić fenomen ciemnej materii, powstały dwie niezależne koncepcje niebarionowej cząstki. Teorie gorącej oraz zimnej ciemnej materii. Gorąca składałaby się z cząstek szybkich, poruszających się z prędkościami relatywistycznymi, zaś zimna to cząstki powolne, nierelatywistyczne. W obu przypadkach hipotetyczna cząstka powinna być bezzderzeniowa, tj. oddziaływać ze sobą oraz z pozostałą materią tylko grawitacyjnie (ew. zderzenia, o ile by występuły, powinny być bardzo rzadkie). Jest to o tyle oczywiste, że cząstki zderzające się, tak jak gaz, miałyby swoje równanie stanu, które na skutek obecności momentu pędu skłaniałoby do formowania raczej dysku, podczas gdy z badań rozkładu ciemnej materii wynika raczej, że formuje ona sferyczne halo.

Z koncepcją gorącej ciemnej materii wiązano duże nadzieje, gdyż znany był idealny kandydat na jej cząstkę, mianowicie neutrino. Niestety, symulacje N-ciało pokazały, że ewolucja Wszechświata na bazie modelu gorącego nie odtwarza poprawnie dzisiejszego stanu, a wkrótce okazało się także, że masa neutrina jest zupełnie niewystarczająca, aby pełnić tę rolę. Obecnie najbardziej faworyzowany jest model Zimnej Ciemnej Materii ze stałą kosmologiczną, który w symulacjach w miarę dobrze odzwiera obserwowany Wszechświat, a hipotetyczną cząstką mógłby być np.



Sferoidalna galaktyka karłowata w Piecu (Fornax). Jest to jedna z najlepiej zbadanych galaktyk tego typu. Typowa galaktyka wygląda jak zagęszczenie gwiazd nałożone na gwiazdy Drogi Mlecznej. (Źródło zdjęcia: http://www.astrosurf.com/antilhue/fornax_dwarf.htm)

WIMP, tj. Słabo Oddziałująca Masywna Cząstka, o masie rzędu kilkudziesięciu mas protonu.

Rola galaktyk karłowatych

Opierając się na symulacjach N-ciałowych na bazie teorii Zimnej Ciemnej Materii stworzono tzw. hierarchiczny model ewolucji Wszechświata. W pierwszej kolejności powstawały małe halo ciemnej materii, które następnie z czasem łączyły się w większe. Oczywiście w stworzone przez nie studnie potencjału wpadał gaz, z którego formowały się gwiazdy. Tak powstają najpierw galaktyki karłowskie, potem na skutek zderzeń coraz większe, które z czasem grupują się, tworząc gromady i supergromady galaktyk. W tym obrazie galaktyki karłowskie stanowią pewnego rodzaju cegiełki, z których budowane są większe twory. Te z nich, które przetrwały do dzisiaj, są najstarszymi obiektami tego typu we Wszechświecie. Okazuje się, że

są one całkowicie zdominowane przez ciemną materię, która często przewyższa masą świecący składnik kilkaset razy. Ponieważ galaktyki karłowskie są też najbliższymi obiektami, w których obserwuje się ciemną materię (nie licząc samej Drogi Mlecznej), można do ich badań stosować różne wyrafinowane techniki niedostępne dla obiektów znacznie dalszych. Te wszystkie cechy powodują, że galaktyki karłowskie wydają się być idealnymi kandydatkami do badań ciemnej materii i testowania współczesnych teorii kosmologicznych. Ale jest jeszcze

jeden ważny argument. Właśnie na galaktykach karłowskich potyka się faworyzowana teoria Zimnej Ciemnej Materii ze stałą kosmologiczną. Przewiduje ona mianowicie, że do chwili obecnej powinno przetrwać znacznie więcej galaktyk karłowskich niż w rzeczywistości się obserwuje. Jest to tzw. problem brakuujących satelitów. Nie jest do końca jasne, czy wynika on z wad samej teorii, symulacji numerycznych czy może obserwacji. Najprawdopodobniej po części z wad każdego z tych czynników. Dlatego tak ważne są badania nad masami oraz rozkładem ciemnej materii wewnętrz galaktyk karłowskich.

Grupa Lokalna składa się z dwóch dużych galaktyk spiralnych, które gromadzą zdecydowaną większość masy: Drogi Mlecznej oraz M31 — galaktyki w Andromedzie (rys. 1). Grupę Lokalną wypełnia też kilkadziesiąt galaktyk karłowskich, satelitów. Okrążają one po wydłużonych, eliptycznych orbitach obie galaktyki główne. Najbardziej znanie wśród nich to widoczne gołym okiem Obłoki Magellana. Są to galaktyki o nieregularnej budowie, jednak populacjami gwiazdowymi i zawartością gazu przypominają nieco galaktyki spiralne. Ponad połową galaktyk karłowskich Grupy Lokalnej to jednak twory sferoidalne oraz eliptyczne. Właśnie te, ze względu na ich symetryczną budowę oraz zupełny brak gazu międzygwiazdowego, są najlepszymi obiektami do badania (rys. 2).

Nie jest oczywiste, skąd bierze się rozróżnienie na galaktyki nieregularne

oraz sferoidalne. Najprawdopodobniej naturalną formą dającą początek galaktyce jest gazowy dysk, w którym potem powstają gwiazdy. Wydaje się więc, że taki właśnie nieregularny dysk jest charakterystyczny dla karłów raczej samotnych, które dopiero pierwszy raz pojawiły się w okolicach większej galaktyki. Natomiast kształt eliptyczny czy sferoidalny to efekt silnych oddziaływań płynowych między karłem a galaktyką, wokół której on orbituje. Na to wskażują zarówno symulacje N-ciało, jak i statystyczny fakt grupowania się ich w pobliżu większych galaktyk.

O funkcji rozkładu

Aby zrozumieć ideę wyznaczania rozkładu masy, a więc także ciemnej materii w galaktyce, trzeba zapoznać się z pojęciem funkcji rozkładu. Galaktyka w ogólności składa się z miliardów gwiazd. Nie sposób analitycznie badać grawitacyjnej ewolucji tak skomplikowanego tworu, gdy teoria poddaje się już przy problemie trzech ciał. Aby nieco uprościć sobie zadanie, wprowadza się tzw. funkcję rozkładu. Opisuje ona rozkład materii przy użyciu takich parametrów, jak położenie i prędkość. Jeśli rozpatrujemy same gwiazdy, to funkcja ta przyjmuje dyskretne wartości, ale łatwiej wyobrazić ją sobie jako ciągły, uśredniony rozkład. Ta funkcja $f(v, r, t)$ to prosty rozkład prawdopodobieństwa znalezienia gwiazdy o danej prędkości

v , w danym położeniu r , w chwili czasu t . Znajomość funkcji rozkładu całkowitej definiuje nam chwilowy stan galaktyki, czyli rozkład położen oraz prędkości jej cząstek.

Jeśli w pełni znamy funkcję rozkładu w danej chwili oraz skorzystamy z prawa powszechnego ciążenia, to postrafimy przewidzieć jej ewolucję w czasie, rozwiązuając tzw. równanie Boltzmanna. Niestety, w ogólności jest to bardzo złożony problem, ale przyjmując pewne uproszczenia, takie jak sferyczna symetria funkcji rozkładu oraz izotropia prędkości (lub chociaż stała wartość anizotropii) równanie nieco się upraszcza. Jeśli dodatkowo założymy stacjonarność, tj. brak zmienności funkcji w czasie, to dostajemy zależność wiążącą funkcję rozkładu oraz potentiał grawitacyjny. Innymi słowy, znając potentiał grawitacyjny natychmiast znamy funkcję rozkładu definiującą stacjonarny rozkład materii tworzący galaktykę w tym potencjale i na odwrót, znając rozkład materii i zakładając jego stacjonarność, natychmiast umiemy obliczyć potentiał grawitacyjny. Jeśli umiemy obliczyć potentiał, to znamy także rozkład ciemnej materii, która ma do tego potencjału znaczący wkład. Tak więc problem pomiaru rozkładu ciemnej materii sprowadza się do pomiaru funkcji rozkładu gwiazd. Trzeba więc zmierzyć przestrzenny rozkład gwiazd oraz ich prędkości.

Niestety, technicznie znalezienie funkcji rozkładu gwiazd w galaktyce jest problemem dość złożonym. Istnieją co prawda metody statystyczne pozwalające odtwarzać funkcję rozkładu na podstawie pomiarów rozkładu gęstości gwiazd i ich prędkości, ale zazwyczaj stosuje się nieco inne podejście. Dowolną funkcję rzeczywistą można w pewien sposób opisać za pomocą jej momentów. I tak pierwszy moment to średnia wartość funkcji, drugi moment to wariancja (kwadrat dyspersji). Jeśli ograniczymy się do drugiego momentu, to funkcję przybliżamy rozkładem normalnym o zadanej dyspersji wokół średniej. Gdybyśmy dołączyli także

czwarty moment, to funkcja byłaby rozkładem normalnym odpowiednio przez ten czwarty moment wyostrzonym lub rozmytym. Kolejne momenty odtwarzaliby oryginalną funkcję coraz dokładniej.

Przy pomocy momentów możemy w nieco inny sposób opisać także samą funkcję rozkładu. Co prawda nawet znajomość ich wszystkich nie daje gwarancji, że uda nam się funkcję całkowicie odtworzyć, to w praktyce i tak ubogie dane obserwacyjne nie pozwoliłyby odtworzyć jej lepiej niż do czwartego momentu włącznie. Tak więc, wyrażając funkcję rozkładu przy pomocy jej początkowych momentów, równanie Boltzmanna przechodzi w tzw. równanie Jeansa, prezentowane tutaj w układzie sferycznym dla drugiego momentu (na mocy symetrii zależność od ϕ i θ znika):

$$\frac{d}{dr}(v\sigma_r^2) + \frac{2\beta}{r}v\sigma_r^2 + v\frac{d\Phi}{dr} = 0, \quad (1)$$

gdzie

$$\beta = 1 - \frac{\sigma_\theta^2(r)}{\sigma_r^2(r)} \quad (2)$$

to tzw. parametr anizotropii mówiący, na ile izotropowe są orbity gwiazd, $v(r)$ to rozkład gęstości gwiazd, σ to dyspersje prędkości (drugi moment) w kierunku odpowiednich składowych, a Φ to potentiał grawitacyjny.

Aby scałkować to równanie, zazwyczaj przyjmuje się $\beta = 0$ lub $\beta = const.$. Dodatkowo trzeba uwzględnić fakt, że właściwie jedynymi dostępnymi danymi obserwacyjnymi jest rozkład gęstości gwiazd rzutowany na płaszczyznę nieba, który otrzymuje się ze zdjęcia galaktyki, oraz prędkości rzutowane na os obserwacji, otrzymane dzięki pomiarowi przesunięcia linii absorpcyjnych w widmie gwiazd na skutek efektu Dopplera. Trzeba więc przetłumaczyć to równanie na wartości obserwowane, dokonując rzutowania.

W efekcie otrzymujemy równanie, które wiąże powierzchniowy profil gęstości gwiazd, profil dyspersji prędkości gwiazd rzutowanej na os obserwacji w funkcji ich rzutowanej odległości od środka galaktyki, oraz funkcję definiującą rozkład masy całkowitej. Dwie pierwsze wielkości wymagają doświadczalnego wyznaczenia, w efekcie dając trzecią. Niestety, musimy a priori przyjąć jakąś analityczną postać rozkładu

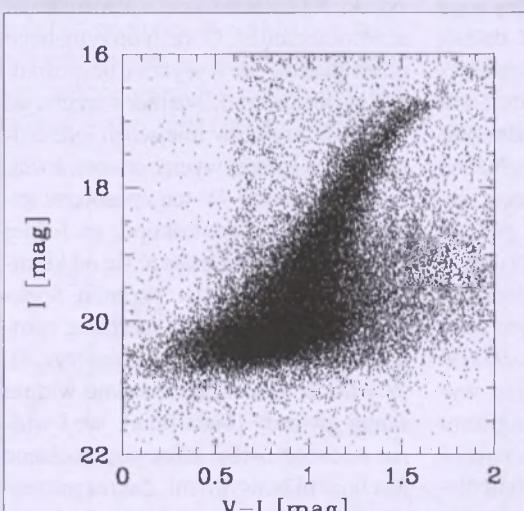
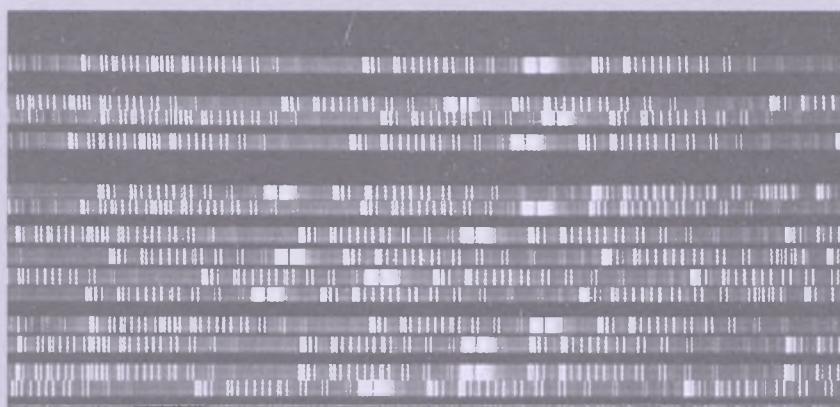


Diagram barwa-jasność dla galaktyki w Piecu (Fornax). Oś pozioma wyznacza barwę gwiazd, a pionowa ich jasność. Na tym diagramie jest widoczna tylko gałąź olbrzymów. Ciąg główny jest położony znacznie poniżej diagramu i jest zupełnie niedostępny dla nawet największych teleskopów. (Źródło: z materiałów własnych autora na podstawie danych udostępnionych przez Matthew G. Walkera)

ciemnej materii, a tak naprawdę dopasowujemy tylko parametry tego rozkładu. Skąd znamy postać tej funkcji? Przede wszystkim z symulacji N-ciało-wych, które podpowiadają, że ciemna materia lubi przyjmować z grubsza taki sam rozkład radialny jak gwiazdy. Jeśli przyjmiemy takie założenie, to w efekcie dopasowujemy tylko stały parametr będący współczynnikiem proporcjonalności między rozkładem gęstości gwiazd oraz ciemnej materii. Parametr ten nazywamy stosunkiem masy do światła. Gdybyśmy masy wyrazili w masach Słońca, a jasności w jasnościach Słońca, to dla typowej populacji gwiazd w sferoidalnej galaktyce karłowej otrzymamy stosunek masy do światła równy około trzech, gdyż są to średnio gwiazdy słabiej świecące od Słońca. Tzn. na jednajasność Słońca przypadają około trzy jego masy. Jednak zmierzona wartość tego parametru w prawdziwych sferoidalnych galaktykach karłowych wahę się od ok. 10 do kilkuset. Tak więc stosunki masy ciemnej materii do masy gwiazd zmieniają się od około trzech do około stu.

Obserwacje galaktyk karłowych

Sferoidalne galaktyki karłowe są obiekty dość trudnymi w obserwacji. Nie są zbyt jasne, a ich typowe odległości rzędu kilkudziesięciu do kilkuset kiloparseków to znacznie więcej niż odległości do gromad kulistych czy nawet dość bliskich Obłoków Magellana. Dla-



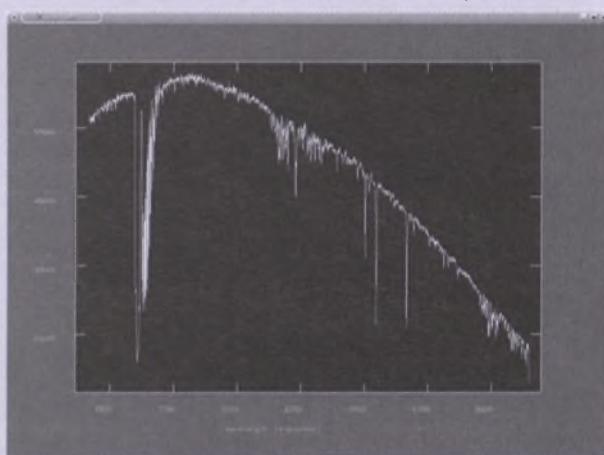
Obraz otrzymany przy pomocy spektrografof. Każda szczelina (oś pionowa to oś długości szczeliny) zostawia pasik widma (oś pozioma). Szczeliny należy dobrze tak, aby otrzymane widma się nie pokrywały. W każdym pasie widocznego jest widmo samej gwiazdy (biała linia rozciągająca się wzduż osi poziomej) oraz widmo nocnego nieba (pozostała przestrzeń w pasku). Otrzymane widmo jest poprzecinane pionowymi liniami emisyjnymi nocnego nieba, które świecą bardzo jasno w bliskiej podczerwieni. Widoczne są także losowo porozrzucane białe punkty i kreski, które powstały na skutek licznych uderzeń w kamery promieniowania kosmicznego podczas wielogodzinnego naświetlania. (Źródło: z materiałów własnych autora na podstawie danych z teleskopu VLT)

tego do ich badań używa się największych teleskopów optycznych, takich jak VLT czy Keck. Niestety, kolejka chętnych do uzyskania czasu na takim teleskopie jest największa.

Gdy przystępujemy do obserwacji, pierwszym krokiem jest wykonanie zdjęcia galaktyki w kilku filtrach barwnych (rys. 2). Ma to dwa cele. Pierwszy to wyznaczenie profilu gęstości jasności gwiazd, co, jak wiadomo jest jednym z parametrów wejściowych modelowania. Drugi cel to wybór gwiazd do późniejszych pomiarów spektroskopowych. Gwiazdy takie powinny być jak najjaśniejsze, w miarę izolowane, aby nie otrzymać wymieszanych widm, a co najważniejsze, powinny należeć do obserwowanej galaktyki karłowej. Na tym etapie galaktyka jest niejako nałożona na mniejszą więcej stały rozkład gwiazd pochodzących z Drogi Mlecznej. Najprostszym sposobem, aby odrzucić te gwiazdy jest wykonanie diagramu barwa-jasność (rys. 3). Na tym diagramie gwiazdy należące do galaktyki będą układawać się na znanych pasmach jak ciąg główny czy gałąź olbrzymów, a gwiazdy z Drogi Mlecznej, ze wzglę-

du na ich przypadkowe odległości, będą porozrzucane losowo. Na tym etapie zwykle kończy się selekcję gwiazd, ale warto wspomnieć, że istnieją inne metody, pozwalające odrzucić gwiazdy z Drogi Mlecznej, np. dzięki rozróżnieniu ich klasy jasności. Stosuje się do tego celu zdjęcia wykonane w dość wąskich filtrach, wykalibrowanych na linię absorpcyjną czującą na potencjał grawitacyjny na powierzchni gwiazdy. Odrzucając wszystkie karły (dla większości galaktyk karłowych zasięg teleskopu ogranicza się do galęgi olbrzymów) otrzymujemy ostatecznie czystą próbę.

Kolejny krok to przygotowanie maski do wykonania tzw. spektroskopii wieloobiektowej. Obrazu otrzymanego przez teleskop nie wysyła się bezpośrednio na spektrograf. Najpierw trzeba go zasłonić, a tylko w miejscach interesujących nas gwiazd wyciąć otwory, a właściwie szczeliny. W ten sposób, w zależności od typu teleskopu, na jednej takiej płytce może znaleźć się od kilkunastu do nawet kilkuset szczelin. Spektrograf niejako rozciąga szczelinę, rysując dla każdej z nich całe widmo (rys. 4). W widmie tym widać zarówno widmo samej gwiazdy (biała linia), jak i widmo nocnego nieba, które poprzecinane jest liniami emisyjnymi. Zakres prezentowany na rysunku to bliska podczerwień, w którym nocne niebo bardzo jasno świeci. Kolejne kroki sprowadzają się do redukcji otrzymanych danych — trzeba odjąć efekty instrumentalne, wymodelować i odjąć linie nocnego nieba oraz ostatecznie wydobyć widmo gwiazdy. Kolejny krok to skalibrowanie wid-



Widmo gwiazdy po redukcji, odjęciu tła i kalibracji wykonanej przy użyciu pakietu *IRAF*, tak jak po raz pierwszy widzi je astronom na ekranie. Wśród licznych linii absorpcyjnych do badania przesunięcia najlepiej nadaje się tryplet wapnia — trzy silne i bardzo cienkie linie w okolicach 8600 Å. W rzeczywistości jest to widmo bardzo jasnej gwiazdy porównania, a badane gwiazdy mogą być tak słabe, że nic poza szumem w nich widmach nie widać. Aby odtworzyć przesunięcia linii w tak słabych danych, stosuje się m.in. technikę kroskorelacji widm. (Źródło: z materiałów własnych autora na podstawie danych z teleskopu VLT)

ma tak, aby wyrazić je w funkcji długości fali (rys. 5). Potem pozostaje już tylko wybrać interesujące nas linie absorpcyjne i badać ich przesunięcie względem tych samych linii dla jakiejś gwiazdy porównania. W efekcie ze znanej zależności dla efektu Dopplera:

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{v}{c} \quad (3)$$

wyznaczamy prędkość gwiazdy. Na końcu należy jeszcze uwzględnić prędkość orbitalną i rotacji Ziemi w chwili obserwacji, aby przeliczyć otrzymane wartości na prędkości heliocentryczne, tj. względem Słońca. Zwykle publikuje się je właśnie w tej formie.

Modelowanie

Gdy zakończy się etap obserwacyjny i mamy już próbki prędkości dla kilkudziesięciu, a najlepiej kilkuset gwiazd, możemy przystąpić do modelowania rozkładu masy. Zazwyczaj prędkości prezentuje się na diagramie w funkcji ich rzutowanej na niebo odległości od środka karła (rys. 6). Niestety, na tym etapie ciągle próbka może zawierać gwiazdy pochodzące z Drogi Mlecznej lub inne nie związane grawitacyjnie, których nie powinniśmy używać do modelowania. Gwiazdy te zostały wyrwane z karła na skutek jego oddziaływań pływowych z galaktyką główną. Mimo iż te ostatnie znajdują się na niebie w tym samym miejscu i tej samej odległości co badana galaktyka, to ich prędkości są zupełnie przypadkowe. Odrzucić takie gwiazdy można na oko, bądź zastosować bardziej wyrafinowane metody. Jest to dość ważny krok, gdyż nawet poję-

dyncza gwiazda może mocno zmienić końcowy wynik.

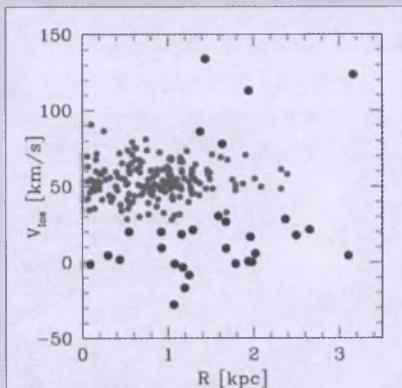
Kolejnym krokiem jest podzielenie gwiazd na próbki po około 20–30 o rosnących odległościach i dla każdej z nich skorzystanie ze znanej formuły na estymator dyspersji prędkości:

$$\sigma^2 = \frac{1}{(n-1)} \sum_{i=1}^n (v_i - \bar{v})^2 \quad (4)$$

w efekcie czego otrzymując profil dyspersji $\sigma(R)$. Teraz pozostaje już tylko dopasować teoretyczną zależność do tego profilu przy pomocy metody najmniejszych kwadratów, w efekcie otrzymując poszukiwany stosunek masy do światła oraz parametr anizotropii β (rys. 7).

Wyniki

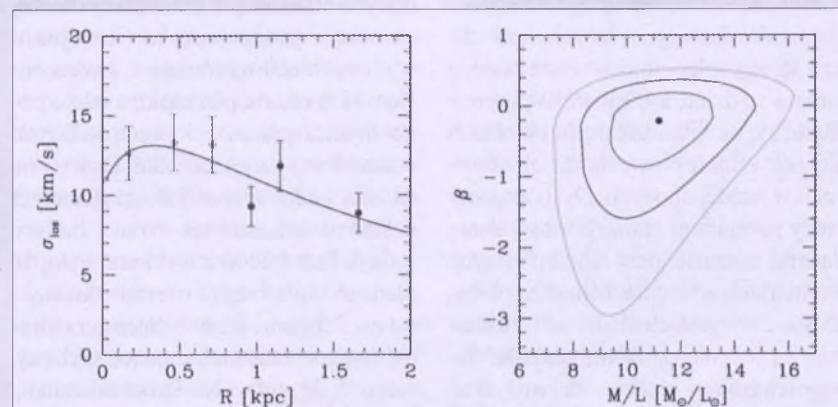
Znamy już dostateczne liczby prędkości gwiazd, aby z powodzeniem modelować rozkład masy dla kilkunastu sferoidalnych galaktyk karłowatych. Niestety, okazuje się, że wyniki są bardzo czułe na zastosowaną metodologię, a przede wszystkim na wybór gwiazd do modelowania. Wydawałoby się, że tak prosty krok nie powinien sprawić problemów, jednak właśnie z tego powodu różni autorzy otrzymują często dość rozbieżne wyniki. Część autorów skłonna jest do analizy przyjąć wszystkie gwiazdy, dla których zmierzono prędkości. Otrzymują oni wtedy największe dyspersje, a więc i bardzo masywny i rozległy składnik ciemnej materii. Inni zdają sobie sprawę z konieczności odrzucenia części gwiazd, ale robią to na różne sposoby. W zależności od przyjętej metody można otrzymać zarówno modele, gdzie rozkład ciemnej materii jest taki sam jak



Zmierzone prędkości gwiazd galaktyki w Piecu (Fornax) przedstawione na diagramie w funkcji ich rzutowanej odległości od środka. Gwiazdy zaznaczone na czarno zostały odrzucone jako nie związane z galaktyką. Do dalszego modelowania użyto tylko gwiazd oznaczonych kolorem szarym. (Źródło: z materiałów własnych autora)

gwiazd, albo modele o innym rozkładzie. Istnieje też problem degeneracji wyników ze względu na parametr β . Okazuje się, że można dopasowywać równie dobrze modele o różnych wartościach tego parametru. Zniesć tę degenerację można z powodzeniem stosując przy modelowaniu także czwarty moment funkcji rozkładu, ale nie jest to jeszcze szeroko stosowana metoda, gdyż wymaga dużej liczności próbek.

Podsumowując, wiemy już całkiem sporo o rozkładzie ciemnej materii wewnątrz galaktyk karłowatych, a także o ich masach, ale nadal jest dużo do zrobienia. Jest to bardzo prężnie rozwijająca się dziedzina nauki. Przeglądy nieba, takie jak SDSS, w dużym tempie (rzędu kilku na rok) odkrywają nowe, bardzo małe galaktyki karłowe. Najbliższa przyszłość przyniesie dokładniejsze pomiary prędkości swoistych gwiazd w tych obiektach, co doda modelowaniu nowy wymiar, a także pozwoli wyznaczyć orbity całych galaktyk. Znacznie poprawiły się także symulacje N-ciało, które dostarczają wiedzy na temat ewolucji galaktyk karłowatych, a także pozwalają testować sposoby modelowania i selekcji gwiazd. Za sprawą tych badań z każdym dniem nasza wiedza o ciemnej materii rośnie.



Dopasowywanie modelu teoretycznego do danych z galaktyki w Piecu (Fornax). Na lewym panelu widać otrzymany z obserwacji profil dyspersji wraz z dopasowanym modelem najmniejszych kwadratów modelem teoretycznym. Na prawym panelu widać otrzymany wynik dla dopasowywanych parametrów, tj. masy do światła oraz parametru anizotropii β . Zaznaczono też kontury błędów dla odpowiednio 1, 2 i 3 σ . (Źródło: z materiałów własnych autora)

Autor jest doktorantem astronomii w Centrum Astronomicznym im. Mikołaja Kopernika PAN w Warszawie. Jego zainteresowania naukowe skupiają się wokół cech fizycznych galaktyk i ciemnej materii



433Eros – planetoida, dla której model kształtu został potwierdzony zdjęciami wykonanymi podczas walentynkowego zbliżenia sondy NEAR w 2001 r.

Fot. NASA/JPL

Modelowanie kształtów planetoid

Fotometryczne obserwacje planetoid

Badania zmian blasku planetoid (zwanych też planetkami lub asteroidami) są i jeszcze długo pozostaną głównym źródłem informacji o ich właściwościach fizycznych. Przy setkach tysięcy małych ciał o wyznaczonych orbitach brakuje instrumentów i czasu, by dokładnie badać je wszystkie. Nawet w perspektywie nowych wielkich przeglądów nieba, jakie powstaną dzięki programom PAN-STARRS i GAIA, zawsze większa część tego ogromnego zbioru pozostanie niezbadana. Jednak mnogość małych, nawet amatorskich teleskopów i istnienie skoordynowanych sieci obserwatorów planetoid wnioszą bardzo wiele w tę dziedzinę badań. Wystarczy skupić się na kilkudziesięciu obiektach i konsekwentnie powracać do ich obserwacji w każdej opozycji. Dysponujemy wtedy pomiarami zmian jasności danej planetki w czasie, przy najróżniejszych geometriach widzenia. Mimo że planetoidy we wszystkich niedużych teleskopach są jedynie punktami światła, badając ich zmiany blasku, można uzyskać zaskakująco wiele informacji, takich jak: gwiazdowy okres obrotu planetki, położenie jej bieguna, fizyczne cechy powierzchni, a nawet trójwymiarowy model kształtu. W wielu przypadkach można też odkryć podwójność planet-

ki, jak to się stało w przypadku planetki 809 Lundia we wrześniu i październiku 2005 r. w naszym obserwatorium (OA UAM).

Badania takie służą w dalszej perspektywie powiększaniu statystycznej próbki planetoid o znanych parametrach fizycznych, co znacznie poszerza naszą wiedzę o powstawaniu i ewolucji Układu Słonecznego (i układów planetarnych w ogóle). Niektóre typy planetoid (np. „C” — wegliste) są uważane za pozostałości planetozymali, z których powstawały planety, zachowane w nienowym stanie od czasów formowania się Układu Słonecznego. Inne typy małych ciał niosą w sobie ślady dalszej ewolucji, polegającej na rozbijaniu większych ciał na mniejsze, tworzeniu się z nich rodzin planetoid, a także ponownym zlepianiu niektórych drobnych odłamków w większe ciała. Dowódów na taką budowę sporej ilości planetoid dostarcza istnienie tak zwanej bariery rotacji. Przed 2000 r. wiadomo było, że planetoidy nie rotują z okresami krótszymi niż 2,2 godz. Ciało będące „grawitacyjnym zlepieńcem”, rotujące szybciej, rozpada się pod wpływem sił odśrodkowych. Dopiero później odkryto planetki o krótszych okresach obrotu, nawet kilkuminutowych, ale są to wyłącznie ciała bardzo małe, o średnicach poniżej 150 m. Muszą one być pojedynczymi fragmentami litej skały, utrzymywany-

mi w całości siłami wewnętrznej spójności.

Krzywe zmian blasku

Główna przyczyną tego, że planetoida wykazuje zmiany jasności w czasie, jest obrót niesferycznego ciała dookoła osi. Oczywiście zmiany takie będą widoczne tylko wtedy, gdy nie będziemy patrzeć na nią od strony bieguna. Zdecydowana większość planetoid ma kształty mocno odbiegające od sfery, co jest spowodowane ich gwałtowną, zderzeniową historią. Jedynie największe z tych ciał, jak Ceres czy Pallas mają kształt zbliżony do kulistego, gdyż z powodu dużej masy ich własna grawitacja była na tyle duża, by przewyciągnąć siły wewnętrzne budujących je skał.

Zmiany blasku są więc spowodowane kształtem planetki, geometrią obserwacji oraz rozpraszającymi właściwościami jej powierzchni. Często rozważano też istnienie na powierzchniach planetoid plam o zdecydowanie różnym albedo, które także mogłyby powodować zmiany jasności z obrotem ciała. Jednak po kilku misjach kosmicznych do tych ciał okazało się, że ich powierzchnie są w większości bardzo jednorodne na skutek kosmicznego wieńienia. Jednym z wyjątków jest tutaj planetoida Vesta, która prawdopodobnie jest kawałkiem ciała pierwotnego o zróżnicowanej budowie wewnętrznej i powierzchni pokrytej lawą.

Krzywe zmian blasku planetoid często mają postać regularnej sinusoidy, o dwóch maksimach i dwóch minimach na okres obrotu, stąd w większości metod modelujących ich parametry kształtu planetki przybliża się za pomocą trójsiowej elipsoidy. Dość często zdarzają się jednak odstępstwa od takiego regularnego przebiegu krzywych, co jest spowodowane nieregularnością kształtu planetki, specyficznym rozpraszaniem światła przez jej powierzchnię, zmieniającym się wraz z kątem fazowym (kątem Słońce–planetka–Ziemia), a także cieniowaniem powierzchni przez różne cechy topograficzne (góry, głębokie kratery). Krzywe zmian jasności planetoid potrafią mieć płaskie minima, trzy lub więcej par ekstremów na okres, albo też zmienną liczbę ekstremów zależnie od aspektu (kąta między kierunkiem widzenia a osią rotacji planetki). Takie nieregularności krzywych blasku niosą więc w sobie bardzo dużo informacji

o kształtowaniu powierzchni planetki. Metoda inwersji krzywych zmian blasku czyni użytek z takich informacji i pozwala uzyskać bardzo dobrze przybliżenie trójwymiarowego kształtu obiektu, będące jego wypukłą reprezentacją.

Zakresy, w jakich zmieniają się jasności planetoid, zawierają się od praktycznie płaskiego przebiegu krzywej, do nawet 2 wielkości gwiazdowych w amplitudzie. Średnio jest to jednak 0,1–0,4 mag. Okresy zmian jasności potrafią przybierać wartości od kilku minut do kilkudziesięciu dni, ze średnią około 6–8 godzin.

Tradycyjne metody modelowania, badania statystyczne

By móc jednoznacznie wyznaczyć parametry planetoid potrzebne są obserwacje fotometryczne w formie kilku krzywych zmian blasku z co najmniej trzech pozycji (w praktyce z czterech lub pięciu) w miarę równomiernie rozłożone wzdłuż orbity planetki. Oznacza to kilkuletni okres zbierania danych dla danej planetki.

Dotychczas stosowane metody pozwalające wyznaczyć parametry rotacji planetoid dzielą się na trzy grupy: metody amplitud, magnitud i epok. Ich nazwy wskazują, z jakiej cechy krzywej zmian blasku dana metoda czyni użytk.

Rezultaty, jakie można dzięki nim uzyskać, to:

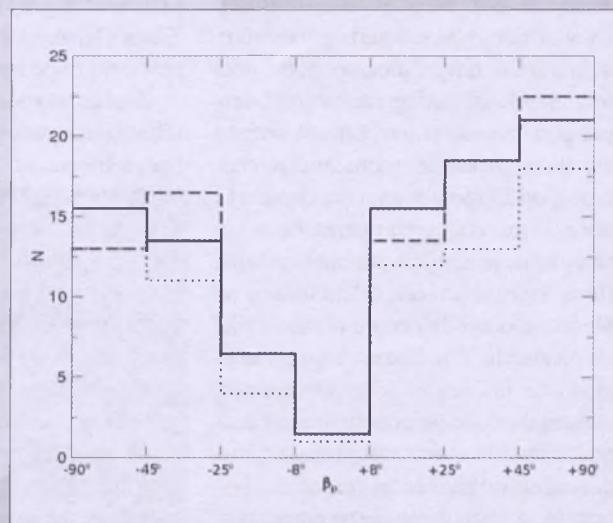
- gwiazdowy okres rotacji planetki P ,
- położenie jej bieguna we współrzędnych ekliptycznych: λ_p i β_p (β_p dodatnie dla rotacji prostej, ujemne dla wstecznej),
- kształt, rozumiany jako stosunki wielkich półosi trójsiowej elipsoidy a/b i b/c ,
- fotometryczne właściwości jej powierzchni (prawo rozpraszania zależne od wielkoskalowych cech powierzchni, rozmiarów ziaren regolitu itp.).

Wyznaczone powyższe cechy nazywa się zbiorczo modelem planetki.

Kilkanaście lat temu, na przełomie lat 80. i 90. wyznaczonych było około 30 modeli planetoid. Dziś (początek 2008 r.) w bazie wszystkich opublikowanych modeli planetoid jest prawie 200 obiektów. Baza ta, stworzona przez Pera Magnussona w 1989 r., a obecnie utrzymywana i aktualizowana w naszym obserwatorium (OA UAM Poznań), jest dostępna pod adresem: <http://www.astro.amu.edu.pl/Science/Asteroids/>. Zawiera ona wszystkie wiarygodne modele parametrów rotacji planetoid opublikowane przez ostatnich kilkadesięć lat. Danych na ich temat przybywa bardzo wolno. Za niedawny gwałtowny wzrost liczby wyznaczanych modeli odpowiadają duże kampanie obserwacyjne (m. in. ta prowadzona w poznańskim obserwatorium) i coraz doskonalsze metody obliczeniowe.

Gdy zebrać wszystkie dobrze wyznaczone bieguny planetoid pasa głównego, można dostrzec zależności, które teraz są już statystycznie znaczące. Pierwszą cechą rzucającą się w oczy jest dwumodalny rozkład położen biegunów. Na rys. 1 przedstawiono histogram rozkładu szerokości ekliptycznej bieguna dla 92 planetoid z pasa głównego. Oś pozioma podaje szerokości ekliptyczne planetoid, reprezentując równe powierzchnie na sferze współrzędnych ekliptycznych. Po lewej stronie wykresu mamy planetki rotujące w kierunku wstecznym, a po prawej — w prostym.

Do niedawna uważano, że rozkład z rys. 1 powinien być prawie płaski,



Rys. 1. Histogram szerokości ekliptycznych biegunów 92 planetoid pasa głównego. Pokazano też ten sam rozkład w stosunku do płaszczyzny orbit poszczególnych planetoid (linia kreskowana) oraz rozkład biegunów wyznaczonych jednoznacznie (linia kropkowana). Wykres na podstawie: Kryszczyńska et al. 2007, Icarus 192, 223

z niewielką nadwyżką obiektów o rotacji prostej, gdyż taki powinien być efekt zderzeniowej ewolucji planetoid w pasie głównym. Nadwyżka obiektów o rotacji prostej potwierdziła się, jednak ogólny rozkład jest daleki od jednorodnego. Unikania przez osie rotacji położenia równoległego do płaszczyzny ekleptyki nie można już przypisywać selekcji obserwacyjnej. Efekt ten musi być rzeczywisty, potwierdza się nawet, gdy odnieść biegun każdej z planetek do jej orbity, jednak jak dotąd nie udało się go wyjaśnić.

W 2002 r. Stephen Slivan, wykorzystując ponad 200 krzywych zmian blasku dziesięciu planetoid z rodziny Koronis, stwierdził znaczące grupowanie się okresów i nachylenia ich osi do ekleptyki. Dostępna próbka wyraźnie dzieli się na dwie grupy: w jednej planetki mają osie prawie prostopadłe do ekleptyki i wsteczną rotację; w drugiej mają mniejsze nachylenia i rotację prostą. W obrębie danej grupy podobne są nie tylko nachylenia biegunów, ale nawet prędkości rotacji.

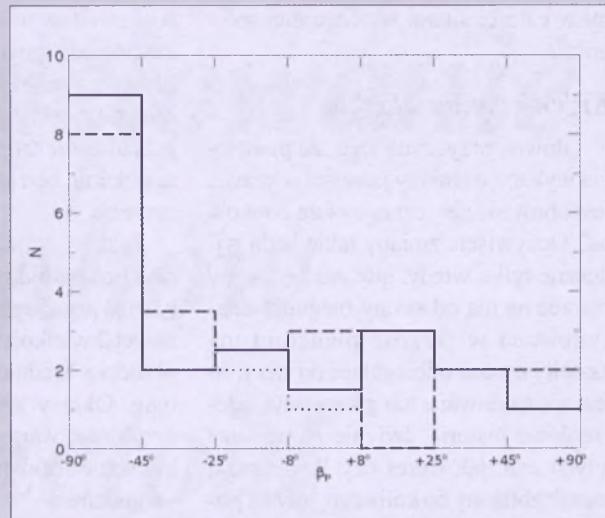
Trudno było zrozumieć, jak wybrane nachylenia i okresy obrotu mogły przetrwać powstanie w gwałtownym rozerwaniu ciała macierzystego, a następnie co najmniej milion lat zderzeniowej ewolucji w pasie głównym. Wszystkie obecne wtedy modele przewidywały, że ciała, które podlegały takiej ewolucji, powinny mieć osie i prędkości rotacji o przypadkowych wartościach.

Wyjaśnienie takich efektów zaproponowali rok później Vokrouhlický i inni. Znany, lecz dotąd ignorowany efekt Jarkowskiego można opisać jako pewien odrzut, jakiego doznaje planetka z powodu niesymetrycznego wy promieniowania energii termicznej pochodzącej od Słońca. Nagrzewa ono część planetki zwróconą ku niemu, po czym energia ta jest wypromieniowywana, ale w kierunku nieco odchylyonym od Słońca, z powodu obrotu planetki i jej termicznej inertji. Fotony tego promieniowania unoszą ze sobą pewien pęd, więc ciało doznaje popchnięcia w kierunku przeciwnym. Odrzut ten jest bardzo niewielki, ale pojedyncze popchnięcia, kumulując się na przestrzeni milionów lat, mogą dawać znaczący efekt. Wielkość i kierunek termicznego odrzutu zależy od wielu parametrów, przede wszystkim od kierunku rotacji

planetki, nachylenia jej osi obrotu do orbity, odległości od Słońca oraz właściwości fizycznych (wielkości, kształtu, właściwości termicznych i tempa rotacji). To również dla tego pojawiła się ostatnio duża potrzeba poznania takich parametrów dla jak największej liczby planetoid. Dzenna składowa efektu Jarkowskiego powoduje zmiany półosi orbit ciała nie większych niż 40

km i to zależnie od kierunku rotacji. Planetki o rotacji prostej, na skutek tego efektu będą się oddalały od Słońca, a te o rotacji wsteczną — zbliżały. Planetki o osiach położonych blisko ekleptyki będą z kolei doznawały działania składowej sezonowej efektu Jarkowskiego i zawsze będą dryfowały do centrum, niezależnie od kierunku obrotu. Taka migracja planetoid stanowi doskonałe uzupełnienie braków wcześniejszych teorii przewidujących, że w okolicy stref rezonansów ciała są wstrzeliane wyłącznie na skutek kolizji z innymi. Z pełnego modelu wędrówki planetoidy z głównego pasa w pobliżu Ziemi, uwzględniającego efekt Jarkowskiego zależny od kierunku obrotu ciała, wynika, że około 70% planetoid z grupy zbliżających się do Ziemi (NEA — Near Earth Asteroids) powinno mieć rotację wsteczną.

Znalazło to później bardzo dobre potwierdzenie w obserwacjach. Wyniki badań biegunów 21 planetoid z grupy NEA (przeprowadzonych częściowo w poznańskim obserwatorium) pokazują, że zdecydowana większość tych ciał rotuje w kierunku wstecznym, mając osie o podobnych, dużych nachyleniach. Rozkład ich biegunów (rys. 2) wykazuje niemal całkowity brak osi bliskich ekleptyki, podobnie jak wśród planetek głównego pasa. Dodatkowo, inaczej niż pasie głównym, obserwuje się tu jeszcze podobieństwa w długościach ekleptycznych biegunów, a nie tylko szerokościach. Różnica 180° w owszy preferowanych długościach sugeruje prawdziwość tego efektu, gdyż osie te



Rys. 2. Histogram szerokości ekleptycznych biegunów 21 planetek z grupy *Near Earth Asteroids*. Oś pozioma zdefiniowana analogicznie do rys. 1. Wykres na podstawie: Kryszczyńska et al. 2007, *Icarus* 192, 223

układają się równolegle w przestrzeni, a różnią się jedynie kierunki obrotu.

Bardzo interesujące wyniki pochodzą z symulacji badających, jak pewna odmiana efektu Jarkowskiego (efekt YORP, akronim od: Yarkovsky — O'Keefe, Radzievskii — Paddack) działa na osie i prędkości rotacji planetoid. Vokrouhlický ze współpracownikami modelowali wpływ owego efektu na ciało o średnicach 20–40 km, o właściwościach takich, jak członkowie rodziny Koronis. Położenia ich osi i okresy rotacji pod wpływem efektu YORP okazały się ewoluować w stronę dzisiaj obserwowanych wartości, niezależnie od ich wartości początkowych. Według opisywanego modelu ewolucja członków rodziny Koronis powinna trwać 2–3 mld lat, u mniejszych ciał są to krótsze okresy.

Powyższy wynik pokazuje również, że kolizje, jakim ulegają członkowie rodzin po swym powstaniu, w niewielkim stopniu zmieniają ogólny rozkład ich osi. W przeciwieństwie do tego, niewielki, lecz stały wpływ termicznego odrzutu może mieć dużo większe znaczenie w ewolucji małych ciał Układu Słonecznego niż zderzenia.

Wspólną cechą dotychczas stosowanych metod modelowania planetoid jest to, że korzystają one jedynie z pewnych elementów krzywych jasności (a nie z samych krzywych jako takich), użyskanych najczęściej przez dopasowanie szeregu Fouriera do krzywej. Przy krzywych zaszumionych bądź z błędami w czasie mogą więc prowadzić do błędnych wyników. Metoda inwersji,

o której mowa poniżej, takie błędy pozwala łatwo eliminować, bo od razu widać, jeśli któraś z krzywych zawsze odstaje od uzyskiwanych krzywych modelu.

Dodatkowo, sztuczne dopasowywanie elipsoidy w metodach amplitud i magnitud jest dla wielu kształtów nieuprawnione, co musi prowadzić do wyników obarczonych dużą niepewnością. Prawdziwe kształty planetoid są często bardziej skomplikowane, produkując krzywe, np. z trzema parami ekstremin w jednych opozycjach, a dwoma w innych. W takich przypadkach zawodzi również metoda epok, gdyż trudno wtedy o stałą cechę krzywej.

Metoda inwersji

W pracy sprzed ponad stu lat Russell wykazał, że nie można wyznaczyć rzeczywistego kształtu planetoidy, gdy obserwujemy ją w opozycji i gdy rozprasza ona światło geometrycznie (proporcjonalnie do swego przekroju poprzecznego). Autor wykazał, że istnieje nieskończenie wiele kształtów mogących dawać identycznie wyglądające krzywe. Ta praca zaważyła nad wszelkimi próbami modelowania kształtów planetoid na bardzo długo. Tezy w niej zawarte są prawdziwe, jednak niepotrzebnie ograniczono się w niej do samego przypadku opozycji i geometrycznego rozpraszania. Okazuje się, że gdy dysponujemy krzywymi blasku planetoidy uzyskanymi z możliwie najbardziej różnych geometrii widzenia oraz mamy do czynienia z bardziej skomplikowanym rozpraszaniem światła (jak ma to miejsce w przypadku rzeczywistych planetoid), to istnieje jednoznaczny i stabilny model kształtu takiej planetoidy. Metoda inwersji krzywych

zmian blasku, stworzona kilka lat temu przez Mikko Kaasalainena z Uniwersytetu w Helsinkach, pozwala modelować trójwymiarowe kształty planetoid razem z ich parametrami rotacji. Problem jest w niej rozwiązywany z użyciem nowoczesnych metod dekonwolucji i technik optymalizacji.

Ogólnie rzecz biorąc, metoda ta zaczyna od sfery podzielonej na setki małych elementów powierzchni, po czym w kolejnych krokach iteracji tak zmienia kształt, okres obrotu i położenie bieguna modelowanego ciała, by krzywe przez nie tworzone jak najlepiej zgadzały się z krzywymi z obserwacji. Otrzymujemy bardzo precyzyjnie wyznaczony gwiazdowy okres rotacji, położenie bieguna, wypukłą reprezentację kształtu oraz pewne parametry dotyczące prawa rozpraszania i informację na temat istnienia jakichkolwiek różnic albedo na powierzchni. Wklęsłości takie jak kratery są możliwe do wymodelowania, jednak czynią tą metodę niestabilną (tzw. *nonconvex inversion*). Poza tym, autor metody wraz z Josefem Durechem stwierdzili, że modele kształtu planetoid pasa głównego nigdy nie muszą mieć jakichkolwiek wklęsłości powierzchni, by wyjaśnić obserwowane krzywe. Dzieje się tak, ponieważ planetoidy z tego obszaru można obserwować tylko przy stosunkowo niewielkich kątach fazowych, gdzie efekty zmian blasku powodowane przez różne wgłębenia nie są duże. W normalnym przypadku wypukłej inwersji miejsca, w których takie znaczne wklęsłości muszą być, są reprezentowane przez duże, płaskie powierzchnie na wymodelowanym kształcie.

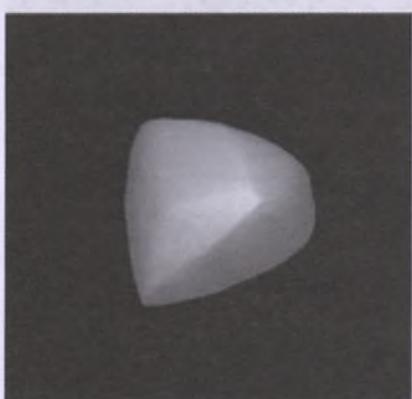
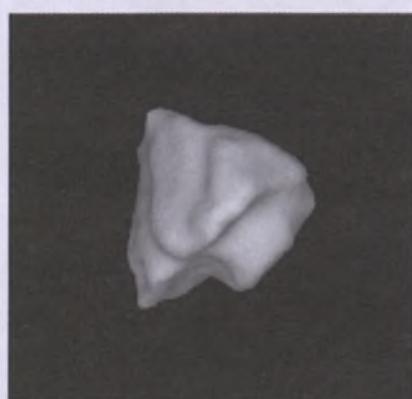
Omawiana metoda może działać na dwa sposoby. W pierwszym przypadku

modeluje kształt planetki jako wypukły wielościan, gdzie powierzchnie każdej ze ścianek muszą być dodatnie. Jako że liczba dopasowywanych parametrów jest duża, stosuje się tu metodę sprzężonych gradientów. Po uzyskaniu powierzchni poszczególnych ścianek współrzędne ich wierzchołków uzyskuje się, stosując minimalizację Minkowskiego. Drugi sposób to przybliżenie powierzchni funkcją krzywizny, daną jako gładki szereg funkcji, która automatycznie określa powierzchnie ścianek w dowolnej rozdzielcości. Tutaj liczba parametrów do wyznaczenia nie jest duża, więc dobrze jest stosować schemat optymalizacji Levenberga-Marquardta.

Jeśli tylko dane fotometryczne są zebrane z wystarczająco różnych geometrii widzenia (zwłaszcza z możliwie dużych kątów fazowych!), metoda inwersji zbiega się bardzo szybko do właściwego rozwiązania, nawet jeśli startuje ze współrzędnych bieguna położonych dość daleko od położenia „właściwego”. Tzw. stabilność Minkowskiego sprawia, że metoda inwersji wypukłej jest tak silna, a w dodatku niespecjalnie wrażliwa na przypadkowy szum w danych. Uzyskane kształty potrafią bardzo dokładnie oddawać nawet drobne cechy na krzywych blasku.

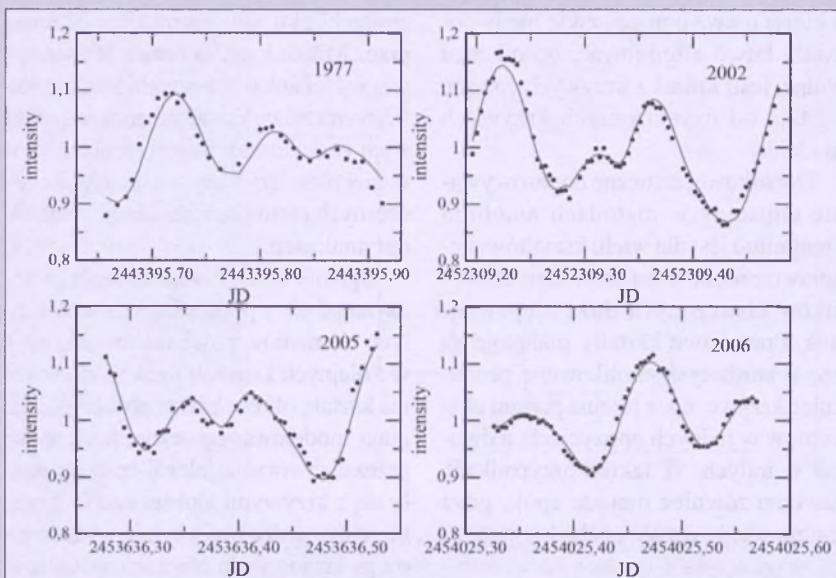
Metoda ta znalazła swoje potwierdzenie, bardzo dokładnie wyznaczając (z wcześniejszych obserwacji fotometrycznych) biegony i kształty ciał odwiedzonych przez sondy kosmiczne, takich jak Ida, Gaspra i Eros oraz obserwowanych z użyciem radaru, jak np. planetoida Golevka (rys. 3). Ta ostatnia planetka jest przykładem obiektu wykazującego zmienną liczbę maksimów i minimów blasku na okres rotacji. Kształt uzyskany metodą inwersji bardzo dobrze odtwarza takie właściwie krzywe, zależnie od geometrii widzenia. Na przykładzie Golevki widać też, jak bardzo nieuprawnione byłoby przybliżanie jej kształtu za pomocą elipsoidy. Model z inwersji dobrze odwrócił główne cechy topograficzne tej planetki.

Głównym problemem napotykany podczas modelowania planetoid tą metodą bywa brak jednego wyraźnego rozwiązania dla okresu rotacji. Początkowym etapem modelowania jest skanowanie całego przedziału możliwych okresów z bardzo małym krokiem. Okolice tego przedziału dobrze jest wy-



Rys. 3. Lewy rysunek: radarowy obraz planetoidy 6489 Golevka (credit: Scott Hudson). Prawy rysunek: model planetoidy Golevka uzyskany metodą wypukłej inwersji krzywych zmian blasku. Źródło: Kaasalainen et al. (2003) Asteroids III, 139

znaczyć wcześniej, np. składając ze sobą krzywe z różnych nocy w ramach danej opozycji. Idealnym rozwiązaniem jest istnienie jednego okresu rotacji dającego wyraźnie lepsze dopasowanie do krzywych niż inne okresy. Jednak często zdarza się, że z powodu niewystarczającej ilości danych ten pierwszy krok nie daje jednoznacznego rozwiązania. Wtedy trzeba czekać do następnego pojawienia się tej planetki, a gdy ono nastąpi, zbierać jak najwięcej obserwacji. Ważne też, by opozycje planetek nie występowały w tych samych miejscach na orbicie, co niestety się zdarza w przypadku planetek mających wspólnie okres obiegu z ziemskim rokiem. Wtedy możemy nigdy nietrzymać wystarczająco różnego zbioru geometrii widzenia. Dodatkowo, w prawie każdym przypadku daje się odczuć brak obserwacji z południowej półkuli nieba. Jednak ostatnio udaje się nieco wypełnić tę lukę dzięki obserwacjom prowadzonym w obserwatorium SAAO w Południowej Afryce.



Rys. 4. Przykładowe krzywe zmian blasku (punkty) wraz z krzywymi modelu (linie) dla planetoidy 184 Dejopeja z czterech różnych opozycji. Widać zmiany amplitudy w różnych latach i trzy pary ekstremów na okres rotacji. Dane z pierwszego rysunku pochodzą od Tedesco z 1977 r., pozostałe zostały uzyskane przez nasz zespół w stacji obserwacyjnej w Borowcu pod Poznaniem

Przykładowe wyniki uzyskane metodą inwersji przez autorkę niniejszego artykułu są pokazane na rysunkach 4–

8. Są na nich przedstawione krzywe zmian blasku wraz z krzywymi z modelem dla jednej z planetek oraz same modele kształtu dla kilku obiektów. Model planetoidy 184 Dejopeja uzyskano na podstawie 17 krzywych zmian blasku, pochodzących z sześciu różnych opozycji. Wcześniej uzyskano go nawet z 11 krzywych z pięciu opozycji, a nowe dane go jedynie potwierdziły. Jest to dość wyjątkowy przypadek, zwykle potrzeba nieco więcej danych. Krzywe zmian blasku tej planetki (rys. 4) wykazują nietypowy wygląd z trzema parami ekstremów na okres rotacji wynoszący 6,441111 godziny. Model kształtu, który tworzy takie krzywe, okazał się nieco trójkątny (rys. 5.)

W przypadku planetki 556 Phyllis krzywe miały dużą amplitudę zmian blasku, więc ciało to musi być wydłużone (rys. 6). Dane użyte do konstrukcji tego modelu to 19 krzywych z sześciu opozycji. Z kolei 73 Klytia jest przykładem planetki wykazującej czasem szczególnie krzywe o płaskich minimach. Użyto 21 krzywych z siedmiu opozycji, by skonstruować model ukazany na rys. 7. Planetka 367 Amicitia, dzięki obserwacjom z szerokiego zakresu kątów fazowych (1° – 30°) dawała jednoznaczne rozwiązanie już przy 14 krzywych pochodzących z pięciu opozycji. Jej wymodelowany kształt okazał się dość płaski (rys. 8).

Uzyskane szerokości ekliptyczne biegunów modelowanych planetoid potwierdzają opisane wcześniej rozkłady.



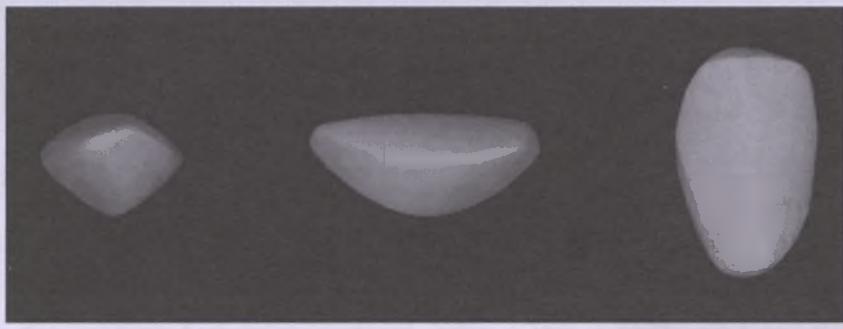
Rys. 5. Model kształtu planetki 184 Dejopeja. Z lewej strony rysunku widok od strony równika, obrócony o 90° wokół osi pionowej pośrodku i widziany z góry po prawej stronie rysunku



Rys. 6. Model kształtu planetki 556 Phyllis, pokazany podobnie jak na rysunku 5. Planetka ta z pewnością ma wydłużony kształt



Rys. 7. Model kształtu planetki 73 Klytia. Ten kształt tworzy czasem płaskie minima w swych krzywych blasku



Rys. 8. Model kształtu planetki 367 Amicitia. Planetka ta wydaje się być bardzo spłaszczona.

Szerokości te są w większości dość duże (daleko od ekiptyki) i większa ich liczba wskazuje na rotację prostą niż wsteczną.

Autorka jest doktorantką astronomii na Uniwersytecie im. Adama Mickiewicza w Poznaniu. Przedmiotem Jej badań jest modelowanie kształtu planetoid na podstawie krzywych blasku tych ciał

z kart historii

Budowa pierwszego w Polsce wysokogórskiego Obserwatorium im. Marszałka J. Piłsudskiego w Czarnohorze

W tym roku mija 70 rocznica otwarcia polskiego obserwatorium astronomicznego we Wschodnich Karpatach w pasmie Czarnogóry na górze Pop Iwan. Z tej okazji przypominamy teksty drukowane na łamach Uranii w 1938 r.

Już pod koniec XIX w. zaznaczyła się wśród astronomów wyraźna dążność do umieszczania placówek obserwacyjnych na szczytach wysokich gór, z dala od światel, pyłu i zgiełku wielkich miast. Szło tu przede wszystkim o zmniejszenie ujemnego na obserwacje wpływu atmosfery ziemskiej, zwłaszcza jej dolnych gestyckich warstw, częściej wypełnionych mgłą i niskimi chmurami od warstw górnych. Dlatego to największy dotychczasowy,

o dwuipółmetrowym zwierciadle, teleskop pracuje już od kwart wieku z tak dużą korzyścią dla nauki na wysokości 1742 m, a jego godny następcą, 5-m olbrzym, ustawiony zostanie niebawem na szczyt Mount Palomar, wzniezionym przeszło 2000 m nad poziom morza.

Toteż z prawdziwym uznaniem należy podnieść inicjatywę Prezesa Zarządu Głównego Ligi Obrony Powietrznej i Przeciwgazowej, w osobie generała inż. L. Berbeckiego, podjętą jeszcze w 1935 r., wznowienia w Polsce pierwszego wysokogórskiego Obserwatorium Meteorologiczno-Astronomicznego do usług naszego lotnictwa i nauki. Najednym z najwyższych szczytów pasma Czarnohory, o wysokości 2022 metrów ($\phi = + 48^{\circ} 3'$, $L = 1^{\circ} 38' 5$ na wschód od

Gr.), w najbardziej ku południowi wysuniętym punkcie Polski, latem 1936 r. począł szybko rósć obszerny gmach Obserwatorium, o 43 pomieszczeniach i 57 oknach, budowany monumentalnie z miejscowego piaskowca. Wobec krótkiego na tej wysokości okresu budowlanego, trwającego przeciętnie zaledwie przez 4–5 miesięcy letnich roku, dopiero późną jesienią 1937 r. uwolniony z rusztowań budynek stanął pod dachem.

Trudy budowy tego zupełnie nowoczesnie pomyślanego przybytku nauki były niemałe. Około 800 ton różnych materiałów budowlanych trzeba było dostarczyć na szczyt z odległością 70 km stacji kolejowej w Worochcie, pokonując ostatnie etapy górskich bezdroży Karpat Wschodnich przy pomocy drobnych koni huculskich lub zgoła siłą barków ludzkich. Tą drogą również wędrowało 33 ciężkich skrzyni (najcięższa ważyła 950 kg), zawierających części składowe ruchomej kopuły oraz instrumentów, przeznaczonych do obserwacji astronomicznych. Latem 1937 r. firma angielska, Sir Howard Grubb, Parsons et Co., zaopatrująca w duże narzędzia wielkie obserwatoria zagraniczne, zmontowała na szczytzie astrograf o potrójnym obiektywie średnicy 33 cm, ogniskowej 200 cm, połączony w jedną bryłę z lunetą wizualną o obiektywie średnicy 25 cm, ogniskowej 300 cm, oraz z szukaczem o średnicy 7 cm, ogniskowej 90 cm. Astrograf został wyposażony w montaż systemu angielskiego, w którym oś bieguna narządzia wsparta jest na obu końcach na dwóch



Rys. 1. Ogólny widok Obserwatorium od strony zachodniej w październiku 1937 r. (Fot. dr. J. Gadomski)



Rys. 2. Przy okularze astrografo. Na pierwszym planie widoczna oś bieguna narządzia. (Fot. dr. J. Gadomski)

... bilii omnium, celi fixari
abitare. Errantia vero
magmtudine atque vo-
mpta ratione, quod aequi-
tatem distant tardius fa-
ptis demonstratur. Ideo
nre existimat: quod pi-
er. Supremum vero Satu-
morum circuit: Sub
mero vero abque Mercurio
quod non omnifaria elonge
supra Sole eos collocari
ptolemaeus: et bona pa-
sole Venere facit: et mi-
one sequuntur: quod existi-
rpora, Lumen Solarum com-
ob non multam ab eo di-
miditate deficit: et
hor est versus Sole refe-
l desmete videmus. Opo-
z Sole impediri: et pro e-
dicti: quod cum non quan-
putant. Contra vero
ut, ex amplitudine spa-
et venditur ratione. M-
en, partum sexagesima qua-
ntum terrae est una, ut
ad minimum Solis interiu-
x: inter ipm ergo et Lu-
casiitas remanserit tam
Lumen illorum orum ratione
non numeros. Ut altissima
cuius summi proxim-
abside sua ad minime S-
ideris Mercurij profaturum
deinde volgum Veneris i-
compleri parum. Deon-
esse aliqua Lumen sum-
in totis inbuso corporu

De *Revolutionibus* historia jednej książki

19 luty 2008

Jak co roku 19 luty to wielkie święto całego Torunia, Uniwersytetu Mikołaja Kopernika i Muzeum Okręgowego. Każda instytucja, której nazwa wiąże się z imieniem Mikołaja Kopernika, pragnie uczcić *Dies Natalis Copernici*, dzień urodzin wielkiego astronoma. Z tej okazji Dom Kopernika i Muzeum Drukarswa i Papiernictwa w Grębocinie przygotowało warsztaty XVI-wiecznego drukarstwa pod nazwą „Drukujemy *De Revolutionibus*”. Młodzież za pomocą rekonstrukcji zabytkowej prasy drukarskiej drukowała naj słynniejszą kartę z pierwszego wydania dzieła, przedstawiającą układ heliocentryczny, uczyła się, jak prowadzić farbę drukarską, odbijała rycinę z piernej kopii klocka drzeworytniczego z XIX-wiecznego toruńskiego wydania *O obrotach* oraz odciskała oryginalną XIX-wieczną pieczęć lakową miasta Torunia. Młodzi drukarze wychodzili z Domu Kopernika nieco ubrudzeni farbą drukarską, ale z dyplomem czerwionym pod pachą.

Wieczorem goście Muzeum Okręgowego zgromadzili się w Sali Mieszczańskiej Ratusza na tradycyjnej wieczornicy pod nazwą *Dies Natalis Copernici*. Wysłuchali wykładu dra Krzysztofa Niezwickiego „W kręgu książki od Guttenberga do *De Revolutionibus*”. Nie wszyscy wiedzieli, że sławny rok 1473, rok urodzin Mikołaja Kopernika, był jednocześnie rokiem wydrukowania pierwszych książek na ziemiach Polski w Krakowie i Chełmie.

Wieczór uświetnił koncert zespołu Triumphal Brass Quintet. Wykonawcy zaprezentowali XVI-wieczną muzykę dworską i frywolną, grana w bardzo niekonwencjonalny sposób, mianowicie na instrumentach dętych. Koncert ubarwiły czytane fragmenty *O obrotach sfer niebieskich*. Jak co roku Fundacja Przyjaciół Planetarium i Muzeum Mikołaja Kopernika przekazała dary Muzeum Dom Kopernika.

Zakończenie wieczoru było jednocześnie oficjalnym otwarciem dwu wystaw: *Blask gotyckich ksiąg* oraz wysta-

wy *De Revolutionibus – historia jednej książki*. Obok I wydania *De Revolutionibus*, wypożyczonego ze zbiorów Książnicy Kopernikańskiej na ten jeden wyjątkowy wieczór, zwiedzający zobaczyli również II i III wydanie książki, faksymile rękopisu i kolejne wydania *O obrotach*. W Polsce znajduje się 14 egzemplarzy I wydania, wliczając również egzemplarz skradziony w 1998 r. I wydanie wydrukowano w ok. 500 egzemplarzach, a zachowało się przeszło 250. Egzemplarzy II wydania przeszło 300, w tym 37 znajduje się w Polsce. Na rynkach antykwarycznych cena wydania I sięga miliona dolarów.

Przygotowaniem dzieła do druku zajął się przyjaciel i jedyny uczeń Kopernika, Joachim Retyk. W 1541 r. wyjechał z Fromborka do Norymbergii i przekazał rękopis *De Revolutionibus* drukarzowi Janowi Petreiusowi. Prawdopodobnie oprócz zachowanego do dzisiaj i przechowywanego w murach Biblioteki Jagiellońskiej w Krakowie rękopisu wykonanego przez Kopernika, istniał drugi odpis, wykonany ręką Retyka i on był podstawą druku. Ten domniemany egzemplarz nie przetrwał do naszych czasów.

Niestety, Joachim Retyk nie był obecny przy przygotowaniu pierwodruku. Drukarz Jan Petreius, astronom Jan Schoner i teolog reformacyjny Andrzej Osjander dopuścili się znaczących zmian treści dzieła bez wiedzy i zgody Kopernika i Retyka. Pierwotny tytuł *De Revolutionibus* uzupełnił wydawca Osjander o słowa *orbium coelestium*, podkreślając konserwatywny charakter

dzieła. Najprawdopodobniej Retyk dokonał odręcznego skreślenia tych dodanych słów w egzemplarzach należących do Tiedemana Giesegego, kanonika Jerzego Donnera i swoich kolegów z Uniwersytetu w Lipsku. Jak głosi legenda, Kopernik otrzymał świeżo wydany egzemplarz, będąc już na łóżu śmierci w maju 1543 r. Osjander usunął również przedmowę Kopernika, a na jej miejsce wstała sporządzony przez siebie anonimowy wstęp, który był zaprzeczeniem istoty dzieła, a teorię heliocentryczną przedstawał jako hipotezę i wygodne narzędzie ułatwiające obliczenia. Tak też przez wiele lat było traktowane dzieło Kopernika — nie jako prawda materialna, a jedynie jako prawda matematyczna.

W 1566 r., w 23 lata po edycji norimberskiej, ukazał się w Bazylei wierny przedruk wydania I różniący się jedynie dodaniem *Opowiadania pierwszego (Narratio prima)* Retyka



Nicolaus Copernicus

W lutym 2008 minęła 535 rocznica urodzin Kopernika, a w maju mija 465 rocznica jego śmierci. Suma tych dwóch rocznic wynosi 1000 oraz układem karty tytułowej. Figuruje na niej nazwa drukarni „Officina Henricpetrina” prowadzona przez rodzinę słynnego Jana Petreiusa.

Trzecie wydanie *De Revolutionibus* Kopernika zbiega się z datą wpisania dzieła na Indeks ksiąg zakazanych. Wydanie III przygotował Mikołaj Mulerius (Mulerius), profesor medycyny i matematyki w Groningen. Był drugim po Retyku wydawcą znającym przedmiot dzieła. Tytuł został nieco zmieniony w stosunku do poprzednich wydań: *Astronomia przez Mikołaja Kopernika wskrzeszona, w sześciu księgach zawarta, w których obroty sfer niebieskich są opisane. [...] W Amsterdamie drukował Wilhelm Jansonius pod Złotym Słońcem roku 1617*. Mulerius zachował przedmowę pióra Osjandra, dodał krótki życiorys Kopernika, a tym samym po raz pierwszy przedstawił szerokiemu odbiorcy sylwetkę polskiego uczonego. Mulerius sprostował wiele błędów drukarskich z dwóch poprzednich wydań, sporządził spis wszystkich obserwacji, które Kopernik opisał w tekście, a do oddzielnych rozdziałów dołączył przykłady. Drukarz Wilhelm Jansonius, bardziej znany jako Wilhelm Blaeu lub



Jan Baranowski (1800–1879), pierwszy tłumacz *De Revolutionibus* na język nowożytny



Ludwik Antoni Birkenmajer (1855–1929), fizyk, astronom, historyk nauki. Najwybitniejszy badacz życia i dzieła Mikołaja Kopernika

Caesius, był uczniem Tychona Brahego, a założona przez niego drukarnia słynęła ze starannego wydawania map, atląsów i globusów.

Dnia 5 marca 1616 r. dekretem Zgromadzenia Kardynałów dzieło *De Revolutionibus* zostało wpisane na Indeks ksiąg zakazanych. *Index librorum prohibitorum* był wydawany przez Kongregację Kardynałów, zwaną Kongregacją Indeksu, powołaną przez Piusa V w 1571 r. Jego zadaniem była ocena publikowanych ksiąg i pism ze stanowiska wiary i moralności katolickiej. Do Polski zakaz czytania dzieła Kopernika dotarł w 1622 r. i na Warmii został ogłoszony przez administratora diecezji, kanonika Michała Działyńskiego. Od 1758 r. *De Revolutionibus* nie umieszczano już w Indeksie, a decyzją papieża Piusa VII wykreślono dzieło ze spisu po 219 latach w 1835 r.

De Revolutionibus zostało przelożone na język polski i wydane dopiero w 1854 r. w Warszawie, w drukarni Stanisława Strąbskiego. Tłumaczem był Jan Baranowski, profesor warszawskiej Szkoły Głównej i dyrektor Obserwatorium Warszawskiego. Był to jednocześnie pierwszy przekład na język nowożytny, inny niż łacina. W 1843 r. Baranowski pisał: *Gdy Włosi z Galileuszem, Niemcy z Keplerem, Anglicy z Newtonem, Francuzi z Laplasem chlubnie występują, dla ziomka nasze-*

go Mikołaja Kopernika ta nadto chwała pozostaje, że tym wszystkim przewodniczy i poczet najużyteczniejszych wynalazków rozpoznyna. Uczony Arago [...] nas zachęca, żebyśmy po wystawieniu już spiżowego pomnika dla Kopernika w Warszawie pomyśleli o przedrukowaniu dzieł z przekładem polskim i objaśnieniami, jakich postęp astronomii w przeciągu trzystu lat uczyniony wymaga.

Tytuł dzieła brzmiał: *Mikołaja Kopernika, Toruńczyka, O obrotach ciał niebieskich ksiąg sześć*. Początkowo Baranowski przetłumaczył łaciński tytuł na „*O obrotach kul niebieskich*”. Wydanie warszawskie jako pierwsze zawierało przedmowę Kopernika zaczerpniętą wprost z rękopisu Mistrza, który wówczas znajdował się w Bibliotece Nostitzów w Pradze. Pozostałą część tłumaczenia Baranowski oparł na wydaniu amsterdamskim z 1617 r. Wydanie warszawskie oprócz głównego dzieła w języku polskim i łacińskim zawierało pomniejsze pisma Kopernika: *Trygonometrię*, *Listy obyczajowe, sielskie i erotyczne* Teofilakta z Symokatty, które w 1509 r. Kopernik tłumaczył z greki na łacinę, *Traktat o poprawie monety*, łaciński utwór *Siedem gwiazd*, listy Kopernika pochodzące z różnych archiwów i bibliotek oraz *Opowieść pierwszą Retyka*. W świetle ówczesnego stanu badań było to przedsięwzięcie pionierskie. Wydanie dzieła było możliwe dzięki pomocy finansowej Magdaleny Łuszczewskiej (matki pisarki Deotymy), która prowadziła słynny w poł. XIX w. salon literacki oraz majątnego finansisty i polityka Adolfa Kurtza.

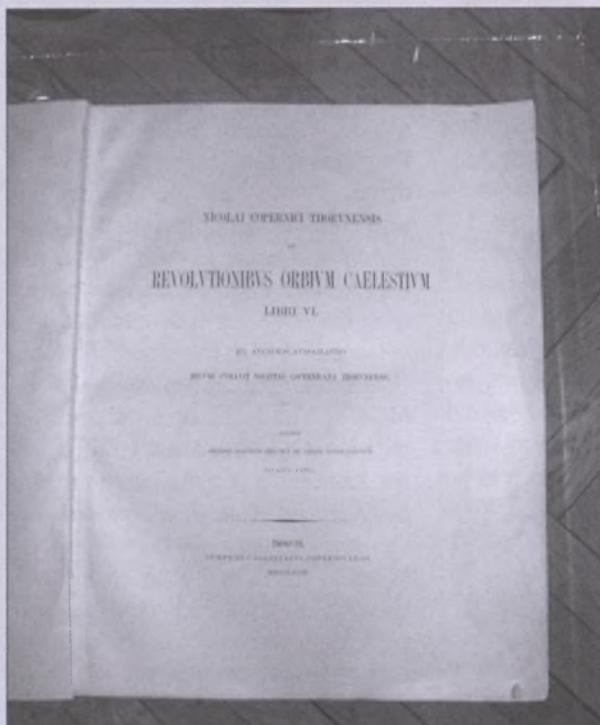
Z okazji 400 rocznicy urodzin Kopernika w 1873 r. w Toruniu, starań niemieckiego Towarzystwa Na-



Tytułowa strona pierwszego polskiego wydania „O obrotach”, Warszawa 1854. Ze zbiorów Muzeum Okręgowego

ukowego im. Kopernika, wydano piątą, łacińską edycję tekstu przygotowaną przez Maximilana Curtzego; obecnie określana mianem wydania toruńskiego. Do dziś zachowały się w Domu Kopernika klocki drzeworytnicze przedstawiające poszczególne ryciny użyte w czasie drukowania dzieła. W 1879 r. wyszła druga pomniejszona edycja dzieła. W 1878 r. Carl Rudolf Menzzer wydał pierwszy niemiecki przekład *De Revolutionibus* i jednocześnie drugi przekład dzieła na język nowożytny. Wydanie niemieckie zawierało po raz pierwszy opracowaną przez prof. Curtzego edycję *Komentarzyka* (*Commentariolus*) — *Zarysu nowej astronomii* — pierwszego szkicu teorii heliocentrycznej sporządzonego przez Kopernika przed 1514 r. a odnalezionej dopiero w 1876 r.

W 1920 i 1926 r. Ludwik Antoni Birkenmajer wydał fragmenty dzieła *De Revolutionibus* oraz pisma pomniejsze Kopernika. Jako pierwszy przetłumaczył na język polski *Komentarzyk*. W 1943 r., z okazji 400 rocznicy śmierci astronoma, Deutche Forschungsge-meinschaft podjął 9-tomową edycję dzieł Kopernika. Tom pierwszy wydał w 1944 r. w Monachium Fritz Kubach. Była to światłodrukowa reprodukcja rękopisu z posłaniem Karla Zellera. Drugi i zarazem ostatni tom wydano w 1949 r. również w Monachium. Dzieło zawierało krytyczną edycję tekstu



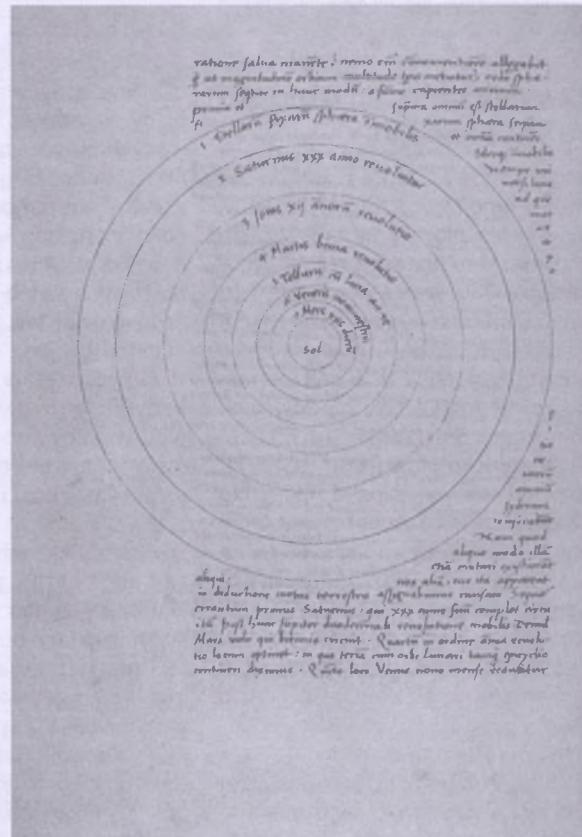
Toruńskie wydanie *De Revolutionibus* z 1873 r. Ze zbiorów Muzeum Okręgowego

NICOLAI COPERNICI
net, in quo terram cum orbe lunari tanquam epicyclo contineri diximus. Quinto loco Venus nono mensie reducitur, Sextum denique locum Mercurius tenet, octuaginta dictum spacio circu currens. In medio uero omnium residet Sol. Quis enim in hoc



pulcherrimo templo lampadem hanc in alio uel meliori loco poseret, quam unde totum simul possit illuminare. Siquidem non inepte quidam lucernam mundi, alij mententur, affrectorem uocant. Trimegistus uisibilem Deum, Sophoclis Electra intuentem omnia. Ita profecto tanquam in folio re galii Sol residens circum agentem gubernat Astrorum familiam. Tellus quoque minime fraudatur lunari ministerio, sed ut Aristoteles de animalibus ait, maximam Luna cum terra cognitione habet. Concepit interea a Sole terra, & impregnatur annuo partu. Inuenimus igitur sub hac

Układ heliocentryczny z I wydania *De Revolutionibus*, Norymberga 1543 r.



Układ heliocentryczny z rękopisu Mikołaja Kopernika. Warto zwrócić uwagę na różnicę między układem heliocentrycznym z autografu i z i wydania dzieła

łacińskiego przygotowaną przez Fran-za i Karla Zellerów.

W latach 30. XX w. Polska Akade-mia Umiejętności podjęła próbę opracowania dzieł wszystkich Kopernika. Zamierzenia te przerwały wybuch wojny. Po II wojnie światowej pracę tę podjęła Polska Akademia Nauk pod kie-rownictwem Aleksandra Birkenmajera (syna Ludwika) i Ryszarda Gansińca. W ramach tych prac wydano w 1953 r. księgę I *De Revolutionibus* w przekła-dzie Mieczysława Brożka bez rozdziałów poświęconych trygonometrii oraz

Listy Teofilakta z Symokatty. Prace nad dziełem Kopernika przerwała śmierć obu badaczy. Ich dzieło zostało podjęte wraz ze zbliżaniem się 500 rocznicy urodzin Astronoma. W latach 1972–1986 wydawnictwo naukowe PWN wydało wszystkie dzieła Mikołaja Kopernika: *De Revolutionibus* oraz pisma pomniejsze przedstawiające jego dzia-łalność polityczną, wojskową, gospodarczą i medyczną. Naukową pieczę nad wydaniem sprawowała Polska Akade-mia Nauk. Redaktorem wydania był Pa-weł Czartoryski. Pieczę nad tłumacze-

niem angielskim sprawował Edward Rosen. Wydanie obejmowało również tłumaczenie na język rosyjski, francu-ski, niemiecki, łaciński wraz z faksymile materiałów źródłowych. Tom I zawierał faksymile autografu, tom II — publikację autografu, III — publikację pism po-mniejszych Kopernika z dziedziny astro-nomii, medycyny, ekonomii oraz listy astronoma, IV — faksymile pism po-mniejszych. Jako ostatnią wydano w 2007 r. polską wersję tomu III. Publikacja ta była koedycją Instytutu Histo-rii Nauki PAN i Kancelarii Sejmu, pod patronatem Sejmu RP.

Tłumaczenia *De Revolutionibus* na języki nowożytnie:

- Angielski — Charles G. Wallis, Great Books of the Western World, Encyklopedia Britannica, Chicago, 1952.
- Rosyjski — wraz z pozostałymi pismami astronomicznymi, opr. Iwan N. Wiesielowski, Moskwa, 1964.
- Hiszpański — Manuel Tagueña Lacorte, Carlos Moreno Cañadas, Meksyk, 1969.
- Francuski — rozdziały 1–11, Aleksander Koyré, 2 wyd. Paryż, 1970.

Następne lata przyniosły wiele tłumaczeń dzieła na inne języki nowożytnie. Ciekawostką jest najmniejsze wydanie dzieła: jest to wydanie węgierskie z 1973 r. mające rozmiary 4×7 cm.

Dr Anna Karolina Zawada, po dok-toracji z kosmologii na Uniwersytecie Jagiellońskim przeprowadziła się do Torunia. Najpierw podjęła pracę w Muzeum Kopernika, gdzie przygo-towywała rocznicową Wieczornicę Kopernikowską, a następnie przenio-sła się do Centrum Astronomii UMK, gdzie sprawuje pieczę nad Biblioteką i dystrybucją Uranii

Niezwykła chłodna gwiazda typu widmowego Y

Międzynarodowy zespół astronomów, głównie Francuzów i Kanadyjczyków, odkrył najchłodniejszą gwiazdę, brązowego karła, którego temperatura wynosi zaledwie 350 stopni Celsjusza. Odkrycia dokonano w ramach kanadyjsko-francuskiego projektu poszukiwania brązowych karłów (CFBDS). Obiekt najpierw zostałauważony na zdjęciach wykonanych 3,6-m teleskopem Francusko-Kanadyjsko-Hawajskim (CFHT). Obraz podczerwony został następnie uzyskany 3-m teleskopem nowej technologii (NTT) należącym do ESO na La Silla w Chile i potwierdził bardzo niską temperaturę obiektu. Na koniec 8-m teleskop Gemini North, na Hawajach, został użyty do uzyskania widma, które charakteryzowało się obecnością pasm amoniaku.

Brązowy karzeł nosi nazwę CFBDS0059. Jego temperatura wynosi 350 stopni Celsjusza, a jego masa to około 15–30 mas Jowisza*. Jeśli jest to gwiazda tak chłodna, to musi być raczej stara. Jej wiek jest oceniany na 1–5 mld lat. Znajduje się ok. 40 lat świetlnych od Słońca w gwiazdozbiorze Ryb i jest gwiazdą pojedynczą, nie związaną z żadnym innym obiektem.

Brązowe karły są obiektami pośrednimi między gwiazdami a wielkimi planetami, takimi jak Jowisz w naszym systemie planetarnym. Masy brązowych karłów są zwykle mniejsze niż 70 mas Jowisza. Z powodu ich małej masy temperatura centralna jest zbyt niska, aby utrzymać reakcje termonuklearne, które są istotnym źródłem energii gwiazd. Takie gwiazdy, jak nasze Słońce, przez dużą część swego życia spalają w swym centrum wodór, dzięki czemu utrzymują stałą temperaturę. Brązowe karły od momentu swego powstania ciągle tylko stygają i stygną — nie mają źródeł energii, które podrzymywalyby ich temperaturę.

Pierwszy brązowy karzeł został odkryty w 1995 r. Ta klasa obiektów ma wiele wspólnych cech z planetami olbrzymiemi, ale ma też pewne różnice. Odkryto w ich atmosferach chmury pyłu i aerozoli oraz duże ilości metanu, podobnie jak w atmosferach Jowisza i Saturna. Ale w atmosferach brązowych karłów woda jest zawsze w stanie gazowym, podczas gdy na wielkich plane-

* Przypomnijmy, że masa Jowisza jest 300 razy większa od masy Ziemi i stanowi 1/1000 masy Słońca.

tach występuje w postaci lodu. Ponadto nigdy nie odkryto w widmach podczerwonych brązowych karłów pasm amoniaku, podczas gdy jest on głównym składnikiem atmosfery Jowisza. Nowo odkryty brązowy karzeł jest bardziej podobny do wielkich planet niż do znanych brązowych karłów, a to z dwóch powodów: niskiej temperatury i obecności amoniaku w jego atmosferze.

Dotychczas brązowe karły zostały podzielone na dwie klasy: L i T. Klasa typu widmowego L to gwiazdy, które mają temperaturę między 1200–2000 stopni Celsjusza i chmury pyłu, i aerozoli w atmosferze. Klasa typu T to brązowe karły, których temperatura jest niższa niż 1200°C, a w ich atmosferach tworzy się metan. Natomiast nowo odkryty obiekt ma dużo niższą temperaturę i amoniak w atmosferze i dlatego astronomowie uważają, że jest prototypem nowej klasy brązowych karłów, którą nazwali klasą Y. Ta nowa klasa najzimniejszych obiektów gwiazdowych jest, być może, brakującym ogniwem między gwiazdami a wielkimi planetami gazowymi, których temperatury są niższe niż –100°C. Odkrycie to ma ponadto ważne implikacje dla badań planet pozasłonecznych. Atmosfera brązowych karłów jest bardzo podobna do atmosfery wielkich planet i takie same modele są używane do określenia ich cech fizycznych. Ale modelowanie atmosfer wymaga pewnych warunków określonych przez obserwacje. Obserwacje planet pozasłonecznych są bardzo utrudnione przez fakt, że światło planety jest zwykle zatopione w duży silniejszym blasku gwiazdy. Dużo łatwiej jest obserwować brązowe karły, ponieważ są one zwykle obiektami pojedynczymi. Wobec tego, obserwując brązowe karły o temperaturach bliskich temperaturom wielkich planet, będzie można lepiej określić warunki i ograniczenia dla modeli atmosfer planet pozasłonecznych.

(aw)

Źródło: Coldest Brown Dwarf, <http://www.cfht.hawaii.edu>; Apr.08

Niezwykły wybuch gamma

19 marca 2008 r. Natura była tak hojna, że obdarowała astronomów aż czterema wybuchami promieniowania gamma tego samego dnia. Ale to nie wszystko — jeden z wybuchów był tak wielki, że okazał się najjaśniejszym obiektem (zjawiskiem?) kiedykolwiek obserwowanym we Wszechświecie. Pomimo jego lokalizacji w odległej od

nas o miliardy lat świetlnych galaktyce, był tak jasny, że przez moment można było go zobaczyć nieuzbrojonym okiem.

Wybuchy promieniowania gamma, zwane też „bursterami”, są krótkimi błyskami wysoce energetycznego promieniowania gamma trwającym od niespełna sekundy do kilku minut. W tym krótkim czasie wydziela się ogromna energia, która sprawia, że wybuchy te astronomowie uważają za najbardziej potężne zjawiska we Wszechświecie po Wielkim Wybuchu. Jest powszechnie przyjęte, że większość wybuchów promieniowania gamma pochodzi z wybuchów bardzo masywnych i wyewoluowanych gwiazd, które zapadają się do stanu czarnej dziury.

Wybuchy promieniowania gamma są niewidoczne dla naszych oczu i mogą być obserwowane z przestrzeni kosmicznej. Po uwolnieniu swego wysokoenergetycznego promieniowania zdradzają swoją obecność, przez krótki czas, w dziedzinie optycznej i podczerwonej widma elektromagnetycznego swoistą „poświątą”. Poświatą ta słabnie bardzo szybko i jej analiza jest możliwa tylko przez kilka godzin po spostrzeżeniu wybuchu promieniowania gamma. Analiza tego zjawiska jest fundamentalna dla wyznaczenia odległości, w jakiej znajduje się źródło wybuchu, a zatem jaka jest ilość energii wyzwolonej w czasie wybuchu, czyli jego jasność absolutna.

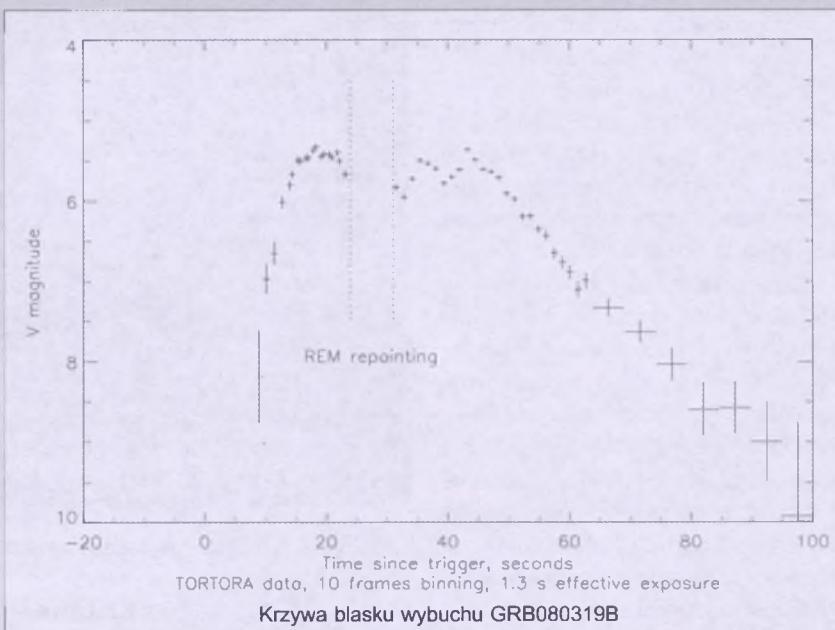
Wybuch promieniowania gamma GRB 080319B odkryty przez satelitę Swift był tak jasny, że na chwilę prawie oslepili instrumenty tego satelity, zaprojektowanego właśnie do śledzenia pojawiania się wybuchów tego rodzaju. Wkrótce po pojawieniu się tego zjawiska, zaalarmowane odkryciem teleskopu naziemne, odnalazły optyczną poświątę w gwiazdozbiorze Wolarza (Bootes) i pilnie śledziły ten nowy obiekt na niebie. W szczególności emisja światła (czyli w dziedzinie optycznej) stwarzyszona z tym wybuchem została zarejestrowana na szerokokątnych kamerach TORTORA i teleskopie REM ulokowanych w Europejskim Obserwatorium Południowym (ESO) na La Silla w Chile, które są instrumentami przy stosowanymi do obserwacji takich zjawisk z niezwykle wysoką czasową zdolnością rozdzielczą. Instrumenty te rozpoczęły obserwacje poświątystego GRB 080319 już kilka sekund po detekcji wybuchu gamma. To właśnie wtedy, przez około minutę, obiekt był tak ja-

sny, że mógł być widziany nieuzbrojonym okiem. Jego jasność w zakresie V wyniosła wtedy 5,8 magnitudo.

W ESO istnieje procedura automatycznego reagowania na niezwykłe zjawiska. Dzięki temu, już kilka minut po obserwacji Swifta, na nowo odkryty obiekt skierował się jeden z 8 m teleskopów na Mt. Paranal i rozpoczął obserwacje GRB 080319 spektrografem UVES o dużej zdolności rozdzielczej, już 10 min po wybuchu.

Wybuch GRB 080319 nastąpił w galaktyce odległej od nas o 7,5 mld lat świetlnych. Jego jasność absolutna była tak wielka, że osiągnął blask największy z kiedykolwiek obserwowanych obiektów niebieskich. Gdyby wybuchł w naszej galaktyce, to rozświetliłby na kilka minut nocne niebo do jasności nieba w ciągu dnia.

(aw)



Źródło: ESO Press Releases 08/08

z kraju i ze świata

XXIV Ogólnopolskie Młodzieżowe Seminarium Astronomiczne im. prof. Roberta Gębockiego

Jak każdego roku na początku wiosny, tak i tym razem w dniach 10–12 kwietnia spotkali się w Grudziądzu młodzi i ci trochę starsi miłośnicy astronomii. Wiosenne spotkania są już wieloletnią tradycją. Początkowo przez 10 lat było to tylko seminarium międzywojewódzkie Polski Północnej, a od 24 lat przyjeżdżają tu młodzi adepci astronomii z całej Polski. Przez te wszystkie lata uczestniczyło w spotkaniach bardzo wielu ludzi. Część z nich na stałe związała się z astronomią, pozostali wybrali inne drogi życiowe, a astronomia pozostała ich hobby.

Spotkanie w Grudziądzu to finał seminariorów wojewódzkich, które poprzedzają konkurs ogólnopolski. W bieżącym roku odbyło się dwanaście eliminacji wojewódzkich i jedna w Grudziądzu. Przykro jest to, że trzy województwa: łódzkie, opolskie i podkarpackie nie przystąpiły do konkursu. Szkoła również, że w województwie lubuskim mimo rozpisania konkursu, nikt się nie zgłosił i seminarium wojewódzkie się nie odbyło.

Do udziału zgłoszono 274 referaty, z czego do wygłoszenia w pierwszym etapie eliminacji dopuszczono 105. Tu należy podkreślić, że najwięcej prac zgłoszono w województwie małopolskim — 97. Komisje wojewódzkie po wysłuchaniu referatów zgłosiły do udziału w finale 25 prac. Z każdego województwa zgłoszono po dwa referaty, ale były wyjątki. Ze względu na niski poziom prac, które wpłynęły na konkurs w województwie podlaskim, nie zgłoszono żadnej z nich do finału, a w województwie świętokrzyskim tylko jedną. Natomiast w województwie małopolskim poziom prac był wysoki i zgłoszono do finału 4 referaty. Oprócz referujących do Grudziądza przyjechali również słuchacze-kibice, uczestnicy seminariorów wojewódzkich, których prace oceniono nieco niżej. Dzięki temu mieli możliwość wysłuchania najlepszych referatów z całej Polski. Uczniom towarzyszyli nauczyciele, najczęściej ci, którzy starają się zainteresować astronomią swoich podopiecznych.

W czwartek rano, 10 kwietnia, Sebastian Soberski otworzył kolejne semina-

rium. Na otwarciu zebrały się uczestnicy, ich opiekunowie, sympatycy, zaproszeni goście oraz oczywiście jurorzy. Jako gospodarz wszystkich zebranych powitał dyrektor Zespołu Szkół Technicznych Adam Szewczyk, a następnie zabrał głos przedstawiciel Kujawsko-Pomorskiego Kuratora Oświaty — Czesław Stawikowski, życząc uczestnikom sukcesów. Przewodniczący jury seminarium prof. Andrzej Woszczyk w ciepłych słowach powitał zebranych, życzył sukcesów uczestnikom, a następnie przedstawił jurorów. W tym zacnym gronie znaleźli się dr Henryk Brancewicz, mgr Ewa Janaszak, dr Adam Michalec, dr Maria Pańkow, mgr Elżbieta Plucińska oraz dr Magdalena Sroczyska-Kożuchowska, którzy reprezentowali Polskie Towarzystwo Astronomiczne, Polskie Towarzystwo Astronautyczne, Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii oraz Olsztyńskie Planetarium i Obserwatorium Astronomiczne. Ta ostatnia instytucja, od wielu lat, obok Obserwatorium i Planetarium Grudziądzkiego, jest współorganizatorem seminarium w skrócie nazywanym OMSA.

Nadszedł czas pracy. Uczestnicy głosili swoje referaty, pozostali słuchali, a po każdym wystąpieniu padały pytania, komentarze i sugestie zarówno ze strony słuchaczy, jak również ze strony jurorów. Seminarium podzielone było na trzy sesje tematyczne. W czwartek odbyły się dwie zatytuowane „Obserwacje nieba i tematy różne” oraz „Układ Słoneczny, obserwacje”, natomiast w piątek sesja pt. „Gwiazdy i Wszechświat”. Tematyka prac była bardzo różnorodna. Były referaty z astronautyki, o misjach historycznych, obecnych oraz przyszłych. Były referaty dotyczące ciał w Układzie Słonecznym, jak i ciał od nas bardzo odległych. Referaty dotyczące obserwacji bezpośrednich, obserwacji z wykorzystaniem Internetu i profesjonalnych teleskopów, jak również historyczne i przeglądowe. Organizatorzy zadali też o rozrywkę. Uczestnicy mogli wysłuchać koncertu, obejrzeć seans w planetarium, zwiedzić miasto. A w przerwach i wieczorem spotkali się w sali telewizyjnej i na korytarzach bursy na dyskusje i wymianę poglądów. Zawiązały się nowe znajomości i przyjaźnie.

A komisja, no cóż, miała bardzo trudne zadanie, by wyłonić najlepsze prace. Ogólnie stwierdzono, że tegorocznego konkursu miał wysoki poziom, coraz więcej uczniów korzysta z teleskopów wirtualnych, z ich zasobów, czy z astronomicznych baz danych. Należy jednak podkreślić, że nie zawsze ustrzegli się bezkrytycznego podejścia do informacji z Internetu i nie zawsze ilustrowali dokładnie to, o czym mówili, ale w tym roku były to tylko małe wpadki.

Najwyżej została oceniona praca Marcina Chwały ze Strzegomia pt. „Wystarczy, że popatrzę w niebo — czyli o obserwacjach meteorów”. W nagrodę Marcin otrzymał teleskop optyczny Sky Watcher (D = 127, F = 1500) ufundowany przez Polskie Towarzystwo Astronomiczne oraz albumy. Okazało się, że publiczność również tę pracę wybrała jako najlepszą. Atmosfera wśród uczestników była wspaniała i niech świadczy o tym fakt, że sami zrobili zbiórkę i zakupili nagrodę publiczności, walizkę. Kolejne miejsca zajęli:

II — Bartosz Kuler z Krakowa —



na rozkładówce:

Pamiątkowe wspólne zdjęcie organizatorów i uczestników tegorocznego OMSA w Grudziądzku. Fot. Gerard Szukay

„Amatorskie obserwacje zmienności gwiazd”;

III — Marta Kotarba z Krakowa — „Galaktyczne ZOO i ja”;

IV — Rafał Sarniak z Torunia — „Obserwacje polarymetryczne SNR-ów na falach o długości 6 cm”;

V — Tomasz Niedźwiedź ze Szczytina — „O szukaniu igły w stogu siana, czyli jak odkryliśmy asteroidy”;

VI — Jędrzej Kowalewski ze Świdnicy — „Galaktyki karłowate — małe, lecz WIELKIE”;

VII — Aleksandra Czerniak z Lublina — „Promieniowanie tła, po nitce do Wielkiego Wybuchu”;

VIII — Jakub Zaborowski ze Szczytina — „Obserwacja i wyznaczanie parametrów ruchu asteroid”;

IX — Mateusz Malenta z Częstochowy — „Kosmiczne promieniowanie tła — analiza danych zebranych przez sondy COBE i WMAP”;

X — Anna Serafin z Bochni — „Podróże zwierząt w Kosmos”.

Oprócz głównej nagrody, jaką był teleskop optyczny, sponsorzy ufundowali jeszcze lornetki, aparat fotograficzny, odtwarzacz MP3, lupy, kompasy oraz wiele wydawnictw albumowych i kalendarze. Wszyscy uczestnicy otrzymali mapki nieba. Jak widać i tym razem sponsorzy nie zawiedli. Byli to: Polskie Towarzystwo Astronomiczne, Fundacja Astronomii Polskiej, Olsztyńskie Planetarium i Obserwatorium Astronomiczne, Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii, Polskie Towarzystwo Astronomiczne, Wydział Edukacji Urzędu Miejskiego w Grudziądzku,

Urząd Marszałkowski Województwa Pomorskiego, Marszałek Województwa Warmińsko-Mazurskiego i Kujawsko-Pomorskiego, Kuratorzy Oświaty w Warszawie, Warmińsko-Mazurski, Wielkopolski, Kujawsko-Pomorski, Dolnośląski i Świętokrzyski, Dyrektor ODN w Kaliszu, dyrektor II LO we Włodawie, dyrektor VII LO w Częstochowie, firma Astrokrak oraz sponsorzy prywatni z Kwidzyna i z Grudziądza.

Po ogłoszeniu wyników i wręczeniu nagród wszyscy spotkali się ponownie na pożegnalnej kawie i herbatie. Była jeszcze okazja do rozmów i wymiany spostrzeżeń. Wszyscy wyjeżdżali z przekonaniem, że przyjadą tu za rok, a będzie to jubileuszowe dwudzieste piąte spotkanie. Organizatorzy, dyrektor szkoły, władze miasta zapraszają za rok. Termin przyszłorocznego spotkania w Grudziądzku został wyznaczony na 26–28 marca 2009 r.

W tym miejscu należy podziękować organizatorom, niezmordowanej Małgorzati Śrubce-Kubiak, którą w tym roku dzielnie wspierał Sebastian Soberski oraz członkom Miedzyszkolnego Koła Astronomicznego przy Planetarium w Grudziądzku. Dzięki ich zaangażowaniu i poświęceniu wszystko przebiegało sprawnie i w miękkiej atmosferze. Dziękujemy również dyrektorowi grudziądzkiego Zespołu Szkół Technicznych panu Adamowi Szewczykowi za umożliwienie przeprowadzenia seminariu i wsparcie w organizacji. Dziękujemy i już myślimy o spotkaniu za rok.

Elżbieta Plucińska

OMSA 2008

Na zdjęciach kolejno: Sebastian Soberski, kierownik Planetarium i Adam Szewczyk, dyrektor Zespołu Szkół, gdzie jest zlokalizowane Grudziądzkie Obserwatorium Planetarium, w trakcie otwarcia OMSA;

uczestnicy seminarium na sali obrad; część składu jury konkursu w czasie ceremonii zakończenia seminarium; laureat konkursu Marcin Ciwała, otrzymuje nagrodę główną (teleskop jaszczuraka H. Braniewicza); Prezesa PiMA oraz nagrodę publiczności — waltkę urobowaną przez uczestników OMSA; zwiedzanie Obserwatorium; S. Soberski przyjmuje podziękowanie za organizację seminarium. Fot. Gerard Szukay



OMSA 2008

Piotr Gerard Szulc

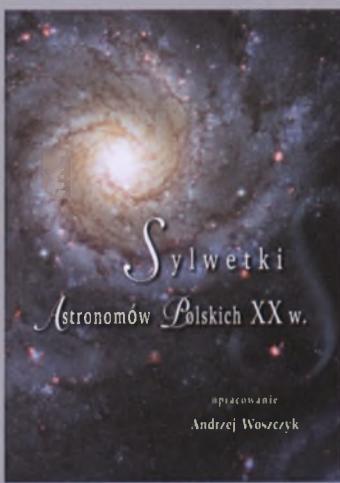


Urania
POSTĘPY ASTRONOMII

AstroJaWil v.10 – program astronomiczny



* REKLAMA *



„Sylwetki Astronomów Polskich XX w.” to zbiór wspomnień o tych, którzy już odezali, a którzy tworzyli Astronomię Polską od chwili uzyskania niepodległości w 1918 r. po początek XXI w. Wspomnienia te były pisane najczęściej przez uczniów i współpracowników, a czasem bliskich krewnych. Zebranie ich w jednym tomie ma na celu zachowanie od zapomnienia tych, często heroicznych postaci, które tworzyły fundamenty współczesnej Astronomii Polskiej i w ten sposób, razem z wydanym wcześniej zbiorem wspomnień pt. *Astronomem być...* oddać im hołd w 85 rocznicę powołania do życia Polskiego Towarzystwa Astronomicznego. Obie książki zostały wydane przez Towarzystwo Naukowe Organizacji i Kierownictwa oraz Polskie Towarzystwo Astronomiczne.

Książkę (objętość 284 s., cena 30,00 zł) można zamawiać listownie (TNOiK, ul. Czerwona Droga 8, 87-100 Toruń), elektronicznie (www.tonik.torun.pl), telefonicznie (056-6223807), faksem (056-6223123) lub w redakcji „Uranii–Postępów Astronomii”.

AstroJaWil 10 — polski program astronomiczny

Program AstroJaWil zacząłem pisać na początku 2002 r. W trakcie poznawania języka Pascal Object (Borland Delphi) uzupełniałem istniejące i rozszerzałem program o nowe funkcje. Po sześciu latach pracy nad programem, obecna, 10 wersja programu, jest już znacznie rozbudowana w porównaniu z tą pierwszą z roku 2002.

Przez pierwszych pięć lat dopisywałem do programu funkcje, które uważałem, że są mi potrzebne. Od roku, kiedy program doczekał się swojego miejsca w Internecie na forum Astro4u ([link w programie](#)), po wymianie uwag i spostrzeżeń z innymi użytkownikami, program powiększyłem o kilka funkcji zasugerowanych przez nich.

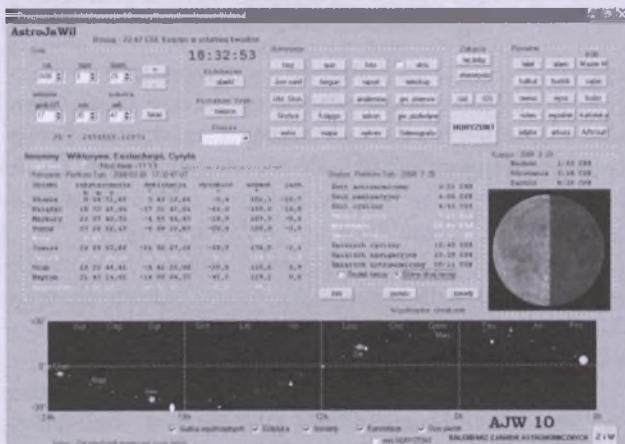
Program jest darmowy. Za używanie go proszę tylko o wysłanie do mnie klasycznej widokówki z miejsca zamieszkania (adres podany w programie) z podaniem imienia, nazwiska i adresu mailowego, na który zostanie wysłany kod rejestracyjny. Wtedy pierwsze okienko rejestracyjne już nie będzie się pokazywać. Kto widokówki nie wyśle, będzie musiał za każdym włączeniem programu gasić okienko rejestracyjne.

przyciśnięciu prawego przycisku myszy, będąc na głównej stronie, mamy MENU rozwijalne z dostępnymi funkcjami programu wraz z podanymi skrótami klawiszowymi.

POMOC — zbiór wszystkich informacji o programie, jego możliwościach i uwagami, jak obsługiwać niektóre funkcje. Jest to użyteczna i bardzo polecana przeze mnie funkcja programu nowemu użytkownikowi, po przejrzeniu której będzie wiedział, jakie możliwości kryją się w AstroJaWilu. Ponadto, aby ułatwić obsługę programu, bardziej złożone funkcje posiadają własne wbudowane funkcje pomocy pod klawiszem INFO.

MIEJSCE — ustawienie współrzędnych własnego miejsca obserwacji. Do wyboru kilkadziesiąt miast w Polsce. Zakres długości geograficznych 0° — $99^{\circ}59' E$. Zakres szerokości geograficznych 0° — $89^{\circ}59' N$.

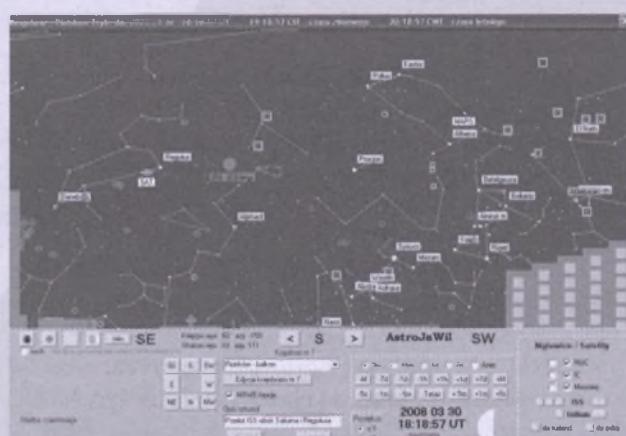
HORYZONT — umożliwia każdemu użytkownikowi ustalenie na widnokregu widoczne przeszkoły terenowe, jakie przesłaniają niebo z własnego miejsca obserwacji. Są to budynki (szare prostokąty) i domy z dachem dwuspadowym z oknami, drzewa liściaste i iglaste, góry i latarnie uliczne. Jest duża możliwość ustawienia kolorów domów, świateł okien i latarni. Po ich ustaniu, wybraniu miejsca obserwacji, daty i czasu widzimy niebo dokładnie tak, jak w rzeczywistości sprzążonej z naszymi przeszkołami terenowymi. Program posiada 20 zdefiniowanych krajobrazów, z których kilka jest wykonanych przez użytkowników Astro-JaWila. Do przesuwania widocznego fragmentu krajobrazu służą odpowiednie przyciski „<” i „>” (w lewo i w prawo) oraz „róża wiatrów” — przyciski kierunkowe N, S, W i E. Na niebie w Horyzoncie możemy wyświetlić bardzo wiele informacji o gwiazdach i obiektach mgławicowych oraz współrzędne horyzontalne, równikowe i ekliptykę. Każdy opis można osobno wyłączyć, aby zbyt duża ilość informacji nie psuła widoku nieba. Kliknięcie myszą na wskazaną gwiazdę (przy ustawnionym rozpoznawaniu gwiazd) spowoduje wyświetlenie informacji o niej i analogicznie zobaczymy opis mgławicy wraz z jej zdjęciem. W Horyzoncie można obliczyć odległość kątową pomiędzy wybranymi gwiazdami czy obiektami ziemskimi. Z poziomu Horyzontu możemy wpro-



Strona główna programu AstroJaWi

Poniżej przedstawiam kilka najważniejszych możliwości programu.

STRONA GŁÓWNA zawiera pozycje równikowe i horyzontalne Słońca, Księżyca, planet Układu Słonecznego i wybranego obiektu. Są tam także obliczone dla danego dnia świty, zmierzchy, wschód, górowanie i zachód Słońca oraz wschód, górowanie i zachód Księżyca. Widoczna jest graficznie ukażana aktualna faza Księżyca. W dolnej części strony głównej jest uproszczony diagram z położeniami na niebie planet, Słońca i Księżyca wśród konstelacji zodiakalnych we współrzędnych równikowych bądź horyzontalnych, w zależności od wyboru. Można ustawić w programie, że z chwilą jego włączenia w środkowej sekcji będą pokazywać się „Aktualności” — wstępnie przygotowane ważne informacje o zjawiskach występujących w danym dniu i następnym. Na wspomnianym Forum AstroJaWila użytkownicy sami przygotowują pliki tekstowe z aktualnościami na dany miesiąc, więc wystarczy taki plik ściągnąć i wkleić do programu. Po



Horyzont z widoczną trajektorią Irydium

wadzić dane o satelitach Iridium i przelotach stacji ISS, korzystając z obliczeń publikowanych na stronie www.heavens-above.com. Po wybraniu błysku Iridium lub przelotu ISS program ustawi na niebie jego położenie i będzie wiadomo, w którym miejscu u nas będzie to widoczne.

MAPA — posiada bardzo podobne możliwości jak Horyzont, z tym, że niebo wyświetlane jest we współrzędnych równikowych. Widoczne jest położenie planet, Słońca i Księzycia wśród gwiazd. Przesuwanie fragmentów mapy w wybranym powiększeniu odbywa się poprzez wskazanie gwiazdy, która zostanie ustawniona w centralnym położeniu — musi być przy tym ustawniona funkcja „rozpoznawania gwiazd”.

OBIEKT — tu można wybrać obiekt, o którym pewne informacje będą nam później potrzebne, takie jak widoczność na niebie — funkcja WYKRES, dane o wschodzie, górowaniu i zachodzie czy odszukanie go na MAPIE lub HORYZONCIE.

EXTRA — wykaz najatrakcyjniejszych zjawisk na niebie w najbliższych latach. Po wskazaniu danego zjawiska ta data i czas zostaną ustalone w programie i od razu będzie można zobaczyć jego widoczność w naszym miejscu obserwacji. Podczas ustawienia jakiejś godnej zapamiętania sytuacji na niebie można z poziomu funkcji HORYZONT i ASKON dodać je automatycznie do pliku zjawisk EXTRA.

GWIAZDOZBIORY — opisy i mapki wszystkich konstellacji. Opisy można uzupełniać o własne spostrzeżenia i obserwacje.

ASKON — oblicza zakrycia i koniunkcje Księżyca z wybraną planetą i objektem.

TELESKOP — w tej funkcji każdy, kto buduje swój własny teleskop systemu Newtona, może obliczyć jego parametry, poczytać moje uwagi czy obliczyć wszystkie parametry tubusu, aby obrazy dawane przez ten instrument były najlepsze.

UKŁAD SŁONECZNY — graficzne odwzorowanie ciał Układu Słonecznego w systemie geocentrycznym, heliocentrycznym czy w stałym ustawieniu Ziemia — Słońce. Zachowane są proporcje odległości, jest możliwość ustawienia dowolnego powiększenia, animacji i wybrania opisu dowolnej planety.

JOWISZ — pokazuje położenie księzców Jowisz w dowolnym momencie, wraz z wykazem zjawisk zachodzących wśród nich.

QUIZ ASTRONOMICZNY — pytania astronomiczne. Po podaniu prawidłowej odpowiedzi w nagrodę zobaczymy jedną z ładnych zdjęć astro wykonanych w większości przez polskich miłośników astrofotografii.

KSIĘŻYC — wygląd nieba w okolicy Księżyca, wybranej planety lub Słońca.

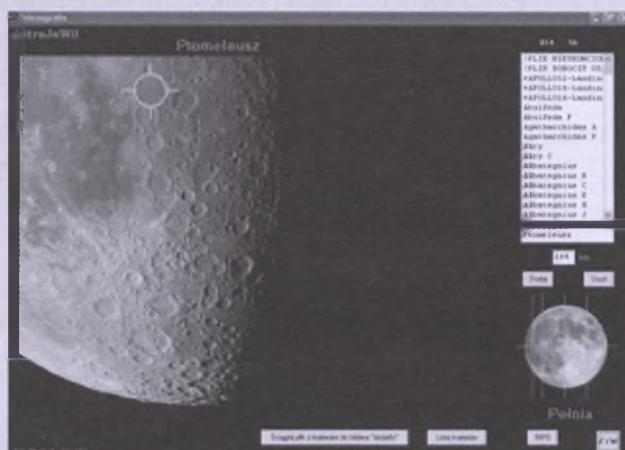
SELENOGRAFIA — szczegółowe zdjęcia widocznej powierzchni Księżyca z możliwością wskazywania kraterów i mórz na Księżyco, aby zobaczyć ich nazwę.

ZAKRYCIA — funkcja umożliwiająca przygotowanie się do obserwacji zakryć gwiazd i planet przez Księżyc. Możliwość obejrzenia efemeryd zakryć (w programie są one policzane dla prawie wszystkich miejsc w Polsce do roku 2009).

graficznej wizualizacji miejsca na Księżyco, gdzie znika lub pojawia się gwiazda, oraz możliwość wydrukowania formularza obserwacyjnego na dana noc.

Poniżej krótki opis pozostałych funkcji.

MEMO — zapiski na każdy dzień. Tu można tworzyć własny pamiętnik obserwacyjny. Wiersz zaczynający się od znaku # wyświetlany jest na głównej stronie na górze na czerwono w danym dniu, a dnia poprzedniego na zielono na dole ekranu.



Przykładowe okno funkcji "Selenografia"

NOTES — 20 zeszytów z własnymi zapiskami.

KARTOTEKA — rozbudowana baza danych. Na przykład można tu sobie założyć książkę adresową. Wybór wyświetlanych informacji, długość pól rekordów jest dowolnie ustawiana. Pełna edycja poszczególnych danych. Dostęp natychmiastowy. Można stworzyć 8 różnych kartotek.

WĘZEŁEK — bardzo przydatna funkcja, w której po wpisaniu dat urodzin, ważnych wydarzeń, cyklicznych spraw do załatwienia — nie przegapimy tych dat. Jest to AstroJa-Wilowa odmiana Supelka Bogiego.

WYSZUKIWARKA — ta funkcja powstała w wyniku potrzeby odnalezienia zapisanej gdzieś w programie informacji. Dzięki niej od razu znajdziemy, po wskazaniu ciągu znaków, gdzie dana informacja w programie się znajduje.

GRY — rozrywka umysłowa : Saper i Master Mind. Kości to losowe rzuty z nagrodami w postaci zdjęć nieba wykonanych przez miłośników astrofotografii.

AJWSURF — tu można ustawić sobie linki do wybranych stron internetowych, programów na twardym dysku czy wybranych plików, których edycja jest skojarzona w Windowsach z odpowiednim programem.

Gorąco zachęcam do pobrania z sieci programu, który ciągle jest rozwijany dzięki sugestiom uzytkowników oraz ostatnio fanów programu, którzy poświęcają swój czas i pracę, aby program był jeszcze lepszy i pełniejszy.

Zapraszam na swoją stronę internetową www.astrojawil.pl, gdzie znajdziecie link do pobrania najświeższej wersji programu i uzyskacie informacje o zmianach w programie oraz zobaczyście miniatułek przesyłanych do mnie widokówek, których w momencie pisania tego artykułu mam już ponad 200.

Janusz Wiland

Kontakt: jawil@astrojawil.pl

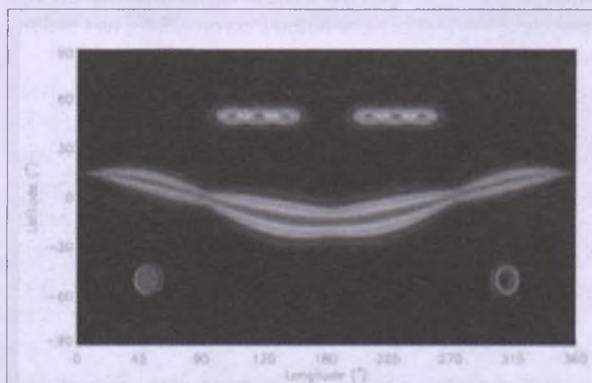
Prześwietlenie korony słonecznej

Z pomocą stosowanych w medycynie technik bezpośredniego obrazowania rentgenowskiego uzyskano pierwszą mapę struktury najbardziej zewnętrznej części Słońca — korony.

Tomografia, technika o wielorakich aplikacjach, w medycynie wykorzystuje serię skanów otrzymywanych pod różnymi kątami i prowadzi do rekonstrukcji trójwymiarowego obrazu organu ludzkiego. Próby wykorzystania tego typu techniki do badania korony słonecznej rozpoczęto już około 30 lat temu, ale z powodu zbyt dużych błędów pomiarowych zakończyły się one niepowodzeniem. Nowo opracowana metoda jest zaledwie początkiem ogromnych możliwości, jakie niesie ze sobą tomografia w takich obszarach badań jak pogoda kosmiczna.

Zastosowanie tomografii do badania Słońca napotyka dwa główne problemy. Pierwszy to niemożność uzyskania obrazu korony za gwiazdą, przez co następuje utrata prawie połowy danych. Drugi to fakt, że najbardziej zewnętrzne warstwy korony są ponad tysiąc razy słabsze od tych położonych blisko Słońca, a to wprowadza znaczące błędy w obserwacjach.

Nowa metoda o nazwie Qualitative Solar Rotational Tomography (QSRT, Jakościowa Rotacyjna Tomografia Słoneczna) eliminuje stromy spadek jasności korony i pochodzące od niego błędy. Technikę zastosowano do serii obrazów otrzymanych przez instrument LASCO zainstalowany na satelicie SOHO. Korona jest obrazowana podczas obrotu rotacyjnego Słońca, dzięki czemu jej mapy są kompletne. Uzyskiwane obrazy posiadają pięciokrotnie lepszą rozdzielcość niż uzyskiwane dotychczas.



Uczniowie zaangażowani w projekt dążą nawet do dwudziestokrotnego polepszenia jakości obrazu w przyszłości.

Dotychczas udało się wykonać mapy korony podczas całego cyklu słonecznego, dzięki czemu możliwa jest analiza ewolucji poszczególnych struktur korony w trzech wymiarach. Zaobserwowano rozległe obszary gęstych struktur występujące podczas zwiększonej aktywności słonecznej, których nie generują modele komputerowe. Odkryto dowód na to, że wewnętrzne obszary korony wirują z różnymi prędkościami.

Teraz technikę wykorzystuje się także do interpretacji obserwacji ultrafioletowych korony oraz radiowych wiatru słonecznego.

(kw)

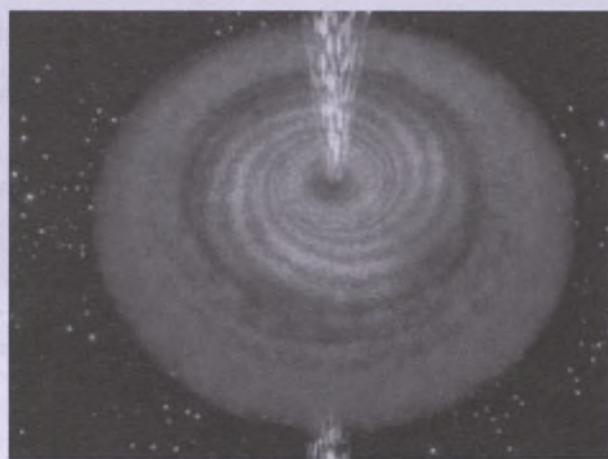
Źródło: *sciencedaily*

Niezwykłe kwazary rentgenowskie

XMM–Newton zarejestrował nadzwyczajnie silny sygnał rentgenowski pochodzący z odległej galaktyki.

Badacze pracujący z XMM–Newton próbują dotrzeć do najbardziej odległych obiektów niebieskich zwanych kwazarami, które można porównać do kosmicznych silników wysyłających energię. Sądzili się, że na mechanizm ich działania wpływ mają olbrzymie czarne dziury. Materia opadająca na czarną dziurę tworzy wirujący dysk akrecyjny, który ulega podgrzaniu. Sy-

mulacje komputerowe tego zjawiska przewidują, że olbrzymie promieniowanie i pole magnetyczne obecne w tym obszarze powodują wyrzut gazu z czarnej dziury w przestrzeń kosmiczną. Wyrzuty te mają duże znaczenie dla otaczającej dziurę galaktyki. Mogą powodować turbulencje w gazie w całym obiekcie



Arystyczna wizja kwazara BAL (źr. ESA)

i zainicjować powstawanie nowych gwiazd. Zrozumienie mechanizmów działania kwazarów jest zatem kluczowe dla ogarnięcia wczesnej historii galaktyk.

Z powodu swego odlegiego położenia światło i promieniowanie X z kwazarów potrzebuje kilku miliardów lat, aby do nas dotrzeć. Około 10–20% kwazarów należy do grupy zwanej BAL (posiadających szerokie linie absorpcyjne) skupiającej kwazary otoczone grubym kokonem gazu. Większość naukowców wierzy, że wypływy gazu z kwazarów typu BAL odbywają się wzdłuż płaszczyzny równika dysku akrecyjnego. Takie kwazary pokazują niewielką emisję rentgenowską, co oznacza, że ilość występującego tam gazu jest wystarczająca do pochłonięcia większości promieni X pochodzących z obszaru około czarnej dziury.

Istnieje jednak grupa kwazarów BAL, które wyrzucają materię wzdłuż osi łączącej ich bieguny. Nad ich badaniem skupili się uczeni z Chin i przy użyciu XMM–Newton namierzyli cztery takie obiekty. Satelita obserwował kwazary w latach 2006 i 2007. Okazało się, że dwa z nich emitują więcej promieni rentgenowskich niż wskazywałyby na to obliczenia, co oznacza, że w obszarze nie występuje dość dużo gazu absorbującego promieniowanie. Wygląda na to, że kwazary BAL są o wiele bardziej skomplikowane niż początkowo sądzono. Być może z tych obiektów następują jednocześnie emisje równikowe i biegunowe. Do weryfikacji obliczeń numerycznych i dotychczas akceptowanej teorii opisującej mechanizm działania kwazarów jest wymagana większa liczba danych obserwacyjnych.

(kw)

Źródło: *sciencedaily*

Profesor Klim Czurumow — życie wśród komet

19 lutego 1937 roku — 454 lata po dniu narodzin wielkiego astronoma polskiego Mikołaja Kopernika — w nadmorskim mieście Nikołajewie przyszedł na świat jeszcze jeden znany obecnie astronom; tym razem ukraiński. Najbardziej zasłynął dzięki odkryciu dwóch komet (do jednej z nich zmierza obecnie sonda kosmiczna), zaś w świecie literatury jest znany jako autor pozycji popularnonaukowych i jako poeta ukraiński piszący dla dzieci.

Inteligencja rosyjska lat 30. ubiegłego wieku zaczynała się powieścią Maksyma Gorkiego *Życie Klima Samigina* (mniej znaną jednak w Polsce). Przeczytała ją również matka przyszłego astronoma — Antonina Michajłowna Aleksandrowa (1907—2003), która właśnie dała synowi imię głównego bohatera utworu.

Ojcem Klima Czurumowa był Iwan Iwanowicz Czurumow (1907—1942) — oficer kadrowy Armii Sowieckiej. Zginął podczas tzw. Wielkiej Wojny Ojczyźnianej w maju 1942 r., w starciu pod wsią Wiesiołoje w obwodzie charkowskim.

Wybitny astronom ukraiński, odkrywca komet i planetoid, Nikołaj Stiepanowicz Czernych nazwał odkrytą przez siebie planetoidę Nr 3942 „Czurumannia” — na cześć ojca, a także starszego brata Czurumowa (1929—1988), który odegrał wielką rolę w życiu swojego młodszeego brata.

Można wręcz powiedzieć, że Klim Iwanowicz urodził się „pod znakiem komety”: 19 lutego 1937 r. w gwiazdozbiorze Ryb znajdowała się długookresowa kometa Wilka (C/1937 D1 Wilk-Peltier II)¹, która po dwóch dniach przeszła przez perihelium, zaś w sierpniu 1937 r. w Wielkiej Niedźwiedzicy można było obserwować nieuzbrojonym okiem kometę Finslera (C/1937 N1 Finsler) z pięknym warkoczem plazmowym; 19 lutego przemieszczała się ona na tle gwiazdozbioru Barana, lecz mo-

gła być widoczna tylko przez teleskopy. A w dzieciństwie Klim Czurumow marzył, żeby pływać po dalekich morzach i oceanach, podróżować po kuli ziemskiej... Jednak został astronomem, łowcą komet i ich badaczem.

Pragnienie, aby podróżować, również nie pojawiło się przypadkowo. Rzecz w tym, iż w dzieciństwie w domu Czurumowych wisiała ogromna mapa polityczna świata, którą jako czteroletni chłopiec znakomicie poznął — znał nazwy wszystkich miejscowości, łańcuchów górskich i szczytów gór, rzek, jezior, mórz, oceanów, wysp itd., a dzięki temu samodzielnie poznął alfabet i zaczął czytać wszystko, jak leci.

Ponieważ ojciec Klima był wojskowy, rodzina musiała często zmieniać

daniami zór polarnych, elektrycznych prądów ziemskich i jonosfery.

W 1962 r. młody Czurumow wrócił do Kijowa i podjął pracę w Zakładzie „Arsenał”, gdzie jako astronom brał udział w opracowywaniu aparatury astronawigacyjnej dla rakiet kosmicznych oraz uczestniczył w ich próbach na kosmodromie Bajkonur i Plesieck. Oprócz tego wykładał mechanikę teoretyczną i techniczną w Kijowskim Technikum Elektromechanicznym Transportu Kolejowego.

Na studiach doktoranckich na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Kijowskiego w specjalności „astrofizyka” (1965—1968) opiekunem naukowym Czurumowa był wybitny astronom, profesor S. K. Wsiechswiatskij (Rok

Obecnie w gabinecie profesora Czurumowa również wiszą mapy, która stała się legendarną, z nanesionymi czarnymi krążkami — są to zaznaczone punkty planety, gdzie uczeń przebywał w licznych ekspedycjach naukowych i na konferencjach międzynarodowych. Uczestniczył też w ponad trzydziestu ekspedycjach na obserwacje zaćmień Słońca i zórów polarnych, obserwował starty rakiet na kosmodromie Bajkonur i Plesieck (RF) oraz Courou (Guyana Francuska), poszukiwał kraterów pometeorytowych na powierzchni Ziemi, obserwował kilkaset komet w różnych obserwatoriach świata, brał udział w licznych konferencjach międzynarodowych, na których wygłosił ponad 200 referatów naukowych.

miejsce pobytu. Wybuch wojny w 1941 r. zastał ją w Korosteniu, w obwodzie żytomierskim (na Wołyniu), skąd potem dostała się do Kijowa. Następnie została ewakuowana: najpierw do Michajłówki w obwodzie stalinogradzkim (obecnie wołogradzkim), potem do Stalingradu. Kiedy Niemcy podeszli do miasta, Czurumowowie musieli się ewakuować dalej, aż do obwodu nowosybirskiego (nad rzeką Ob), gdzie przebywali do 1944 r. Stamą rodziną wróciła do Michajłówki.

Do Kijowa rodzina Czurumowych przeniosła się w 1949 r. W 1951 r. Klim Czurumow podjął naukę w... Kijowskim Technikum Kolejowym, które skończył z wyróżnieniem w 1955 r. Studiował następnie na Wydziale Fizyki Kijowskiego Uniwersytetu Państwowego im. T. Szewczenki. Ukończył te studia w 1960 r. ze specjalnością „fizyka-astrofizyka” i został skierowany do pracy w polarnej stacji geofizycznej w zatoce Tiksi w Jakucji. Zajmował się tam ba-

Wsiechswiatskiego społeczność naukowa obchodziła, zgodnie z decyzją UNESCO, w 2005 r.². Po ich zakończeniu Klim Czurumow został pracownikiem naukowym w Katedrze Astronomii Uniwersytetu Kijowskiego. Obserwował komety na stacji zamiejscowej UK we wsi Lesniki oraz w trakcie ekspedycji astronomicznych w rejony wysokogórskie Azji Centralnej, na Kaukazie, w Syberii, w Kraju Przymorskim, na Czukocie i Kamczatce.

W roku 1969 Uniwersytet Kijowski wysłał trzyosobową ekspedycję (w jej skład wchodził Klim Czurumow i Swiatosława Gierasimienko) w celu obserwacji komet okresowych do Instytutu Astrofizycznego w Ałma Acie. Obserwacje kilku komet krótkookresowych z rodziną Jowisza były prowadzone 0,5 m te-

¹ Antoni Wilk odkrył tę kometę w Krakowie (zob. Jerzy M. Kreiner: *Antoni Wilk (1876—1940). „Złota Księga Wydziału Matematyki i Fizyki UJ”*, Kraków 2000).

² Siergiej Konstantinowicz Wsiechswiatskij w latach 70. ub. wieku odwiedził również Obserwatorium Krakowskie UJ na zaproszenie doc. Kazimierza Kordylewskiego.

leskopem systemu Maksutowa. Wykonano i opracowano wiele klisz fotograficznych. Na trzech zdjęciach okazał się obiekt, który początkowo został wzięty za okresową kometę 32P/Comas-Solá. Jednak potem wyjaśniało się, że według współrzędnych położenie obiektu różni się o 2° od obliczonej pozycji tej komety. Rozpoczęto poszukiwanie nieznaneego obiektu na innych kliszach, co zostało uwieńczone sukcesem. Mając trzy pozycje ciała niebieskiego udało się wyliczyć dokładnie elementy jego orbity, która okazała się eliptyczna i należała do nowej, krótkookresowej komety z okresem 6,5 roku. Informacja została przekazana do Centralnego Biura Telegramów Astronomicznych (Cambridge, USA), gdzie po kilku dniach potwierdzono odkrycie komety i nadano jej nazwę „kometa Czuriumowa-Gerasimienko” (67/P Churyumov-Gerasimenko). W dniu 2 marca 2004 r. została do niej wysłana misja astronautyczna Rosetta (ESA) w celu zbadania pierwotnej materii protoplanetarnej zawartej w jądrze lodowym komety.

Drugą kometę, długookresową, Czuriumow odkrył wspólnie z W. W. Sołodownikowem w 1986 r. podczas Międzynarodowego Roku Komety Halleya. Orbita komety Czuriumowa-Sołodownikowa (C/1986 N1) to silnie wyciągnięta elipsa o mimośrodzie bliskim jedności; jej peryhelium znajduje się w Głównym Pasie Planetoid, a nachy-



lenie płaszczyzny jej orbity do płaszczyzny ekleptyki jest większe od 90° (ruch wsteczny). Kometa odznacza się „gorącym” jądrem lodowym, które wyprzemiowiyovalo niezwykle dużo energii w podczerwieni, znajdująca się w odległości ponad 17 j.a. od Słońca.

W 1972 r. Klim Czuriumow z wyrożnieniem obronił pracę doktorską pt. *Badanie komety Ikeyi-Seki (1967n), Honda (1968c), Tago-Sato-Kosaka (1969 IX) i nowej komety krótkookresowej Czuriumowa-Gerasimienko na podstawie obserwacji fotograficznych i użyskał stopień doktora nauk fizyko-matematycznych. A w 1993 r. w Instytucie Badań Kosmicznych Rosyjskiej Akademii Nauk w Moskwie habilitował się na podstawie rozprawy *Procesy ewolucyjne w kometach*.*

demii Nauk w Moskwie habilitował się na podstawie rozprawy *Procesy ewolucyjne w kometach*.

Klim Czuriumow brał też aktywny udział w międzynarodowych programach naukowych obserwacji komety Halleya w latach 1983–1987 (IHW i SOPROG), satelitów Marsa — Fobosa i Dejmosa w 1988 r. (misja „Fobos”), planetoid zbliżających się do Ziemi (misja „Toutatis”, 1992), w programie obserwacji Marsa w 1992 i 1994 r. (misja „Mars-92” i „Mars-94”) i innych. Dzięki tym programom uzyskał ogromną ilość obserwacji spektralnych, fotoelektrycznych, fotograficznych, których opracowanie przyniosło wiele naukowych wyników opublikowanych w licznych artykułach; większość z nich została wydana za granicą. Przeprowadził też oryginalne obserwacje rozbłysków powierzchni satelitów Jowisza, Io i Europa, podczas wtargnięcia do atmosfery Jowisza wtórnego jąder komety Shoemaker-Levi 9, co potwierdziły spostrzeżenia Obserwatorium Watykańskiego. Na podstawie spektrogramów otrzymanych za pomocą 6-m teleskopu SOA RAN (stacja Zielenczugskaja, RF) odkrył świecenie ujemnych jonów molekularnych tlenu w otoczce gazowej komety Skoritzenko-George'a (C/1989 VI Skoritzenko-George).

Klim Czuriumow opublikował ponad 500 prac naukowych, a także kilka podręczników oraz, między innymi, pomoce medialne: „Kometa Halleya” (1985, wspólnie z N. O. Bielajewem) oraz



sylwetki astronomów

„Słońce” w 2002 i 2004 r. (razem z dwoma współautorami). Jest autorem książki *Komiety i ich nabliudienija* (1980), współautorem książki *Kometa Halleya i jego nabliudienija* (1985; razem z N.O. Bielajewem), a także pozycji: *Astronomiczeskij kalendar’ Postojannaja czast’* (1980; pod red. W. K. Abałakina), *Atlas zviedzdnogo nieba* (1990, wspólnie z D. M. Ponomariowem); współautor 24 wydań poradników: *Astronomiczeskij kalendar’ Pieriemennaja czast’* na lata 1978—2002 (tomy 81—105), (wszystkie ww. pozycje wydano: Moskwa, „Nauka”), 11 ukraińskich *Astronomiczeskich kalendariej* (lata 1996—206, Kijów, „Naukowa dumka”) i siedmiu *Odiesskich astronomiczeskich kalendariej* (lata 2000—2006, Odessa, „Astroprint”). Jest też autorem ponad tysiąca artykułów popularnonaukowych.

W dziedzinie wydawniczej pełnił funkcję konsultanta naukowego części astronomicznej encyklopedii ukraińskiej (II wydanie). Od 2002 r. jest redaktorem naczelnym czasopisma popularnonaukowego „Nasze Niebo”.

W maju 2006 r. został wybrany członkiem-korespondentem Narodowej Aka-

demii Nauk Ukrainy³. Jest członkiem komisji ekspertów WKA Ukrainy ds. astronomii, członkiem dwóch rad naukowych ds. obrony rozpraw, kolegiów redakcyjnych periodyków naukowych: „Wiestnik Kijewskiego nacjonalnego uniwersytetu im. T. Szewczenko. Sieria Astronomia”, „Wiestnik astronomickoj szkoły”, „International Comet Quartely” i czasopisma popularnonaukowego „Wsiennaja, prostrantswo, wremia”.

Klim Czuriumow został odznaczony dwoma medalami „Za odkrycie nowych obiektów astronomicznych” oraz wielu innymi medalami. Otrzymał także w 2004 r. Nagrodę im. Tarasa Szewczenki Kijowskiego Uniwersytetu Narodowego i Nagrodę NAN Ukrainy im. N.A. Barabaszowa w 2005 r. I już w 1984 r. N. S. Czernych nazwał odkrytą przez siebie kometę Nr 2627 na cześć K.I. Czuriumowa.

Profesor Czuriumow zorganizował i przeprowadził — jako przewodniczący naukowych komitetów organizacyj-

³ Również Rada Wydziału Geodezji Przemysłowej i Inżynierii Środowiska Akademii Górnictwa-Hutniczej w Krakowie poparła jego kandyaturę.

nich — dziesięć międzynarodowych konferencji astronomicznych: pierwsze cztery poświęcone Wsiechswiatkiemu (1985, 1990, 1995, 2000), a także pamięci prof. O. F. Bogorodzkiego i S. K. Wsiechswiatkiego (1994), pamięci I. A. Astapowicza (1998 i 2003), KAMMAK (1999, 2002, 2005). Ponadto w ciągu wielu lat był sekretarzem naukowym Grupy Roboczej Fizyki Komet Rady Astronomicznej AN ZSRS.

Klim Iwanowicz Czuriumow odwiedzał również często Polskę i zna wielu astronomów polskich. Gościł m.in. w Krakowie, w Toruniu i w Warszawie.

Łarisa Czubko, T Zbigniew Dworak

Artykuł ten powstał z okazji 70 urodzin (w 2007 roku) Klima Iwanowicza Czuriumowa, obecnie profesora Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Narodowego im. Tarasa Szewczenki w Kijowie, dyrektora naukowo-oświatowego centrum „Planetarium Kijowskie”. Jest on też członkiem-korespondentem Ukraińskiej Akademii Nauk. Piastuje ponadto funkcje: Prezesa Ukraińskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii i wiceprezesa Ukraińskiego Towarzystwa Astronomicznego. Jest członkiem IAU i ESA.



OZMA 2008



XII Ogólnopolski Zlot Miłośników Astronomii Roztocze-Kawęczynek 2008

Temat przewodni: **INTERKOSMOS**

Temat dodatkowy: **zaćmienie Słońca i Księżyca**

Termin: 20–23 sierpnia 2008 r.

Miejsce zlotu: teren ośrodka Przystanek Kawęczynek, gm. Szczyrbeszyn, pow. zamojski, woj. lubelskie

Zakwaterowanie: namioty własne, namioty wojskowe lub nocleg w budynku ośrodka (60 zł os./dobę)

Wyżywienie: 2 gorące posiłki zawarte w opłacie wpisowej, dodatkowe wyżywienie w ośrodku

Dojazd: PKP — najbliższa stacja Szczyrbeszyn–Brody (5 km od miejsca zlotu)

PKS — najbliższy przystanek Topołcza (2 km od miejsca zlotu)

Wpisowe 85 zł

Wybrane atrakcje: obecność gen. M. Hermaszewskiego — pierwszego polskiego kosmonauty, wystawa „Dogonić Kosmos” w MDK Szczyrbeszyn, pokaz filmu „Ciężar nieważkości”, koncert VANDERSONA

Informacja o miejscu zlotu: <http://www.przystanekroztocze.com.pl>

Organizatorzy: Urząd Gminy Szczyrbeszyn, MDK Szczyrbeszyn, Ośrodek „Przystanek Kawęczynek”, PPSAE Grupa Lokalna Niedźwiady, Andrzej i Monika Rzemieniak

Zapisy i kontakt: doorsiarz@tlen.pl lub tel. kom.: 0-660-284-399 (Andrzej Rzemieniak)

LI Olimpiada Astronomiczna

W niedziele, 9 marca 2008 r. w Planetarium Śląskim odbyła się uroczystość kończąca LI Olimpiadę Astronomiczną. Ze 122 uczestników I etapu do zawodów II stopnia zakwalifikowało się 64, a z nich 18 do zawodów centralnych.

Swoją przygodę z olimpiadą rozpoczęli we wrześniu ubiegłego roku. Wtedy to do szkół trafił afisz z pierwszym zestawem zadań rachunkowych i zestawem zadań obserwacyjnych. Treść zadań była też umieszczona na stronach internetowych Planetarium Śląskiego oraz na licznych innych astronomicznych portalach, które zadania LI Olimpiady Astronomicznej powieili.

Niestety, do olimpiady zgłosiło się nieco mniej uczniów niż w ostatnich latach — liczba 122 nie jest zbyt imponująca. A może właśnie jest, zważywszy, że od lat w polskiej oświatie nauki ścisłe mają coraz mniejszą rangę, a z nich fizyce i astronomii poświęca się chyba najmniej czasu.

Zgodnie z regulaminem olimpiady uczestnikom zawodów I stopnia przedłożono 11 zadań, z których należało rozwiązać jedno z trzech zadań obserwacyjnych i sześć z pozostałych ośmiu zadań. Prace były przesyłane do Komitetu Głównego Olimpiady Astronomicznej, którego Komisja wszystkie nadesiane rozwiązania oceniała.

Zawody II stopnia, polegające na rozwiązyaniu 4 zadań teoretycznych, odbyły się 14 stycznia 2008 r. w Katowicach — w VIII Liceum Ogólnokształcącym im. Marii Skłodowskiej-Curie i we Włocławku — w I Liceum Ogólnokształcącym im. Ziemi Kujawskiej.

Finał 51 olimpiady miał tradycyjny przebieg. Uczniowie rozwiązywali zadania w trzech sesjach. Dwie pierwsze odbyły się w piątek 7 marca, a ostatnia następnego dnia. Po pierwszej dopołudniowej sesji, w której były rozwiązywane dwa zadania teoretyczne, uczestnicy zawodów centralnych mieli sesję wieczorną z zaplanowanymi zadaniami alternatywnymi, w zależności od pogody warunkująccej wprowadzenie zadania obserwacyjnego. W tym roku pogoda dopisała i zadanie obserwacyjne zostało dołączone do zestawu zadań finałowych. W trzeciej sobotniej sesji rozwiązywano ostatnie zadanie rachunkowe i zadanie pod sztucznym niebem planetarium, w którym finaliści wykazywali się znajomością nieba i zachodzących na nim zjawisk.

Rozwiązania zadań oceniano w sobotę, 8 marca 2008 r. W tym dniu, w czasie dla uczniów wolnym, zorganizowano im wycieczkę do Muzeum Chleba w Radzionkowie, gdzie wysłuchali wykładu i obejrzały liczne zgromadzone w muzeum eksponaty. Mieli też okazję upiec pieczywo, wcześniej własnoręcznie uformowane. W tym samym dniu obejrzały wieczorem spektakl pod sztucznym niebem planetarium *Kosmiczne głazy* oraz zwiedzili pracownie Planetarium, w tym stację sejsmologiczną.

Przed ogłoszeniem wyników Przewodniczący Komitetu Głównego Olimpiady Astronomicznej prof. dr hab. Jerzy Kreiner omówił przebieg zeszłoroczej międzynarodowej olimpiady z astronomii i astrofizyki w Tajlandii, kładąc szczególny akcent na merytoryczne jej treści. Swój wykład wygłosił w formie ciekowej prezentacji multimedialnej.

Tytuł laureata — L, tytuł finalisty — F i pozostali uczestnicy finału (alfabetycznie)

Lp.	Nazwisko	tytuł	miejsce	kl.	nauczyciel	szkoła
1	Piotr Polesiuk	L	I	3	Witold Polesiuk	I LO im. Paderewskiego, Wałbrzych
2	Maciej Śmigelski	L	II	5	Mariusz Kamiński	Liceum Akademickie, Toruń
3	Joanna Bogdanowicz	L	III ex aequo	3	Krzysztof Łyszczak	XIII LO, Szczecin
4	Piotr Godlewski	L	III ex aequo	2	Marek Golka	ZSO nr 6 im. Jana Kochanowskiego, Radom
5	Patryk Pjanka	L	III ex aequo	2	Bogusław Lanuszny	VIII LO im. Marii Skłodowskiej-Curie, Katowice
6	Wtold Świątkowski	L	IV	3	Marian Bąk	XIV LO im. Polonii Belgijskiej, Wrocław
7	Grzegorz Gajda	L	V	2	Andrzej Sperka	I LO im. Mikołaja Kopernika, Łódź
8	Aleksander Kubica	L	VI ex aequo	3	Ewa Gajda	V LO, Bielsko-Biała
9	Paweł Swaczyna	L	VI ex aequo	3	Małgorzata Kachel	Salezjańskie LO, Świętochłowice
10	Michał Wojtaszek	F	VII	2	Jerzy Mucha	V LO im. Augusta Witkowskiego, Kraków
11	Adam Ciesielski	F	VIII	3	Dagmara Sokołowska	V LO im. Augusta Witkowskiego, Kraków
12	Paweł Ćwięka	F	IX ex aequo	2	Tomasz Kosiorowski	II LO im. Mikołaja Kopernika, Mielec
13	Wojciech Smułek	F	IX ex aequo	3	Marek Muciek	I LO im. Mikołaja Kopernika, Kołobrzeg
14	Paweł Wróbel	F	IX ex aequo	2	Tomasz Pietrzak	ZSO, Świdnica
15	Marcin Chwała			3	Lilia Kilian	ZSO im. Stefana Żeromskiego, Strzegom
16	Konrad Komorowski			2	Ewa Skrzypczak	III LO im. Marynarki Wojennej, Gdynia
17	Zbigniew Wojna			3	Stanisław Lipiński	XIV LO im. Stanisława Staszica, Warszawa
18	Karol Wołek			2	Leszek Szalast	I LO, Radzyń Podlaski

Wyniki tegorocznej krajowej olimpiady ogłosił członek Komitetu Głównego, Prezes Polskiego Towarzystwa Astronomicznego prof. dr hab. Edwin Wnuk.

Interesująca jest analiza ankiet wypełnianej przez finalistów zakończonej olimpiady. Tylko 5 uczestników startowało w Olimpiadzie Astronomicznej po raz pierwszy, natomiast dla 6 uczniów był to już 3 start w olimpiadzie. Regułą jest start w wielu olimpiadach. Przeważają tu olimpiady fizyczna, matematyczna i informatyczna. Tylko 2 uczniów nie startowało w innych olimpiadach.

Tylko, a może aż czterech uczniów planuje studia astronomiczne. Zwraca uwagę duża liczba deklarujących studia techniczne — planuje je co trzeci uczestnik finału. Zastanawia przy tym niewielki procent startujących w dodatkowych olimpiadach technicznych — tylko trzech, w tym jeden w Olimpiadzie Wiedzy Technicznej i dwóch w Olimpiadzie „O Diametrowy Indeks AGH”.

Organizację Olimpiady Astronomicznej umożliwia dotać Ministerstwa Edukacji Narodowej oraz znacząca pomoc

licznych sponsorów, którym należą się gorące podziękowania. Tradycyjnymi sponsorami byli Komitet Astronomii PAN i Fundacja Astronomii Polskiej. Szczególne podziękowania należą się najstarszym sponsorom, którzy od wielu, wielu lat wspierają olimpiadę: Polskiemu Towarzystwu Miłośników Astronomii i Zakładowi Optyki Instrumentalnej Uniwersał. Olimpiadę sponsorowało również Planetarium Śląskie.

Sponsarami LI Olimpiady Astronomicznej były nadto Żywieckie Koło Miłośników Astronomii ANTARES i Muzeum Chleba, które częściowo pokryły koszta związane ze zwiedzaniem muzeum. Dodatkowo olimpiadę wsparły wymienione w sprawozdaniu licea, udostępniając nieodpłatnie i przygotowując sale, w których odbyły się zawody II stopnia.

Po tegorocznych wakacjach rozpoczętymy LII Olimpiadę Astronomiczną. Mamy nadzieję, że w nowej edycji olimpiady wzrośnie liczba młodych ludzi, którzy swoje spontaniczne zainteresowanie astronomią przypieczętują startem w olimpiadzie.

Henryk Chrupala

LI Olimpiada Astronomiczna (2007/2008)

Pierwsza seria zadań zawodów I stopnia

1. W lutym 1987 roku w Wielkim Obłoku Magellana zaobserwowano wybuch supernowej SN 1987A, której jasność obserwowana w maksymum wynosiła $m_v = +3$ magnitudo.

Oblicz moc promieniowania tej supernowej w chwili, gdy osiągnęła największą jasność i porównaj z mocą promieniowania Słońca. Niezbędne dane potrzebne do rozwiązyania zadania wyszukaj samodzielnie.

2. Do szkolnej pracowni wyposażonej w kamerę CCD o wymiarach 9×13 mm i rozmiarach pojedynczego piksela $7,4 \times 7,4$ mm, potrzebny jest nowy teleskop. Zaproponuj wersję teleskopu, która w pełni wykorzystałaby zdolności rozdzielcze kamery. Teleskop powinien objąć taki obszar nieba, aby na obrazie uzyskanym z kamery zmieściła się cała galaktyka M101.

3. Po ustaniu obecnych procesów termojądrowych, Słońce zwiększy swój promień do $1,2 \times 10^8$ km, przechodząc w stadium czerwonego olbrzyma. Jego temperatura efektywna spadnie do około 3000 K. Która z planet naszego Układu znajdzie się wtedy najbliżej strefy odpowiadającej obecnym warunkom energetycznym w odległości Ziemia–Słońce? Jaka będzie średnica kątowa Słońca oglądanego z tej planety?

4. Jak w ostatnim dwudziestoleciu zmieniały się poglądy na wiek Wszechświata? Z jaką dokładnością go szacowano?

W opracowaniu podaj źródła swoich informacji. Rozwiązanie nie powinno być objętościowo większe niż dwie strony, po 1800 znaków na stronie.

ZADANIA OBSERWACYJNE

Rozwiązywanie zadania obserwacyjnego powinno zawierać: dane dotyczące przyrządów użytych do obserwacji i pomiarów, opis metody i programu obserwacji, standardowe dane dotyczące przeprowadzonej obserwacji (m.in. datę, czas, współrzędne geograficzne, warunki atmosferyczne), wyniki

obserwacji i ich opracowanie oraz ocenę dokładności uzyskanych rezultatów. W przypadku zastosowania metody fotograficznej należy dołączyć negatyw lub odpowiedni wydruk komputerowy.

1. Wykonaj fotografie sfery niebieskiej w sposób umożliwiający wyznaczenie z nich szerokości geograficznej miejsca obserwacji. Wyznacz tę szerokość i ocen dokładność uzyskanego wyniku.

2. Na podstawie wizualnych lub fotograficznych obserwacji roju Perseidów lub Orionidów oszacuj błąd wyznaczenia jego radiantu.

3. Jako rozwiązanie zadania obserwacyjnego można również nadesłać opracowane wyniki innych własnych obserwacji prowadzonych w ostatnim roku.

Druga seria zadań zawodów I stopnia

1. Na obrazie nieba uzyskanym techniką CCD w polu $5^\circ \times 5^\circ$ zliczono gwiazdy jaśniejsze kolejno od m , $m+1$, $m+2$ itd. magnitudo, uzyskując następujące wyniki:

jasność gwiazd [magnitudo]	zliczona liczba gwiazd
$m < 11$	270
$m < 12$	1040
$m < 13$	3960
$m < 14$	14800
$m < 15$	15300
$m < 16$	55800
$m < 17$	198000
$m < 18$	201000

Przyjmując, że liczba gwiazd jaśniejszych od 11 mag. wynosi 270 (w polu 5×5 stopni), oblicz spodziewane liczby gwiazd jaśniejszych od 12 mag., 13 mag. itd. Podaj możliwe przyczyny, dla których spodziewane liczby gwiazd różnią się od faktycznych zliczeń.

Przy obliczeniu spodziewanej liczby gwiazd przyjmij następujące założenia:

- 1) Gęstość przestrzenna gwiazd jest stała.
- 2) Wszystkie gwiazdy mają taką samą jasność absolutną.
- 3) Przestrzeń jest idealnie przeźroczysta.

2. Za odpowiednik „poziomu morza” często przyjmuje się na Marsie powierzchnię stałego ciśnienia o wartości 6,1 hPa. Wartość ta jest bardzo zbliżona do ciśnienia punktu potrójnego wody. Tym samym problem, czy na Marsie może pojawić się woda w stanie ciekłym, jest trudny do jednoznacznego rozstrzygnięcia, tym bardziej że zmiany ciśnienia na Marsie są znaczne i wynikają z sezonowej sublimacji dwutlenku węgla. Zakładając, że wzrost ciśnienia o 10 Pa spowoduje pojawienie się tam powierzchniowych zbiorników płynnej wody oblicz:

1. Jak wielka masa dwutlenku węgla musiała być sublimowana, by na wspomnianej powierzchni takie zbiorniki się pojawiły? W obliczeniach przyjmij, że Mars jest kulą o promieniu 3390 km i masie $6,419 \times 10^{23}$ kg.

2. Jak głęboko poniżej wspomnianej powierzchni, przy niezmiennej masie atmosfery, zostanie osiągnięte wystarczające ciśnienie, aby pojawiła się płynna woda? Ponieważ chodzi jedynie o zgrubne oszacowanie, zakładamy, że rozważany słup atmosfery jest izotermiczny, a dobrym przybliżeniem gazu tworzącego atmosferę Marsa jest gaz doskonały o masie molowej dwutlenku węgla. Do obliczeń przyjmij, że wszystko zachodzi w temperaturze punktu potrójnego wody.

3. Satelita równikowy obiega Ziemię po orbicie eliptycznej o mimośrodzie $e = 0,81$, z okresem równym okresowi obrotu Ziemi wokół osi.

Czy ze wszystkich punktów na równiku można go przy najmniej okresowo oglądać? Czy są takie punkty na równiku, z których jest on widoczny przez cały czas?

4. Australijski astronom amator Terry Lovejoy, poprzez systematyczne obserwacje fotograficzne nieba prostym sprzętem (aparat cyfrowy z obiektywem 1:2,8/200 mm), odkrył nocą 15/16 marca 2007 r. małą kometę. W tabeli zamieszczono skróconą efemerydę komety i wybrane elementy jej orbity, a także efemerydę Słońca w tym samym czasie.

Korzystając z odpowiednio dobranych informacji oraz niezbędnych danych tablicowych:

- a) przedyskutuj warunki widoczności komety z terenu Polski,
- b) oblicz okres orbitalny komety i odległość aphelium jej orbity,
- c) wyznacz datę peryhelium komety,
- d) oblicz prędkość komety podczas przejścia przez peryhelium.

Zadania zawodów II stopnia

1. Wskutek wiatru słonecznego Słońce traci w ciągu roku $\Delta m = 4 \times 10^{-14}$ swojej masy. Oblicz, jak ten ubytek masy wpływa na długość jednostki astronomicznej w ciągu $t = 1000$ lat. Przyjmij, że orbita Ziemi jest okręgiem, a wiatr słoneczny nie wpływa bezpośrednio na ruch Ziemi.

2. Planetoidę o promieniu $R = 100$ km obiega w odległości $d = 1000$ km księżyc o promieniu $r = 25$ km. Oblicz prawdopodobieństwo zakrycia gwiazdy przez księżyc planetoidy dla miejsca obserwacji, w którym zachodzi zakrycie gwiazdy przez tę planetoidę.

W tym celu przyjmij, że:

- zarówno planetoida, jak i jej księżyc są kulami;
- położenie księżyc względem planetoidy ma charakter losowy, oczywiście w granicach wynikających z powyższych danych.

3. Obserwator znajdujący się dokładnie na biegunie Ziemi zaobserwował, że wschód Słońca nastąpił w punkcie horyzontu wyznaczonym przez kierunek południka Greenwich. W jakim punkcie horyzontu nastąpi kolejny wschód Słońca obserwowany z tego bieguna?

W rozważaniach rozpatrz wschód środka tarczy słonecznej orazпомн efekt refrakcji atmosferycznej.

4. Opisz możliwie dokładnie obserwowane z Marsa przejście Ziemi przed tarczą Słońca. Podaj, jakie muszą zaistnieć warunki, aby doszło do takiego zjawiska.

Od redakcji: Zadania zawodów III stopnia z rozwiązaniami zamieścimy w następnym zeszytce „Uranii–PA”

kometa C/2007 E2 (Lovejoy)				Słońce			
data 2007, 0 ^h UT	rektascensja h m	deklinacja ° °'	odległość od Ziemi AU	odległość od Słońca AU	jasność widoma mag.	rektascensja h m	deklinacja ° °'
20 marca	20 39	-48 49	1,0698	1,1000	9,1	23 56	-0 24
30 marca	20 23	-41 15	0,8487	1,0938	8,5	0 33	+3 32
9 kwietnia	20 01	-28 24	0,6350	1,1121	8,0	1 09	+7 21
19 kwietnia	19 26	-4 41	0,4753	1,1534	7,5	1 46	+10 58
29 kwietnia	18 32	+29 18	0,4565	1,2145	7,6	2 24	+14 17
9 maja	17 12	+53 22	0,5969	1,2917	8,5	3 02	+17 12
19 maja	15 42	+62 39	0,8145	1,3813	9,5	3 42	+19 38
29 maja	14 31	+64 36	1,0562	1,4799	10,8	4 22	+21 31
mimośród orbity: $e = 0,999709$							
odległość peryhelium: $q = 1,093001$ AU							

Łańcuch Markariana

W roku 1961 Benik Markarian, armeński astronom pracujący w Obserwatorium Astronomicznym Byurakan koło Erewania, opublikował pracę, w której zauważał, że grupa ośmiu jasnych galaktyk leżących w kierunku centrum Gromady Galaktyk w Pannie tworzy nieco zakrzywiony łańcuch rozciągający się na 1.5° . Obserwowane parametry tych galaktyk są przedstawione w tabeli poniżej. Do łańcucha należą dwie wielkie galaktyki eliptyczne: M84 i M86 („Urania-PA” 4/2001) leżące na jego zachodnim skraju. Kierując się od tych galaktyk na wschód, łańcuch jest początkowo zorientowany w kierunku wschodnio-zachodnim, a następnie stopniowo skręca na północ, kończąc się na galaktyce NGC 4477 leżącej już w gwiazdozbiorze Warkocz Bereniki. Wszystkie galaktyki z tab. 1 mogą być dostrzeżone przez teleskop o średnicy 20 cm, jednak dostrzeżenie NGC 4458 ze względu na jej małą jasność całkowitą jest wyzwaniem. Zwraca uwagę, że prawie wszystkie galaktyki wchodzące w skład łańcucha Markariana są galaktykami wczesnych typów morfologicznych: eliptycznymi lub soczewkowatymi (poza jedną — NGC 4438).

Na podstawie statystycznej analizy prawdopodobieństwa wystąpienia takiego układu w wyniku przypadkowego ułożenia galaktyk w rzucie na sferę niebieską Markarian doszedł do wniosku, że muszą one być ze sobą powiązane i tworzyć realnie istniejącą strukturę — w tym przypadku długi na około 450 kps łańcuszek „nanizanych” kolejno galaktyk. Od tej pory trwa dyskusja na temat, czy układ jest ze sobą powiązany (wspólnym pochodzeniem lub wzajemnymi oddziaływaniami grawitacyjnymi), czy też jest to czysty przypadek, że galaktyki te widzimy ułożone w ten sposób. Sytuacja przypomina trochę tę z parą galaktyk NGC 4319 i Mrk 205 („Urania-PA” 5/2007) le-

żących bardzo blisko siebie, gdzie obecnie nie można jednoznacznie rozstrzygnąć, czy ich sąsiedztwo na sferze niebieskiej jest przypadkowe, czy też istnieje między nimi jakieś fizyczne powiązanie. Co prawda w przypadku łańcucha Markariana dyskusja nie wywołała aż tak wielkich emocji.

Analiza kinematyczna wraz z analizą rozkładu przestrzennego, którą wykonano na początku lat 80. ubiegłego wieku potwierdzała przypuszczenie Markariana, że ten łańcuch galaktyk to rzeczywisty obiekt, przy czym jedna z galaktyk nie pasowała do schematu — NGC 4473. Tą jedną uznano za przypadkowo leżącą w tym kierunku. Aby jednak naprawdę rozstrzygnąć naturę łańcucha powinniśmy mieć dokładne informacje o odległościach do wszystkich galaktyk z grupy. Niestety, mimo że galaktyki te należą do jednej z najbliższych i najlepiej poznanych gromad galaktyk, to precyzyjne określenie odległości do nich przysparza wiele problemów. Dwie najbardziej dokładne metody wyznaczania odległości do bliskich galaktyk polegają na użyciu gwiazd zmiennych: cefeid oraz gwiazd zaćmieniowych. Obecnie tylko cefeidy mogą być użyte, aby wyznaczać odległości do galaktyk leżących dalej niż 1 Mps. Jednak w galaktykach wczesnych typów (eliptycznych i soczewkowych) nie ma cefeid albo jest ich zbyt mało, aby można było dzięki nim wyznaczyć odległość. Aby wyznaczyć precyzyjnie odległość tego typu galaktyk, astronomowie posługują się inną metodą: metodą fluktuacji jasności powierzchniowych. Metoda wymaga *a priori* znajomości względnej liczby gwiazd różnych typów widmowych, jak i ich rozkładu przestrzennego w galaktyce. Mimo że opiera się na wielu założeniach, daje wyniki obarczone stosunkowo niewielkimi błędami. Odległości do galaktyk podane w tab. 1

zostały wyznaczone, wykorzystując tę metodę.

Niestety, dla trzech galaktyk nie znamy precyzyjnie odległości. Odległości do NGC 4461 i 4477 są nieznane, a jeśli chodzi o NGC 4438, to jest ona galaktyką spiralną (a raczej kiedyś była) i, jak do tej pory, nie obserwowano w niej cefeid, które by pozwoliły wyznaczyć odległość. Ze względu na bliskość i wzajemne oddziaływanie z sąsiadką — NGC 4435 — odległość powinna być podobna, czyli 16,7 Mps. Warto tu wspomnieć, że obecnie przyjmowana odległość do centrum Gromady Galaktyk w Pannie wynosi 16,5 Mps. Nie możemy więc jednoznacznie określić, czym jest obserwowany łańcuch. Jeżeli istnieje on fizycznie i galaktyki są ze sobą powiązane, to natura owego związku jest dość tajemnicza, gdyż galaktyki wchodzące w skład łańcucha mają względem siebie bardzo duże prędkości (rzędu 2000 km/s!) i nie mogą być powiązane siłami grawitacji. Jeżeli byśmy wykluczyli z przynależności do łańcucha galaktyki o skrajnych prędkościach radialnych (NGC 4473 i M 86), pozostałe nam sześć galaktyk, które w tym momencie nie tworzą już tak unikalnego układu. Być może więc galaktyki te zgromadziły się na niebie przez przypadek.



Łańcuch Markariana sfotografowany przez 30-cm teleskop. Pole widzenia wynosi $75' \times 55'$, północ jest u góry zdjęcia. Idąc od prawej strony, mamy dwie wielkie i jasne galaktyki: M84, M86 a następnie parę NGC 4435/38 (środek zdjęcia). Dalej w kierunku lewego, górnego rogu znajdują się mniejsze, blisko siebie leżące galaktyki NGC 4458 i NGC 4461 oraz NGC 4473 i NGC 4477 — ta ostatnia w samym górnym, lewym rogu zdjęcia. Na zdjęciu widocznych jest też kilka innych galaktyk leżących bardzo blisko łańcucha Markariana i czasem do niego zaliczanych. Są to: NGC 4402 (na zdjęciu nad M86), NGC 4387 (w środku trójkąta równobocznego utworzonego przez M84, M86 oraz NGC 4388) oraz NGC 4479 — prawdopodobnie towarzysz NGC 4477.

Tabela 1. Galaktyki należące do Łącucha Markariana. Kolumny: V oznacza jasność wizualną, B jasność fotograficzną, V_r to prędkość radialna, a D jest odległością do galaktyki

Numer NGC	Rekt. (2000.0)	Dekl. (2000.0)	Rozmiar	Typ	V (mag)	B (mag)	V_r	D (Mps)
NGC4374(M84)	12 ^h 25 ^m 03,7 ^s	+12° 53' 15"	6,4' × 5,6'	S0/E1	9,4	10,1	+1060	18,5
NGC4406(M86)	12 ^h 26 ^m 11,7 ^s	+12° 56' 49"	9,0' × 5,8'	E3	9,0	9,8	-244	16,8
NGC4435	12 ^h 27 ^m 40,5 ^s	+13° 04' 48"	2,8' × 2,0'	SB0	10,8	11,7	+801	16,7
NGC4438	12 ^h 27 ^m 45,5 ^s	+13° 00' 36"	8,6' × 3,2'	SAp	10,0	10,8	+71	—
NGC4458	12 ^h 28 ^m 57,6 ^s	+13° 14' 30"	1,7' × 1,6'	E1	12,1	12,9	+635	16,4
NGC4461	12 ^h 29 ^m 03,0 ^s	+13° 11' 08"	3,5' × 1,4'	SB0	11,1	12,1	+1931	—
NGC4473	12 ^h 29 ^m 48,8 ^s	+13° 25' 49"	4,4' × 2,5'	E5	10,1	11,0	+2243	15,3
NGC4477	12 ^h 30 ^m 02,4 ^s	+13° 38' 11"	3,8' × 3,4'	SB0	10,4	11,4	+1355	—

Oczy: NGC 4435 + NGC 4438

Ta piękna para galaktyk leżąca w Łącuchu Markariana zwana jest „oczami” i została odkryta przez Williama Herschela 8 kwietnia 1784 r. Galaktykom nadał numery w swoim katalogu odpowiednio: H 1. 28.1 i H 1. 28.2. Jako przykład pary galaktyk oddziałyujących ze sobą jest znana też dzisiaj jako Arp 120 w katalogu galaktyk osobliwych. W 10–12 cm teleskopie obie galaktyki można zobaczyć przy powiększeniu około 100 razy jako dwie małe, blisko siebie leżące plamki światła, przy czym NGC 4435 wydaje się bardziej wydłużona i jednorodna, a NGC 4438 nieco jaśniejsza i mniejsza od sąsiadki. Teleskop o średnicy 20 cm pozwala dostrzec wyraźnie jasne jądro NGC 4438 i znaczące wydłużenie sąsiadki. Większe teleskopy pozwalają zobaczyć bardzo słabą zewnętrzną poświatę wokół NGC 4438, która jest układ silnie zdeformowanych ramion spiralnych oraz coś na kształt pasa pyłu w poprzek galaktyki. Obie galaktyki leżą bardzo blisko środka masy Gromady Galaktyk w Pannie.

Powodem zniekształcenia początkowo symetrycznej spiralnej struktury, jakie obserwujemy w NGC 4438, jest prawdopodobnie oddziaływanie z towarzyszką: NGC 4435. Jest ona galaktyką soczewkową zdominowaną przez zgrubienie centralne. Dysk jest widoczny, lecz niemal całkowicie zanurzony w zgrubieniu. W obrębie dysku znajdują się regularne, współśrodkowe pasma pyłu. W centralnej części galaktyki stwierdzono istnienie wokół jądra dysku złożonego z pyłu i zjonizowanej materii o promieniu 4" (około 1000 lat świetlnych). Jego prędkość rotacji, rozmiary i jasność powierzchniowa pozwoliły oszacować górny limit masy jądra na około 8 mln mas Słońca. Wynik ten jest interpretowany jako masa czarnej dziury w centrum galaktyki. Porównano ją z przewidywaniami dwóch empirycznych relacji łączących masę centralnej czarnej dziury z innymi wielkościami fizycznymi charakteryzującymi daną galaktykę. Pierwsza to relacja pomiędzy masą czarnej dziury a jasnością zgrubienia centralnego w podczerwieni: $M_c - L_B$, a druga łącząca masę z dyspersją (rozrzutem) prędkości radialnych obserwowanych w centralnej części zgrubienia: $M_c - \sigma_c$. Jasność zgrubienia centralnego w NGC 4435 określono, korzystając z podczerwonego przeglądu nieba *The 2 Micron All Sky Survey (2MASS)* na około 30 mld jasności Słońca, natomiast dyspersję prędkości na około 100 km/s. W obu przypadkach stwierdzono, że spodziewana masa czarnej dziury powinna wynosić około 50 mln mas Słońca, czyli znacznie

więcej niż to, co wynika z analizy obserwacji. Astronomowie sugerują, nie mogąc podważyć obserwacji, że musi istnieć jakiś mechanizm, który powoduje, że w niektórych galaktykach czarne dziury „nie urosły” do rozmiarów, jakie obserwujemy w innych podobnych galaktykach. Wysnuło więc przypuszczenie, że NGC 4435 większość czasu swego istnienia spędziła w samotności (tzn. w dużym oddaleniu od innych galaktyk) i dopiero stosunkowo niedawno znalazła się w obrębie Gromady Galaktyk w Pannie. Brak oddziaływań z innymi galaktykami powodował, że nie było sił zaburzających, które kierowałyby materię międzygwiazdową w kierunku centrum galaktyki i tym samym nie było czym „karmić” czarnej dziury. Niemniej jednak położenie galaktyki w samym centrum gromady wydaje się przeczytać tej teorii.

Centralną część NGC 4435 zanalizowano pod kątem rozkładu promieniowania w zależności od długości fali światła. Wygląda na to, że poza przeważającymi w ilości starymi gwiazdami w obrębie tej galaktyki znajduje się też pokaźna ilość stosunkowo młodych gwiazd, które narodziły się w jednym potężnym epizodzie aktywności gwiazdotwórczej jakieś



Zbliżenie na parę galaktyk NGC 4435 i NGC 4438 (po lewej stronie). Pole widzenia około 10'×8'. Zdjęcie wykonane 40-cm teleskopem systemu Ritchey-Cretien

100 mln lat temu. Pozostaje to w zgodzie z panującym obecnie przekonaniem, że galaktyka ta przeszła bardzo blisko NGC 4438 właśnie około 100 mln. Uważamy obecnie, że tego typu bliskie przejścia powodują powstanie dużych sił pływowych w obrębie obu galaktyk i wyzwalają gwałtowne powstawanie nowych gwiazd. Jakie mamy dowody, że takie



Centralna część galaktyki NGC 4438 widziana przez teleskop kosmiczny Hubble'a



Powiększenie zdjęcia NGC 4438 wykonanego przez teleskop kosmiczny obejmujące centralne obszary galaktyki. Bok zdjęcia ma 32" łuku, a łączna ekspozycja w trzech filtrach szerokopasmowych i dwóch wąskopasmowych trwała 4 godz. Wyraźnie widoczny jest wypływ materii z jądra w postaci wielkiego bąbla zjonizowanej materii



Zdjęcie galaktyki eliptycznej NGC 4473 wykonane przez Sloan Digital Sky Survey. Jedna z galaktyk leżących w Łącuchu Markariana

przejście w ogóle nastąpiło? Jeden pośredni został właśnie wymieniony. Następne to:

1. mocne zniekształcenie wyglądu ramion spiralnych NGC 4438, spotykane w układach silnie oddziałujących ze sobą galaktyk;

2. ogon pływowy materii rozciągający się na ponad 30 kps od NGC 4438;

3. charakterystyczne zaburzenia struktury rozkładu materii w ośrodku międzygwiazdowym obu galaktyk;

4. włókna zjonizowanej materii ciągnące się na ponad 10 kps ponad dysk NGC 4438;

5. środek NGC 4438 leży w odległości zaledwie 21 kps od środka NGC 4435 w rzucie na sferę niebieską, jeżeli założymy, że obie galaktyki są w odległości 16,7 Mps od nas.

Jak wyglądało to przejście? Symulacje numeryczne sugerują następujący scenariusz. Około 100 mln lat temu obie galaktyki przeszły blisko siebie tak, że ich środki znalazły się w odległości 5 kps. Względna prędkość obu galaktyk w czasie spotkania była bardzo duża — około 1000 km/s. Okazuje się jednak, że istnieje dodatkowy czynnik, który wpływał w porównywalnym stopniu na ewolucję NGC 4438 po bliskim spotkaniu. Jest nim efekt opisany w poprzednim odcinku „Uranii – PA” (1/2008) polegający na wypychaniu materii międzygwiazdowej z galaktyki przez ciśnienie gorącego ośrodka międzygalaktycznego, wtedy gdy galaktyka ta przechodzi z dużą prędkością przez centralną część gromady, do której należy. Otóż NGC 4438 porusza się z prędkością około 2000 km/s względem środka masy Gromady Galaktyk w Pannie! Trudno uwierzyć, że po miliardach lat ewolucji dynamicznej gromady galaktyk obiekt o takiej prędkości znajduje się w samym centrum wielkiej gromady, lecz jednoznacznie wskazuje na to prędkość radialna tej galaktyki. Orbita NGC 4438 wokół środka masy gromady (pokrywającego się mniej więcej z M 87) ma prawdopodobnie duży mimośród — stąd tak duża obserwowana prędkość galaktyki, gdyż znajduje się blisko punktu będącego odpowiednikiem perihelium dla ciał krążących po eliptycznych orbitach wokół Słońca. Przy tak wielkiej prędkości względem ośrodka galaktyka utraciła ogromne ilości materii międzygwiazdowej, która była potem, w czasie bliskiego spotkania z innymi galaktykami, poddawana silom pływowym. Kombinacji tych dwóch czynników NGC 4438 zawdzięcza swój unikalny kształt.

Po obu stronach jądra NGC 4438 znajdują się dwa duże bąble zjonizowanej materii zorientowane prostopadle do płaszczyzny dysku galaktyki. Średnice tych bąbeli wynoszą odpowiednio 360 ps i 730 ps. Były one obserwowane radiowo przez VLA, w zakresie optycznym w linii H_{α} przez teleskop Hubble'a oraz w zakresie rentgenowskim przez Obserwatorium Kosmiczne Chandra. Są one prawdopodobnie efektem aktywności samego jądra galaktyki: jakieś 2 mln lat temu nastąpił wybuch, który nadal materii sąsiadującej bezpośrednio z jądrem prędkość około 600 km/s względem ośrodka międzygwiazdowego. Fala uderzeniowa związana z tym wyrzutem materii jest właśnie odpowiedzialna za świecenie obu bąbeli materii w wyżej opisanych zakresach promieniowania elektromagnetycznego. Trwają dyskusje, czy zaliczyć jądro NGC 4388 do AGN-ów (czyli aktywnych jader galaktyk, takich jak kwazary czy galaktyki Seyferta). Jeżeli tak, byłby to AGN o bardzo małej jasności. Na ogólną galaktykę klasyfikowana jest jako LINEAR. Jednak istnieją pewne dodatkowe (poza wymienionymi wcześniej bąblami) dowody wskazujące na dużą aktywność centralnej części galaktyki, co powoduje, że niektórzy astronomowie nazywają NGC 4438 „kartowatym Seyfertem”.

Dariusz Graczyk

**BRESSER****SERIA MESSIER - nowe ceny!!!**

(Teleskopy na montażu paralaktycznym z najbogatszym wyposażeniem dodatkowym)

Refraktor R-90.....	999.00
Refraktor R-102.....	1899.00
Refraktor R-127L.....	2699.00
Refraktor R-127S.....	2899.00
Refraktor R-152.....	3499.00
Newton N-130.....	1099.00
Newton N-150.....	1699.00

ORION**SERIA SKYVIEW PRO**

(Teleskopy na montażu paralaktycznym SkyView Pro z opcjonalnym napędem, GO-TO lub IntelliScope)

Refraktor 80mm ED APO.....	od 3350.00
Refraktor 100mm ED APO.....	od 5500.00
Refraktor 120mm ED APO.....	od 9250.00
Refraktor 120mm.....	od 3350.00
Maksutow 127mm.....	od 3350.00
Maksutow 150mm.....	od 4450.00
Maksutow 180mm.....	od 5999.00
Newton 203mm.....	od 3350.00

**SOLIGOR**

Digital • Photo • Optic • Video

LORNETKI**ASFERYCZNE****NIGHT VISION**

7x50.....	485.00
10x50.....	495.00

**OKULARY I SOCZEWKI BARLOWA**

Plössl (4-40mm/1,25").....	od 95.00
RKE (26-40mm/2").....	od 195.00
Barlow 2x/1,25".....	95.00
Barlow 2x/2".....	299.00

Sky-Watcher**TELESKOPI - najniższe ceny!!!**

Newton 114mm EQ2.....	595.00
Newton 130mm EQ2.....	695.00
Newton 150mm EQ3-2.....	1235.00
Dobson 8" Classic.....	1075.00
Dobson 8" Pyrex.....	1275.00

SERIA MT - nowe ceny!!!

(Teleskopy Newtona na montażu paralaktycznym)

MT-910 114mm.....	999.00
MT-750 152mm.....	1450.00
MT-800 200mm.....	1999.00

**ANCA RES****OKULARY I SOCZEWKI BARLOWA**

Plössl (6-40mm/1,25").....	od 105.00
Ortoskop. (6-12,5mm/1,25").....	od 250.00
Erla (30-52mm/2").....	od 315.00
Szerokątne (67°/5,7-25mm).....	od 299.00
Szerokątne (82°/7,5-18mm).....	od 499.00
Barlow 2x/1,25".....	105.00
Barlow 1,6x/2".....	350.00
Plössl podświetlany (10mm/1,25").....	525.00

**FILTRY**

ALP 1,25".....	199.00
ALP 2".....	350.00
ND 13 1,25" (szary).....	45.00
ND 13 2" (szary).....	105.00
Kolorowe 7 szt. 1,25".....	285.00
Kolorowe 7 szt. 2".....	475.00

**NASADKI KĄTOWE**

45° 1,25"/1,25".....	105.00
90° 1,25"/1,25".....	125.00
45° M42x1/1,25".....	125.00
90° M42x1/1,25".....	145.00
90° 2" 2" 98%.....	395.00
Prowadząca 90° 2" T2 z podgl.....	625.00

ASTROKRAK**TELESKOPI I AKCESORIA**

Jesteśmy producentem wysokiej klasy teleskopów i akcesoriów astronomicznych. Wykonujemy teleskopy o aperturze do 250 do 600mm. Zbudowaliśmy największy amatorski teleskop w Polsce! Ponadto oferujemy usługi projektowe, naprawcze i regulacyjne w zakresie optyki i mechaniki a także wykonujemy sprzęt na indywidualne zamówienie klienta.

**WYCIAŁKI OKULAROWE**

(Do refraktora, Newtona lub Cassegraina)

Obrotowy 1,25".....	115.00
Przesuwny 1,25".....	195.00
Przesuwny 2".....	275.00

ZŁĄCZKI I REDUKCJE

M42/Canon EOS.....	49.00
M42/Nikon.....	49.00
M42/T2.....	45.00
1,25"/M42.....	35.00
2"/M42.....	45.00
M42/web kamera.....	45.00
L-adapter mały.....	20.00
L-adapter duży.....	25.00

SKY PUBLISHING**OPROGRAMOWANIE**

Obrotowa mapa nieba.....8.00 Starry Night Pro+.....1050.00

Karta Messiera.....13.00 Starry Night Pro.....650.00

Karta Caldwell'a.....13.00 Starry Night Enh.335.00

Mapa Księżyca.....13.00 CoolSky 2.0.....39.00

Globus Księżyca.....225.00 Maxim DL.....1250.00

SkyMap Pro.....375.00

SkyChart III.....169.00

Desktop Universe.....825.00

SkyTools 2 CD.....425.00

MAPY I GLOBUSY

Deep Sky 1,25".....375.00 Enhanced 1,25".....365.00

Deep Sky 2".....730.00 Enhanced 2".....695.00

UHC 1,25".....375.00 LumiBrite 1,25" 98%.....550.00

UHC 2".....730.00 LumiBrite 2" 98%.....875.00

OIII 1,25".....375.00

OIII 2".....730.00

H-Beta 1,25".....375.00

H-Beta 2".....730.00

Comet 1,25".....375.00

Comet 2".....730.00

ATLAS I MOON

URANO METRIA 2000 DEEP SKY ATLAS

SKY ATLAS 2000

SKY ATLAS 2000 FIELD

ATLAS OF THE MOON

Niniejszy cennik jest jedynie niewielkim fragmentem oferty. Sprawdź wszystkie nasze produkty na www.astrokрак.pl

Lipiec

Słońce

W lipcu deklinacja Słońca z dnia na dzień maleje, w związku z czym dni są coraz krótsze. Dnia 4 lipca Ziemia znajdzie się w najdalszym od Słońca punkcie swojej orbity — w aphelium.

W Warszawie 1 lipca Słońce wschodzi o $2^{\text{h}}19^{\text{m}}$, zachodzi o $19^{\text{h}}00^{\text{m}}$, a 31 lipca wschodzi o $2^{\text{h}}56^{\text{m}}$, zachodzi o $18^{\text{h}}28^{\text{m}}$. W lipcu Słońce wstępuje w znak Lwa.

Dane dla obserwatorów Słońca (na 0^h czasu UT)

Data	2008	P [°]	B ₀ [°]	L ₀ [°]
VII	1	-2,54	2,90	79,22
	3	-1,63	3,12	52,75
	5	-0,72	3,34	26,28
	7	0,18	3,55	359,81
	9	1,09	3,76	333,34
	11	1,99	3,96	306,87
	13	2,88	4,16	280,40
	15	3,77	4,36	253,94
	17	4,65	4,55	227,47
	19	5,53	4,73	201,01
	21	6,39	4,91	174,55
	23	7,25	5,09	148,08
	25	8,09	5,26	121,63
	27	8,92	5,42	95,17
	29	9,74	5,58	68,71
VII	31	10,55	5,73	42,26

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;

B_0 , L_0 — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy:

$6^{\text{d}}23^{\text{h}}39^{\text{m}}$ — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0° .

Księżyc

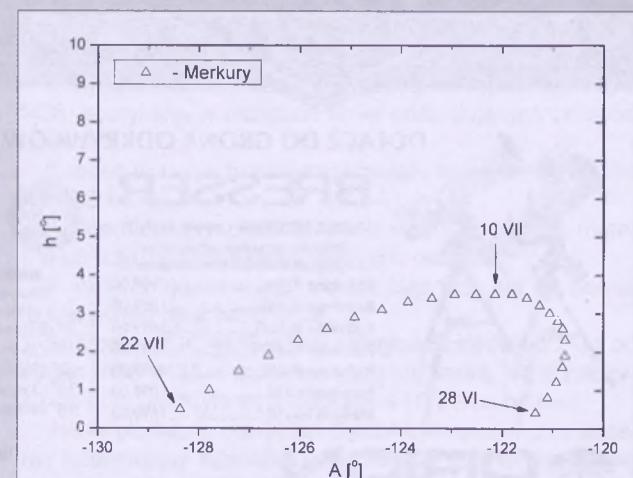
Bezksiężycowe noce będącymi mieli na początku i pod koniec miesiąca, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: nów $3^{\text{d}}02^{\text{h}}19^{\text{m}}$, pierwsza kwadra $10^{\text{d}}04^{\text{h}}35^{\text{m}}$, pełnia $18^{\text{d}}07^{\text{h}}59^{\text{m}}$ i ostatnia kwadra $25^{\text{d}}18^{\text{h}}42^{\text{m}}$. W perygeum Księżyca znajdzie się 1 lipca o $21^{\text{h}}26^{\text{m}}$, w apogeum 14 lipca o $4^{\text{h}}12^{\text{m}}$ i ponownie w perygeum 29 lipca o $23^{\text{h}}23^{\text{m}}$.

Planety, planety karłowe i planetoidy

W pierwszych dniach lipca, nad ranem, nisko nad wschodnim horyzontem, teoretycznie będzie można próbować dostrzec **Merkurego**, jednak nawet w dniu maksymalnej kulminacji, 10 lipca, wznieś się on na maksymalną wysokość jedynie $3,5^{\circ}$, świecąc z jasnością $-0,5^m$ (na początku świtu cywilnego, tj. ok. godzinę przed wschodem Słońca), co czyni jego obserwacje praktycznie niemożliwymi.

Wenus znajduje się na niebie w pobliżu Słońca i jest niewidoczna.

Wieczorem, coraz niżej nad zachodnim horyzontem, można odnaleźć **Marsa**, świecącego z jasnością zaledwie +1,6^m w gwiazdozbiorze Lwa. Warunki obserwacji planety z dnia na dzień się pogarszają. O ile na początku lipca, w go-



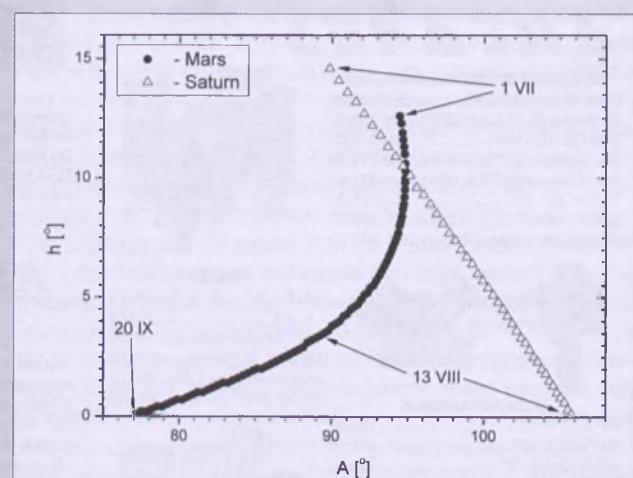
Rys. 1. Merkury nad wschodnim horyzontem (w Warszawie) w lipcu 2008 r. na początku świdu cywilnego (około godziny przed wschodem Słońca)

dzinę po zachodzie Słońca, można go dostrzec na wysokości prawie 13° nad horyzontem, o tyle 31 lipca wysokość ta zmalaje do zaledwie 5° , co praktycznie uniemożliwi obserwacje planety. Warto próbować dostrzec Marsa wieczorem 10 lipca, gdy zbliży się on do Saturna na odległość równą zaledwie średnicy tarczy Księżyca.

Przez całą noc możemy obserwować Jowisza, świecącego w gwiazdozbiorze Strzelca z jasnością $-2,7^m$. Planeta przebywa obecnie w części ekliptyki o najmniejszej deklinacji, w związku z czym nawet w momencie górowania znajdziemy ją na wysokości jedynie 15° nad południowym horyzontem. W związku z opozycją średnica tarczy Jowisza osiąga największą w 2008 r. wartość, równą $47''$, co ułatwi teleskopowe obserwacje szczegółów w atmosferze planety oraz zjawisk w układzie jej największych księżyców.

Wieczorem, w pobliżu Marsa, można próbować odnaleźć **Saturna**, świecącego z jasnością +0,6^m. Warunki widzialności planety szybko się jednak pogarszają i pod koniec miesiąca jej obserwacja staje się praktycznie niemożliwa.

Uran i Neptun widoczne są w drugiej połowie nocy w odległości 29° od siebie, w gwiazdozbiorach odpowiednio Wodnika i Koziorożca.



Rys. 2. Mars i Saturn nad zachodnim horyzontem (w Warszawie) w lipcu i sierpniu 2008 r. pod koniec zmierzchu cywilnego (około godzinę po zachodzie Słońca)

Planeta karłowata (134340) **Pluton** jest widoczna w pierwszej połowie nocy w gwiazdozbiorze Strzelca, jednakże jej jasność wynosi jedynie 13,9^m i do jej zaobserwowania niezbędny jest teleskop o średnicy zwierciadła przynajmniej 20 cm.

W lipcu możemy obserwować w pobliżu opozycji jasną planetoidę:

(4) **Vesta**, (jasność 7,9^m). 19 VII: 2^h24,2^m, +6°37'; 29 VII: 2^h35,1^m, +7°07'.

Meteory

W drugiej połowie lipca można obserwować meteory z kompleksu Akwarydów/Kaprikornidów: **Piscis Austrinidy (PAU)** (22^h44^m, -30°), **południowe delta Akwarydy (SDA)** (22^h36^m, -16°) i **alfa Kaprikornidów (CAP)** (20^h28^m, -10°). Roje te składają się ze słabych, stosunkowo wolnych meteorów, chociaż w skład CAP wchodzą też niekiedy bardzo jasne i powolne (a więc efektowne) bolidy. Piscis Austrinidy są rojem bardzo słabo zbadanym o niskiej aktywności i wymagają obserwacji, z kolei południowe delta Akwarydy są jednym z najaktywniejszych rojów nieba południowego, natomiast aktywność alfa Kaprikornidów jest niska. Maksimum aktywności rojów przypada 27 lipca (PAU i SDA) oraz 29 lipca (CAP), toteż w ich obserwacjach nie będzie przeszka dał Księżyca zbliżający się do nowa.

* * *

1^d15^h Złączenie Merkurego z Księżykiem w odł. 8°.

1^d18^h Merkury w maksymalnej elongacji zachodniej od Słońca w odległości 22°.

3^d08^h Minimalna libracja Księżyca (4,9°) w kierunku *Mare Australie* (oświetlone).

3^d14^h Złączenie Wenus z Księżykiem w odł. 2°.

4^d08^h W swoim ruchu po orbicie wokółsonecznej Ziemia znajduje się najdalej od Słońca, w aphelium, w odł. 1,016738 j.a.

5^d Gwiazda zmienna długookresowa T Hya (miryda) (8^h55,6^m, -9°08') osiąga maksimum jasności (7,8^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 6/2005].

6^d Gwiazda zmienna długookresowa T Aqr (miryda) (20^h49,9^m, -5°09') osiąga maksimum jasności (7,7^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 3/2003].

6^d18^h Złączenie Marsa z Księżykiem w odł. 3°.

6^d22^h Złączenie Saturna z Księżykiem w odł. 4°.

9^d Gwiazda zmienna długookresowa V Cas (miryda) (23^h11,6^m, +59°42') osiąga maksimum jasności (7,9^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 4/2004].

9^d09^h Jowisz w opozycji do Słońca.

9^d21^h Maksymalna libracja Księżyca (8,3°) w kierunku *Mare Humboldtianum* (oświetlone).

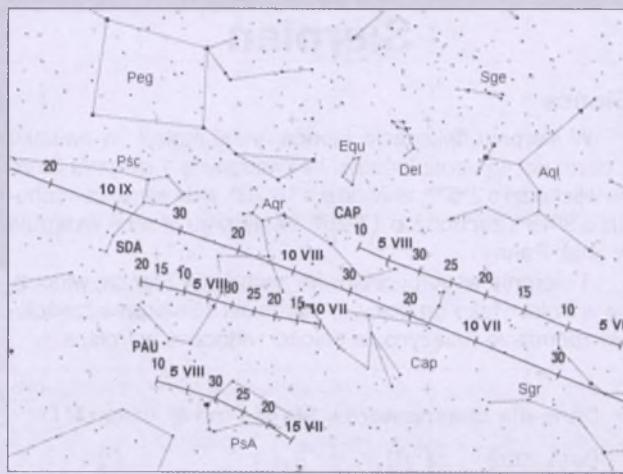
10^d18^h Złączenie Marsa z Saturnem w odł. 0,6°.

11^d Gwiazda zmienna długookresowa R And (miryda) (00^h24,0^m, +38°35') osiąga maksimum jasności (6,9^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 6/2004].

16^d Gwiazda zmienna długookresowa RT Cyg (miryda) (19^h43,6^m, +48°47') osiąga maksimum jasności (7,3^m).

16^d Gwiazda zmienna długookresowa SS Vir (miryda) (12^h25,3^m, +0°46') osiąga maksimum jasności (6,8^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 3/2007].

16^d Gwiazda zmienna długookresowa W Cet (miryda) (00^h02,1^m, -14°41') osiąga maksimum jasności (7,6^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 4/2002].



Rys. 3. Położenie i ruch własny radiantów meteorowych: południowe delta Akwarydów (SDA), alfa Kaprikornidów (CAP) i Piscis Austrinidy (PAU) w okresie od 5 lipca do 20 września

16^d21^h30^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2007].

17^d12^h Złączenie Jowisza z Księżycem w odł. 3°.

18^d12^h Minimalna libracja Księżyca (4,4°) w kierunku *Sinus Iridium* (oświetlona).

20^d13^h Złączenie Neptuna z Księżycem w odł. 1°.

22^d10^h57^m Słońce wstępuje w znak Lwa, jego długość ekleptyczna wynosi wtedy 120°.

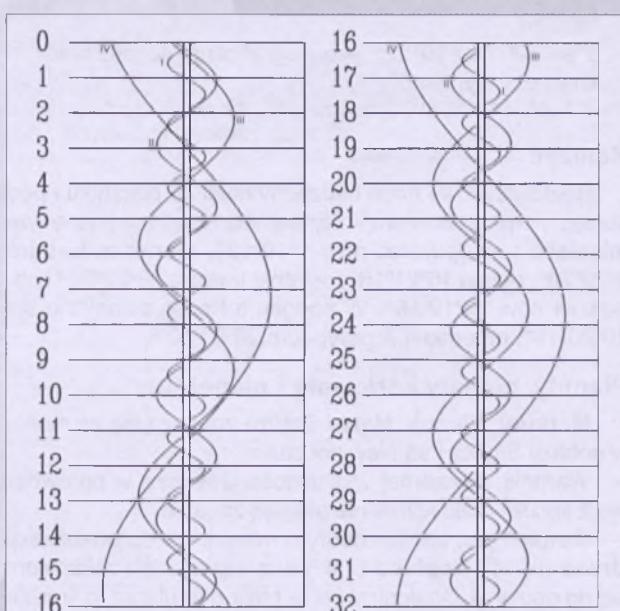
22^d22^h Złączenie Urana z Księżycem w odł. 4°.

25^d10^h Maksymalna libracja Księżyca (8,0°) w kierunku krateru Schickard (oświetlony).

29^d20^h Merkury w koniunkcji górnej ze Słońcem.

29^d20^h13^m Gwiazda zmienna ζ Gem (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,6^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 6/2007].

31^d12^h Minimalna libracja Księżyca (4,0°) w kierunku *Mare Australie* (zaciemnione).



Rys. 4. Konfiguracja galileuszowych księżyców Jowisza w lipcu 2008 r. (I – Io, II – Europa, III – Ganimedes, IV – Callisto). Przerwa w trasie księżyca oznacza przebywanie satelity w cieniu planety. Zachód na prawo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na lewo

Sierpień

Słońce

W sierpniu deklinacja Słońca nadal maleje, w związku z czym dni są coraz krótsze. W Warszawie 1 sierpnia Słońce wschodzi o $2^{\text{h}}57^{\text{m}}$, zachodzi o $18^{\text{h}}26^{\text{m}}$, a 31 sierpnia wschodzi o $3^{\text{h}}46^{\text{m}}$, zachodzi o $17^{\text{h}}25^{\text{m}}$. W sierpniu Słońce wstępnie w znak Panny.

1 sierpnia wystąpi całkowite zaćmienie Słońca, widoczne w Polsce jako częściowe, natomiast 16 sierpnia częściowe zaćmienie Księżyca, w całości widoczne w Polsce.

Dane dla obserwatorów Słońca (na 0^{h} czasu UT)

Data 2008	P [$^{\circ}$]	B ₀ [$^{\circ}$]	L ₀ [$^{\circ}$]
VIII 1	10,95	5,80	29,04
3	11,73	5,94	2,59
5	12,50	6,08	336,14
7	13,26	6,21	309,69
9	14,00	6,33	283,25
11	14,72	6,45	256,81
13	15,42	6,55	230,37
15	16,11	6,65	203,93
17	16,77	6,75	177,49
19	17,42	6,83	151,06
21	18,05	6,91	124,63
23	18,66	6,98	98,20
25	19,25	7,04	71,77
27	19,82	7,10	45,34
29	20,37	7,14	18,92
VIII 31	20,89	7,18	352,50

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;

B₀, L₀ — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;

$3^{\text{d}}04^{\text{h}}42^{\text{m}}$ i $30^{\text{d}}10^{\text{h}}22^{\text{m}}$ — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0° .

Książyc

Bezksiążycowe noce będziemy mieli na początku i pod koniec sierpnia, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: nów $1^{\text{d}}10^{\text{h}}13^{\text{m}}$, pierwsza kwadra $8^{\text{d}}20^{\text{h}}20^{\text{m}}$, pełnia $16^{\text{d}}21^{\text{h}}16^{\text{m}}$, ostatnia kwadra $23^{\text{d}}23^{\text{h}}50^{\text{m}}$ i ponownie nów $30^{\text{d}}19^{\text{h}}58^{\text{m}}$. W apogeum Księżyca znajdzie się $10^{\text{d}}20^{\text{h}}19^{\text{m}}$, natomiast w perigeum $26^{\text{d}}03^{\text{h}}58^{\text{m}}$.

Planety, planety karłowate i planetoidy

Merkury, Wenus, Mars i Saturn znajdują się na niebie w pobliżu Słońca i są niewidoczne.

Warunki wieczornej widzialności **Jowisza** w porównaniu z lipcem praktycznie nie ulegają zmianie.

Sierpień jest bardzo dobrym miesiącem do obserwacji **Urana** ($5,7^{\text{m}}$) i **Neptuna** ($7,8^{\text{m}}$) w związku z ich zbliżaniem się do opozycji. Do dostrzeżenia tarcz obu planet (o średnicach odpowiednio $3,7''$ i $2,3''$) niezbędny jest teleskop o średnicy przynajmniej 10 cm i powiększeniu $100''$.

Warunki wieczornej widzialności planety karlowatej **(134340) Pluton** w porównaniu z lipcem praktycznie nie ulegają zmianie.

W sierpniu w pobliżu opozycji znajduje się jasna planetoida:

(4) Vesta, (jasność $7,5^{\text{m}}$). 8 VIII: $2^{\text{h}}44,5^{\text{m}}$, $+7^{\circ}25'$; 18 VIII: $2^{\text{h}}52,2^{\text{m}}$, $+7^{\circ}31'$; 28 VIII: $2^{\text{h}}57,7^{\text{m}}$, $+7^{\circ}26'$.

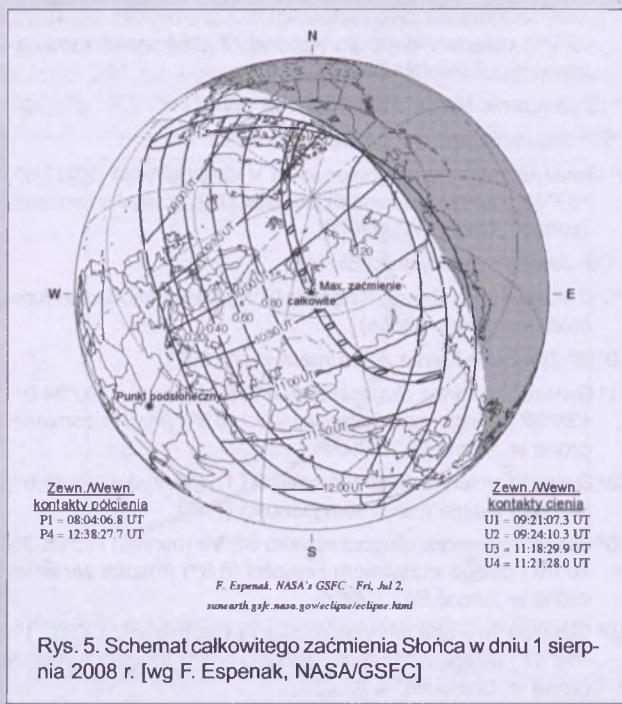
Meteory

Od 17 lipca do 24 sierpnia promienią słynne **Perseidy** (PER), rój związany z kometą 109P/Swift-Tuttle, o najbardziej regularnej coroczej aktywności. Model struktury strumienia przewiduje w tym roku wystąpienie głównego maksimum 12 sierpnia w godzinach 11:30–14:00. W tym okresie radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Perseusza i ma współrzędne: rekt. $3^{\text{h}}09^{\text{m}}$, dekl. $+59^{\circ}$. Tegorocznym obserwacjom Perseidów w drugiej połowie nocy nie będzie przeszkadzał Księżyc po pierwszej kwadrze.

W okresie od 25 sierpnia do 8 września możemy także obserwować bardzo szybkie meteory z roju **alfa Aurigidów** (AUR). Maksimum aktywności roju przypada 31 sierpnia o godzinie 19. Współrzędne radiantu wynoszą: rekt. $5^{\text{h}}36^{\text{m}}$, dekl. $+42^{\circ}$. Rój jest mało aktywny, jednak w latach 1935, 1986 i 1994 zaobserwowano jego nagłe, nieoczekiwane deszcze. W tegorocznego obserwacjach nie będzie przeszkadzał Księżyca tuż po nowiu.

* * *

1^d Całkowite zaćmienie Słońca. Pas fazy całkowitej zaćmienia rozpocznie się 1 sierpnia o godzinie $9^{\text{h}}21^{\text{m}}$ w północnej Kanadzie, niedaleko miejscowości Cambridge Bay na Wyspie Wiktorii, w punkcie o współrzędnych $\varphi = 67^{\circ}57'N$, $\lambda = 101^{\circ}00'W$. Następnie, przechodząc przez północną Grenlandię, po przekroczeniu Oceanu Arktycznego, poprzez Nową Ziemię wejdzie na kontynent Azji na półwyspie Jamal, przechodząc następnie wzduł Uralu na zachodnią Syberię. Następnie pas zaćmienia przejdzie wzduł granicy mongolsko-chińskiej i wkroczy do Chin. Zaćmienie zakończy się 1 sierpnia o godzinie $11^{\text{h}}21^{\text{m}}$ w środkowych Chinach koło miasta Luohę, w punkcie o współrzędnych $\varphi = 32^{\circ}50'N$, $\lambda = 113^{\circ}08'E$. W Polsce zaćmienie widoczne jako częściowe o fazie od 0,277 (Kraków, $9^{\text{h}}49^{\text{m}}$) do 0,384 (Gdańsk, $9^{\text{h}}45^{\text{m}}$).



Rys. 5. Schemat całkowitego zaćmienia Słońca w dniu 1 sierpnia 2008 r. [wg F. Espenak, NASA/GSFC]

1^d Gwiazda zmienna długookresowa T Her (18°09,1^m, +31°01') osiąga maksimum jasności (8,0^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 2/2006].

1^d17^h Złoczenie Merkurego z Księżykiem w odł. 1°.

1^d23^h53^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2007].

2^d15^h Złoczenie Wenus z Księżykiem w odł. 2°.

3^d14^h Złoczenie Saturna z Księżykiem w odł. 4°.

3^d23^h25^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa 1143 Cyg osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,4^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2005].

4^d12^h Złoczenie Marsa z Księżykiem w odł. 4°.

4^d21^h48^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa U Oph osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,6^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2008].

6^d23^h Maksymalna libracja Księżyca (8,2°) w kierunku Mare Humboldtianum (oświetlone).

7^d23^h27^m Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 6/2007].

8^d23^h50^m Gwiazda zmienna ζ Gem (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,6^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 6/2007].

9^d22^h34^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa U Oph osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,6^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2008].

13^d01^h Neptun w opozycji do Słońca.

13^d14^h Złoczenie Jowisza z Księżykiem w odł. 3°.

13^d17^h Złoczenie Wenus z Saturnem w odł. 0,2°.

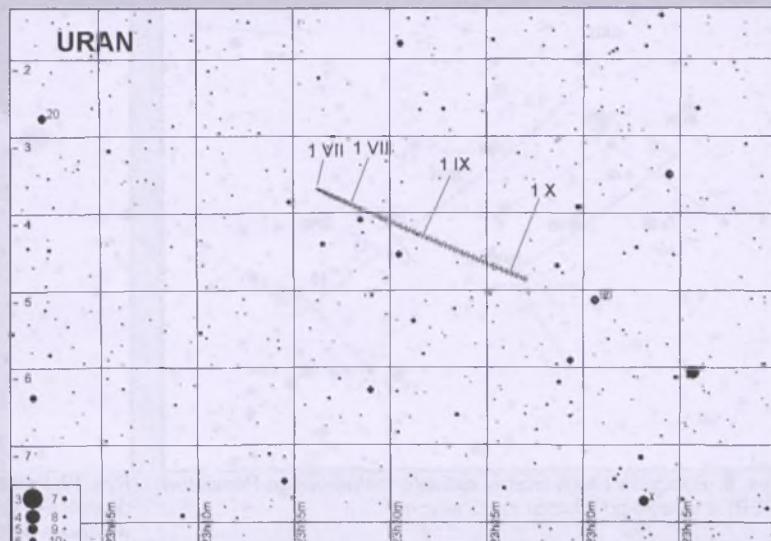
15^d02^h Minimalna libracja Księżyca (4,2°) w kierunku Oceanus Procellarum (zaciemniony).

15^d19^h Złoczenie Merkurego z Saturnem w odł. 0,6°.

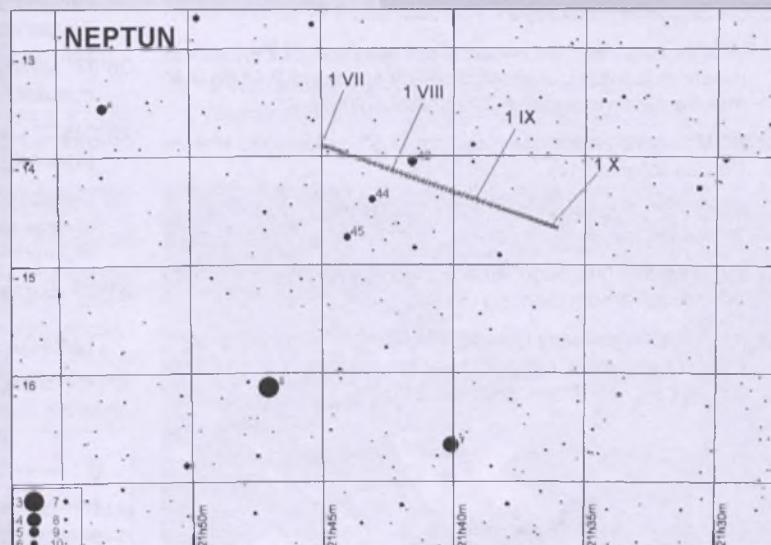
16^d Częściowe zaćmienie Księżyca, widoczne w środkowej i wschodniej Afryce, środkowej i wschodniej Europie, w zachodniej Azji oraz w zachodniej części Oceanu Indyjskiego; na Atlantyku, w Ameryce Południowej, w Europie zachodniej i północnej oraz w zachodniej Afryce przy wschodzie Księżyca, natomiast we wschodniej części Azji i w Australii przy zachodzie Księżyca. Przebieg zaćmienia: początek zaćmienia półcieniowego: 18^h23^m, początek zaćmienia częściowego: 19^h36^m, maksimum zaćmienia: 21^h10^m, koniec zaćmienia częściowego: 22^h45^m, koniec zaćmienia półcieniowego: 23^h57^m. Zaćmienie widoczne w Polsce po wschodzie Księżyca.

16^d19^h Złoczenie Neptuna z Księżykiem w odł. 0,8°.

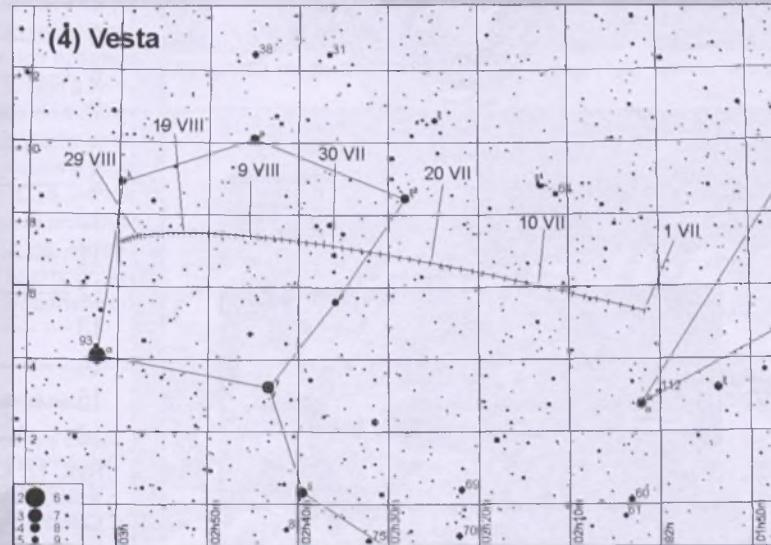
18^d02^h15^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2007].



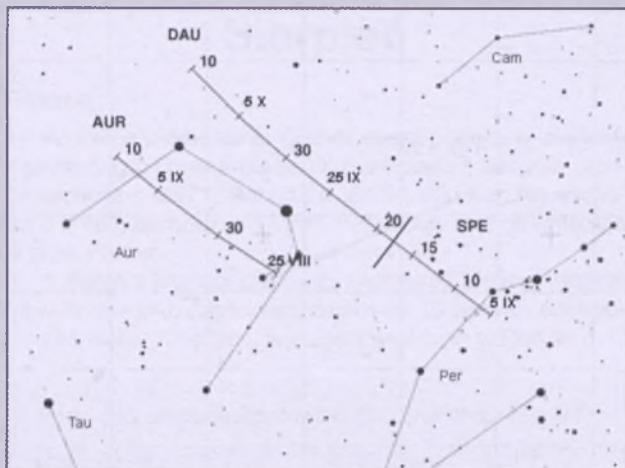
Rys. 6. Trasa planety Uran na tle gwiazd gwiazdozbioru Wodnika w lipcu, sierpniu i wrześniu 2008 r. (zaznaczone gwiazdy do 10,5^m)



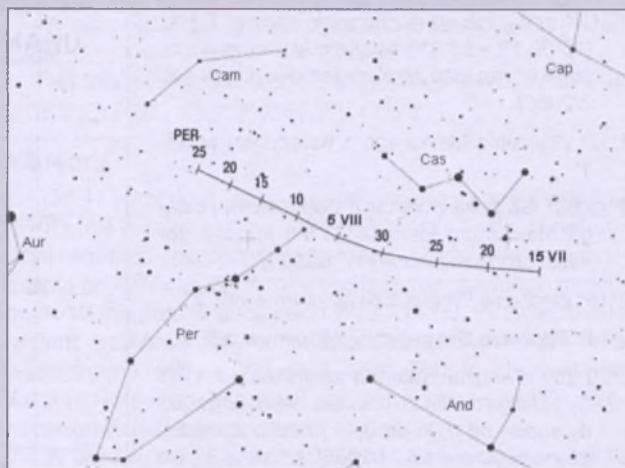
Rys. 7. Trasa planety Neptun na tle gwiazd gwiazdozbioru Koziorożca w lipcu, sierpniu i wrześniu 2008 r. (zaznaczone gwiazdy do 10,5^m)



Rys. 8. Trasa planetoidy (4) Vesta na tle gwiazd gwiazdozbioru Wieloryba w lipcu i sierpniu 2008 r. (zaznaczone gwiazdy do 9,5^m)



Rys. 9. Położenie i ruch własny radiantu meteorowego Perseidów (PER) w okresie od 15 lipca do 25 sierpnia



Rys. 10. Położenie i ruch własny radiantów meteorowych alfa Aurigidów (AUR), wrześniowych Perseidów (SPE) i delta Aurigidów (DAU) w okresie od 5 sierpnia do 10 października

19^d02^h Złączenie Urana z Księżycem w odległości 4°.

20^d21^h Złączenie Merkurego z Wenus w odległości 0,9°.

20^d22^h05^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa Algol (β Per) osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 2,1^m do 3,4^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2007].

22^d01^h Maksymalna libracja Księżyca (7,3°) w kierunku krateru Clavius (oświetlony).

22^d18^h05^m Słońce wstępuje w znak Panny, jego długość ekplityczna wynosi wtedy 150°.

23^d Gwiazda zmienna długookresowa RU Her (16^h10,2^m, +25°04') osiąga maksimum jasności (8,0^m).

23^d21^h Odkrycie gromady otwartej Plejady (M 45) przy ciemnym brzegu Księżyca w ostatniej kwadrze, widoczne w całej Polsce (Krosno 21^h19^m — Szczecin 21^h30^m).

26^d21^h33^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa 1143 Cyg osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,4^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2005].

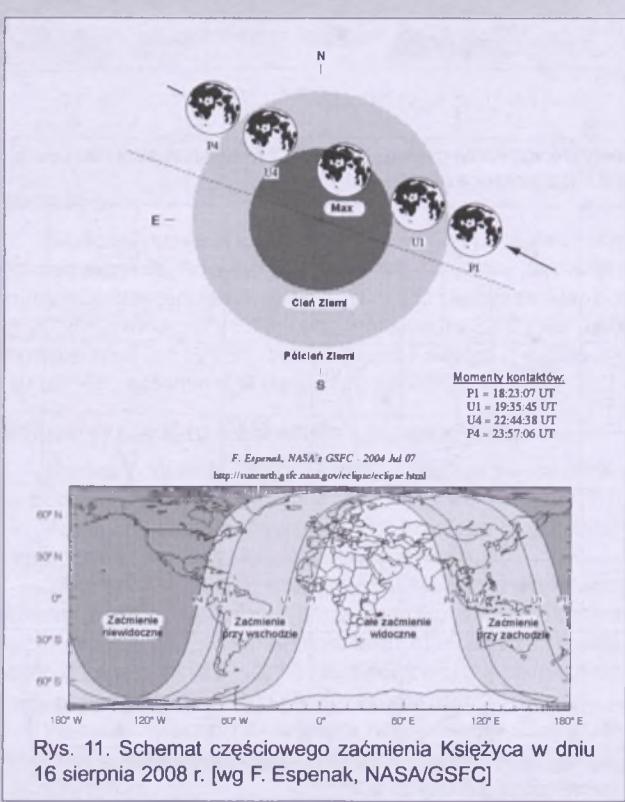
28^d07^h Minimalna libracja Księżyca (3,6°) w kierunku Mare Fecunditatis (zaciemnione).

28^d19^h50^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2007].

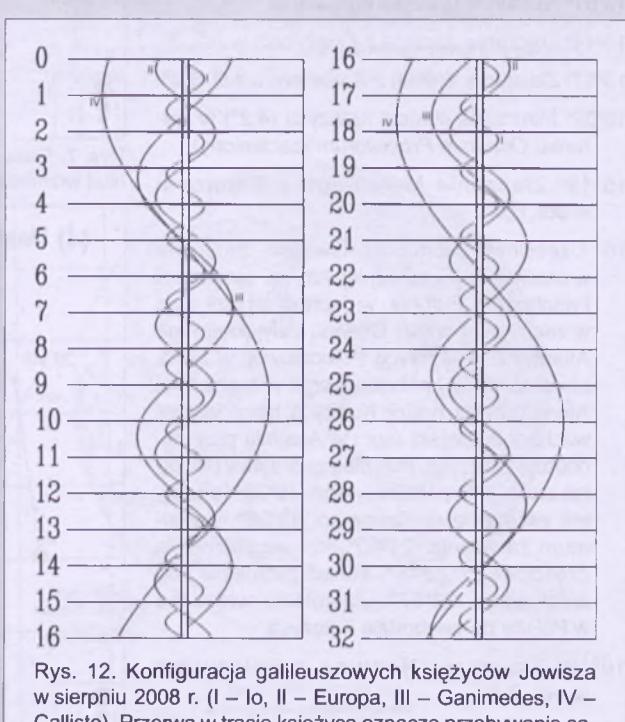
29^d Gwiazda zmienna długookresowa R Cnc (8^h16,6^m, +11°44') osiąga maksimum jasności (6,8^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 4/2004].

31^d05^h Złączenie Saturna z Księżycem w odległości 4°.

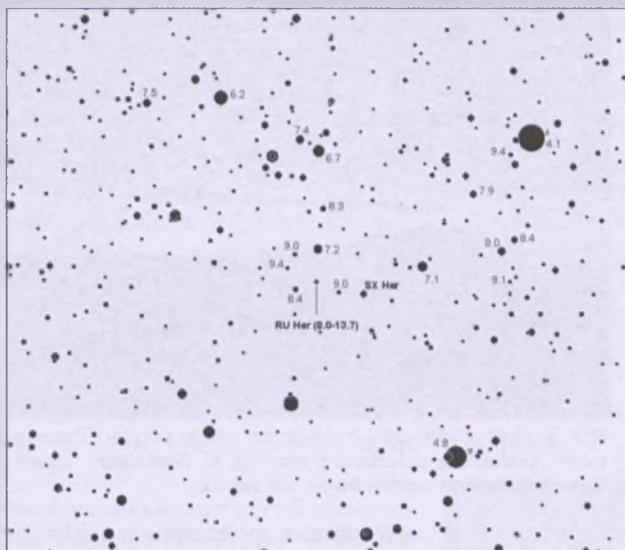
UWAGA: Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie uniwersalnym UT (Greenwich).



Rys. 11. Schemat częściowego zaćmienia Księżyca w dniu 16 sierpnia 2008 r. [wg F. Espenak, NASA/GSFC]



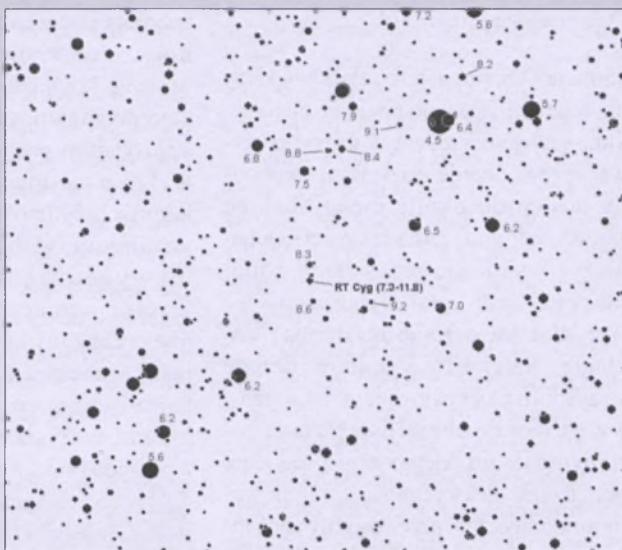
Rys. 12. Konfiguracja galileuszowych księżyców Jowisza w sierpniu 2008 r. (I – Io, II – Europa, III – Ganimedes, IV – Callisto). Przerwa w trasie księżyca oznacza przebywanie satelity w cieniu planety. Zachód na prawo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na lewo



Rys. 13. Mapa gwiazdozbioru Herkulesa do obserwacji gwiazdy zmiennej RU Her ($16^{\text{h}}10^{\text{m}}14,9^{\circ}$, $+25^{\circ}04'14''$). Podane jasności gwiazd porównania (pole widzenia wynosi 7° , północ u góry)

Abytrzymać datę w obowiązującym w lipcu i sierpniu w Polsce „czasie letnim”, należy dodać 2 godziny.

Momenty złączeń planet z Księżykiem podane są dla współrzędnych Warszawy. Dla każdego złączenia podano



Rys. 14. Mapa gwiazdozbioru Łabędzia do obserwacji gwiazdy zmiennej RT Cyg ($19^{\text{h}}43^{\text{m}}37,7^{\circ}$, $+48^{\circ}46'41''$). Podane jasności gwiazd porównania (pole widzenia wynosi 5° , północ u góry)

momenty największego zbliżenia obiektów na niebie. Podane są wszystkie złączenia, nie tylko widoczne w Polsce.

Współrzędne równikowe podane są dla Epoki 2000.0.

Opracował T. Ścieżor

Czytelnicy piszą...

Witam serdecznie,

Chciałbym także zwrócić uwagę na błąd, jaki wkradł się w zawartość artykułu „Toruńskie Copernicana”. Z treści przedstawionych na stronie opisywanego Towarzystwa Naukowego w Toruniu (www.tnt.torun.pl) wynika, że powstało ono 16.12.1875, a nie w 1985 roku. Co oczywiście w niczym nie zmienia faktu, że nader wskazanym jest prezentowanie szerokiemu gronu czytelników (szczególnie młodszej generacji) mniej znanych epizodów z działalności polskiej elity naukowej również w aspekcie nie tylko czysto naukowym.

Z pozdrowieniami

Mariusz Chlebowski

Red.: Tak, Towarzystwo Naukowe w Toruniu powstało na zjeździe założycielskim w dniu 16 grudnia 1875 r. Wcześniej zauważaliśmy ten błąd, ale chyba ciągle grasujący w wydawnictwach cholik sprawił, że błąd pozostał. Skąd on się wziął? Przepraszamy.

Pan Mariusz oraz kilku innych Czytelników zwrócił nam również uwagę na błąd w krzyżówce zamieszczonej w „Ura-

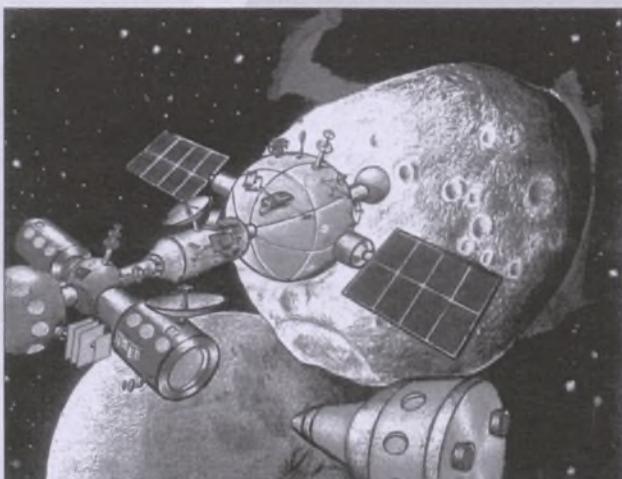
nii-PA” 2/2008 — mianowicie w diagramie ostatniego słowa pomocniczego na końcu brakuje jednej kratki. Na szczęście nie przeszkodziło to chyba nikomu w znalezieniu prawidłowego rozwiązania.

W minionym roku do naszej redakcji trafiła obszerna tecznika prac plastycznych ukazujących barwne wizje eksploracji ciał Układu Słonecznego oraz pozasłonecznych planet przez Człowieka. Ich autorem jest pan Tomasz Szulga z Wrocławia. Nawiązując do zdjęcia na okładce, prezentujemy obok dwie ilustracje wybrane z tego bogatego zbioru. Dziś jednak wiemy, że to raczej automatyczne próbniki, a nie ludzie, wykonywać będą tego typu prace, co możemy obserwować już teraz.

Ogłoszenia drobne...

Kupię archiwalne numery czasopism: „Urania”, „Wszechświat” i „Młody Technik” (w dobrym stanie).

Piotr Ostrzyczyki
87-614 Bobrowniki
Pole 4



Marsjańska stacja orbitalna w pobliżu Fobosa. Rys. Tomasz Szulga



Badania grawimetryczne na powierzchni Fobosa. Rys. Tomasz Szulga

Dokończenie ze strony 113

kamiennych słupach, co daje większą, niż w jednofilarowym systemie niemieckim, stałość narzędzi w czasie obserwacji oraz przede wszystkim swobodny dostęp do okolic nieba bliskich zenitu. Astrograf posiada części mechaniczne wykonane przeważnie z nierdzewnej stali i jest wyposażony we wszystkie nowoczesne urządzenia i adaptacje. Należy tu wymienić przede wszystkim precyzyjny przyrząd zegarowy, służący do obrotu narzędzi za pomocą ruchem sklepienia niebieskiego, popędzany elektrycznością, regulowany automatycznie przez osobny chronometr astronomiczny z kontaktami sekundowymi. Poszczególne części przyrządu zegarowego, ze względu na ujemny wpływ dużych wahań temperatury, jakie z natury rzeczy zachodzą pod kopułą, zostały rozmieszczone częściowo w dolnych kondygmacjach wieży astronomicznej. We wnętrzu grubych na 2 metry murów wieży prowadzą wąskie schody pod powleconą z zewnątrz miedzią kopułę. Kopuła ma średnicę 6 metrów; zapatriona jest w rozsuwalną szczele o szerokości 1,8 m u podstawy. Tak astrograf, jak i kopuła, są przystosowane do poruszania przy pomocy prądu elektrycznego. Specjalnie pozytycznym w czasie obserwacji, zwłaszcza podczas fotografowania nieba, jest osobny regulator elektryczny, który, za naciśnięciem odpowiednich guzików, pozwala regulować precyzyjnie w rektascensji ustawienie astrogrału.

Organizacja Oddziału Astronomicznego tego Obserwatorium została powierzona przez władze LOPP prof. M. Kamieńskiemu, dyrektorowi obserwatorium stołecznego. W pracach organizacyjnych Oddziału brał stały udział podpisany.

Astrograf wraz z kopułą, już w końcowym stadium konstrukcji, został przejęty od firmy na rzecz LOPP w fabryce w Newcastle on Tyne, przez specjalną komisję, w której skład wchodził prof. M. Kamieński. Drugi z kolejnego odbioru narzędzi i kopuły, z ramienia LOPP i Uniwersytetu J. Piłsudskiego, odbył się na szczytce góry w październiku 1937 r. Po kilkudniowych wstępnych badaniach, za dnia i podczas kilku

zupełnie pogodnych nocy, narzędzie w stanie kompletnie zmontowanym, zostało od firmy przejęte. Prace tej drugiej komisji były bardzo utrudnione wobec niewykończenia wnętrza: gmachu, nieuruchomionej jeszcze ciemni fotograficznej oraz przede wszystkim z powodu braku prądu w sieci miejscowości elektrowni, której instalacja zostanie ukończona dopiero latem 1938 r. Do popędzania narzędzi za ruchem gwiazd musiano posługiwać się specjalnie w tym celu skonstruowanym napędem ręcznym z przekładnią. Podczas badań narzędzi zostały dokonane pierwsze obserwacje naukowe na szczycie, które niebawem ukażą się w druku.

Latem, względnie jesienią 1938 r., po zupełnym wykończeniu wnętrza gmachu, wyposażeniu go w potrzebne meble i pomoce naukowe, po uruchomieniu własnej, elektrowni i centralnego ogrzewania, placówka ta, wzniesiona

z funduszy społeczeństwa polskiego, zrzeszonego w LOPP, zostanie oficjalnie oddana do użytku nauce.

Oddział Astronomiczny zostanie przekazany Uniwersytetowi J. Piłsudskiego w Warszawie, Oddział zaś Meteorologiczny — Państwowemu Instytutowi Meteorologicznemu. Obserwatorium w Czarnohorze, po Pic du Midi de Bigorre w Pirenejach (pozostającym w remoncie od r. 1923), będzie najwyżej położoną placówką astronomiczną w Europie.

Jan Gadomski
„Urania”, 1938 r., zeszyt 1 (58)

Otwarcie Obserwatorium LOPP im. Marszałka J. Piłsudskiego na Czarnohorze

W dniu 29 lipca 1938 r. odbyło się na szczytce Pop Iwana (2022 m) poświęcenie i uroczyste otwarcie nowo zbudowanego Obserwatorium Astronomiczno-Meteorologicznego, ufundowanego przez Zarząd Główny Ligi Obrony Powietrznej i Przeciwgazowej (vide: Urania, rok XVI str. 1–4). W uroczystości wzięli liczny udział przedstawiciele Rządu i władz państwowych oraz astronomowie: prof. M. Kamieński, prof. E. Rybka, dr J. Gadomski i mgr M. Bielicki. W gmachu Obserwatorium uruchomiono już własną elektrownię, pędzoną ropą, oraz krótkofalową radiostację nadawczą umożliwiającą połączenie telefoniczne z siecią telefoniczną w Polsce. Astrograf Oddziału Astronomicznego został ostatecznie ustawiony i dostosowany do obserwacji.

J.G.



Rys. 3. Górnny pułap chmur układają się często poniżej Obserwatorium. (Fotografia dokonana przez mgr. M. Bielickiego, naświetlona przy świetle księżyckowym 90 sekund)



Wieża astronomiczna Obserwatorium na Pop Iwanie. Fot. J. Gadomski

Sylwetki Astronomów Polskich XX w. Zebrał i do druku przygotował Andrzej Woszczyk. Wyd. TNOIK, s. 278, Toruń 2008.

Po świetniej pozycji *Astronomem być* (zob. „Urania — Postępy Astronomii”, 3/2007), również opracowanej przez prof. Andrzeja Woszczyka, ukażała się kolejna tego typu publikacja — dokładnie w 535 rocznicę urodzin Mikołaja Kopernika i 85 rocznicę powołania Polskiego Towarzystwa Astronomicznego. Wielka chwała za to Działowi Wydawnictw Towarzystwa Naukowego Organizacji i Kierownictwa w Toruniu. Ponadto prof. Woszczyk jest autorem *Słowa wstępnego* oraz autorem bądź współautorem dziesięciu biogramów (których łącznie jest pięćdziesiąt dwa).

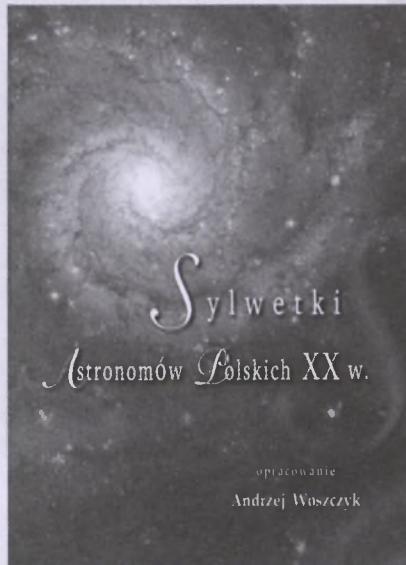
Pozycja ta dotyczy już wyłącznie tych astronomów polskich, którzy zmarli w XX i XXI wieku. Mogłoby się wydawać, iż mamy w omawianej pozycji pewną niekonsekwencję, ponieważ brak jest sylwetki Maurycego Piusa Rudzkiego (1862–1916) i Marcina Smoluchowskiego (1872–1917), który przez kilka miesięcy (do swojej przedwczesnej śmierci) był dyrektorem Obserwatorium Krakowskiego.

Istnieje jednak klucz. Redaktor opracowania brał pod uwagę wszystkich tych uczonych, którzy działały po 1918 roku, w niepodległej już Polsce. Drugi klucz to dobór tekstów — są to głównie wspomnienia pisane zaraz po śmierci astronomów przez ich uczniów lub kolegów, a zamieszczane w różnych czasopismach. W kilku przypadkach zostały zamieszczone również osobiste wspomnienia członków ich rodzin.

Drugie i trzecie *ex aequo* miejsca pod względem ilości zamieszczonych wspomnień (po 5) przypada Janowi Mietelskiemu z Krakowa i Krzysztofowi Ziolkowskiemu z Warszawy. Dalsza taka statystyka byłaby bezsensowna, ponieważ autorzy tekstów występują z różnymi współautorami i w różnych konfiguracjach. Zresztą nie o to przecież w omawianej pozycji chodzi, lecz o „ocalenie od zapomnienia” wielu wybitnych astronomów polskich (niekiedy nawet bardzo młodych, — jak np. śp. Zbyszek Klimek, wschodzą-

ca gwiazda polskiej astronomii i kosmologii, obserwator i teoretyk, który w jednym tygodniu obronił dwie prace magisterskie: z astronomii i z fizyki, i był w chwili tragicznej śmierci w trakcie pisania rozprawy habilitacyjnej).

Ktoś mógłby też sugerować, iż właściwszy byłby układ chronologiczny, tylko według jakich dat: urodzin czy śmierci? Sądzę zatem, że układ alfabetyczny okazuje się w tym przypadku najwłaściwszy i najprościej jest wtedy znaleźć osobę, o której poszukuje się informacji.



Przedstawione w opracowaniu biogramy charakteryzują sylwetki astronomów reprezentujących różne ośrodki naukowe w Polsce: te dawne — we Lwowie, w Wilnie i na Popie Iwanie; w Polsce Centralnej (Warszawa, Kraków i Lubomir, Poznań, Katowice) i te nowe — w Toruniu, Wrocławiu, Gdańskim, Olsztynie, Opolu.

Niektóre sylwetki astronomów XX wieku — jak na przykład Jana Mergenthalera, Tadeusza Jarzębowskiego, Józefa Witkowskiego, Bohdana Paczyńskiego — zostały omówione w recenzji autorstwa prof. Jerzego M. Kreinera, wspominanej powyżej pozycji *Astronomem być...* („Urania — Postępy Astronomii”, 3/2007). Nie będę więc do nich wracał.

Jednak nie mogę raz jeszcze nie przypomnieć Profesora Bohdana Paczyńskiego, którego poznalem dokładnie 35 lat temu. Udzielał mi cennych rad oraz dzielił się uwagami, kiedy pi-

sałem rozprawę doktorską na temat metod wyznaczania odległości gwiazd zmiennych zaćmieniowych (czyli ciasnych układów podwójnych). Nauka polska i światowa poniosła dotkliwą stratę z powodu Jego przedwczesnej śmierci. Nie spełniło się, niestety, przewidywanie prof. Eryka Infelda, iż Professor Paczyński zostanie laureatem Nagrody Nobla...

Podobnie nie mogę bez emocji odnieść do sylwetki doc. Kazimierza Kordylewskiego, o którym napisali: Jan Mietelski i Jerzy M. Kreiner. Byłem bowiem jego ostatnim doktorantem pisząc pracę na wyżej wspomniany temat gwiazd zaćmieniowych (pierwszym Jego doktorantem, był obecny prof. J.M. Kreiner). Ta tematyka oraz poszukiwanie tzw. pyłowych księżyców Ziemi w punktach libracyjnych L_4 i L_5 w układzie Ziemia–Księżyc na wiele lat — dzięki doc. Kordylewskiemu — było w centrum moich zainteresowań astronomicznych. Również emocjonalnie, z wielką sympatią wspominam dr Różę Szafranec prowadzącą podobnie jak doc. Kordylewski obserwacje gwiazd zmiennych zaćmieniowych i w Krakowie, i na Lubomirze.

Powiniensem jeszcze wspomnieć o przedwcześnie zmarłych astronomach: prof. Robertie Gębeckim, wybitnym astrofizyku z Gdańska i o prof. Krzysztofie Serkowskim, także wybitnym warszawskim astrofizyku w Lunar and Planetary Laboratory w Arizonie, o dr. Wiesławie Wiśniewskim (astronomie krakowskim i w Tucson) i o dr. Kazimierzu Schillingu z Planetarium i Obserwatorium Astronomicznego w Olsztynie, z którym ostatni raz rozmawiałem na parę tygodni przed Jego śmiercią...

Nie można przecież zapomnieć o dr. Ludwiku Zajdlerze, który pracował i w Warszawie, i we Lwowie, a przez wiele lat był redaktorem naczelnym „Uranii” i znakomitym popularyzatorem nauki. Do najsłynniejszych Jego pozycji należy *Atlantyda*, która w Polsce doczekała się czterech wydań i była tłumaczona na bratnie języki.

I wreszcie — trudno nie wspomnieć o tak wybitnych i zasłużonych uczonych-astronomach, takich jak Tadeusz Banachiewicz (wieloletni dyrektor Ob-

serwatorium Krakowskiego, twórcą krakowianów), Władysław Dziewulski (astronom/astrofizyk wileński i toruński), Wilhelmina Iwanowska (również wileński i toruński astrofizyk), Michał Kamiński (zajmujący się astronomią klasyczną), Stefan Ginwil-Piotrowski (twórca teorii transferu promieniowania w atmosferach ciał niebieskich; niezależnie od Chandrasekhara), Eugeniusz Rybka (obserwator i dydaktyk, autor siedmiokrotnie wznawianego podręcznika akademickiego *Astronomia ogólna*), Jerzy Stanisław Stodółkiewicz (wieloletni Prezes Polskiego Towarzystwa Astronomicznego oraz Redaktor Naczelnny „Postępów Astronomii” w jednym z najtrudniejszych dla nauki polskiej okresów), Włodzimierz Zonn (teoretyk i znakomity popularyzator astronomii).

Szczegółowe omówienie wszystkich sylwetek astronomów polskich XX w., wymienionych w omawianej pozycji, rozsadziłoby całkowicie ramki niniejszej recenzji. Poprzestanę zatem na tych kilku krótkich z konieczności wzmiękach, gorąco polecając wszystkim interesującym się historią nauki — w danym przypadku historią astronomii polskiej — lekturę przedstawianej książki.

T. Zbigniew Dworak



W niespełna rok po ukazaniu się niezmiernie interesującego świadectwa życia i pracy astronomów polskich w postaci książki *Astronomem być...*, również z inicjatywy profesora Andrzeja Woszczyka ukazała się obecnie książka *Sylwetki Astronomów Polskich XX w.* Stanowi ona niewątpliwie drugi tom tej pierwszej autobiograficznej książki, zawierając właściwie epitafia naszych Mistrzów, Kolegów Astronómów, z którymi mieliśmy często przyjemność współpracować bezpośrednio lub spotykać się chociażby na kolejnych zjazdach Polskiego Towarzystwa

Astronomicznego. Książka ta stanowi, ze strony autora jej opracowania, formę hołdu złożonego wszystkim nam bliskim Astronomom Polskim, którzy już odeszli do wieczności, a okazją do jej wydania jest uczczenie 85-lecia Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, powołanego do życia w Toruniu w dniu 19 lutego 1923 roku.

W książce tej prof. Andrzej Woszczyk zebrał wspomnienia opublikowane już w większości w różnych czasopismach, często dziś trudno dostępnych, o tych Polskich Astronomach, którzy już odeszli do historii. Zostały one uzupełnione aktualnymi wspomnieniami członków ich rodzin bądź samego autora opracowania.

W sumie, książka przedstawia alfabetycznie sylwetki 52 astronomów, którzy od odzyskania niepodległości do początku XXI w. tworzyli fundamenty współczesnej astronomii polskiej. Tym samym zrealizowana została po latach uchwała Walnego Zebrania PTA z 16 XI 1952 r., zalecająca „wydaniem drukiem albumu — galerii zawierającego portrety i krótkie życiorysy wszystkich żyjących członków PTA i wybitniejszych zmarłych astronomów polskich”. Chwała za to naszemu wieloletniemu Prezesowi PTA.

Zbiór portretów otwiera postać prof. Tadeusza Banachiewicza, opisana piórem prof. Józefa Witkowskiego, a zamyka portret prof. Włodzimierza Zonna nakreślony ręką Pani prof. Wilhelminy Iwanowskiej, a uzupełniony wspomnieniami o Nim prof. Stefana Piotrowskiego. W książce aż roi się od wspomnień o pierwszej wielkości gwiazdach polskiej astronomii, że wspomnę tu postać prof. Bohdana Paczyńskiego, ale wszyscy są dostrzegani „gołym okiem”, bowiem każdy z nich wniósł swoją cegiełkę pod budowę gmachu dzisiejszej astronomii polskiej. Czytając książkę, wyraźnie widać różnice pokoleniowe i zmiany, jakie zachodziły w tematyce uprawianej nauki przez naszych poprzedników. Jednakowoż w każdym pokoleniu widać ogromny trud i zaangażowanie wkładane w poznawanie tajników Wszechświata. Warto tu podkreślić, iż astronomowie polscy dwukrotnie w ciągu XX w. stawali w obliczu wiel-

kich wyzwań i równie wielkiej szansy zaczynania wszystkiego nieomal od zera. I za to Im cześć i chwała. Jest to, moim zdaniem, doskonała lektura dydaktyczna dla dzisiejszego pokolenia astronomów. Widać tam jak na dloni zmiany w podejściu do rozwiązywania problemów: dawniej ton nadawali Mistrzowie, obecnie zaś najczęściej zespoły ludzi związanych umowami grantowymi. Wiąże się to z postępem technicznym, rewolucją informatyczną, eksploracją Kosmosu, a w szczególności sytuacją ekonomiczną i polityczną w kraju i na świecie. Czytając tę książkę, nasuwają się refleksje, iż mimo ogromnego postępu techniki obserwacyjnej i rozwoju teoretycznego astronomii w XX w., wciąż pojawiają się do rozwiązywania nowe i nowe zagadki, jakie stają przed kolejnymi pokoleniami astronomów. Bowiem nadal jest aktualne powiedzenie: „per aspera ad astra” i z tego muszą sobie zdawać sprawę młodzi adepci i miłośnicy „Uranii”. Jak sadzę, nawet do głębszych refleksji ta książka zmusi czytelnika — wystarczy przeczytać i zapoznać się chociaż z jedną sylwetką astronoma polskiego tygodniowo — a wtedy zajmie nam to okrągły rok. Naprawdę warto!

Książka ma piękną i starannie wykonaną szatę graficzną. Okładkę z obu stron zdobi zdjęcie galaktyki M 74 (NGC 628), uzyskane przy pomocy teleskopu Hubble'a. Na skrzydełkach okładki są podane fragmenty recenzji wydawniczych, zaś na stronie 3, w nawiązaniu do postaci Mikołaja Kopernika, jest zawarty fragment wstęp do księgi pierwszej *De Revolutionibus*.

Każdą nową postać astronoma przypomina nam zdjęcie, obok imię i nazwisko oraz daty narodzin i śmierci, a margines kartki każdej nowej postaci jest w kolorze błękitu nieba. Widać w tym rękę redaktora wydania, Pani Hanny Tomaszewskiej-Nowak. Znakiomicie zaś ułatwia żeglowanie wśród 52 omawianych postaci zawarty na początku książki *Spis treści* oraz końcowy *Indeks osób*, których nazwiska pojawiają się na jej kartach. Książkę zamkują informacje o PTA i Wydawnictwie. Jednym słowem: gorąco polecam obie książki.

Adam Michalec

Muzyka sfer wg Mike'a Oldfielda

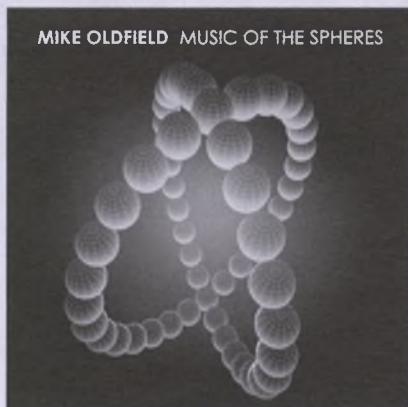
Wreszcie ukazał się album, na który czekałem niecierpliwie od ładnych kilku miesięcy. W marcu br. pojawiła się w sprzedaży nowa płyta Mike'a Oldfielda zatytułowana „Music Of The Spheres”. Sami Państwo widzą, że nie mogłem przejść obok tego tytułu obojętnie. Tym bardziej że jedna z zawartych na nim kompozycji nosi tytuł „Harmonia Mundii”. Czyżby jawne nawiązanie do坑orejskich koncepcji muzyki sfer niebieskich?

W informacjach reklamowych pochodzących wydanie płyty można było przeczytać:

Na nowej płycie, Mike Oldfield, prezentuje wizje dźwięków, jakie pochodzą z jego zdaniem ze sfer niedostępnych zwykłemu postrzeganiu. Jest to muzyka przestrzeni, której on i jego wrażliwość są tylko „przełącznikami”. Opowiada o tym w taki sposób: „Jestem w tym wypadku czymś w rodzaju inżyniera... technika, która otrzymuje konkretne idee i przekłada je na dźwięki”. Jedną z tych idei, jest oczywiście koncepcja „musica universalis” Pitagorasa, który uważało, że muzyka pozostaje w ścisłym związku z ruchem słońca, księżyca i pozostałych planet. To twierdzenie opiera się na przekonaniu, że wzajemne relacje między ciałami niebieskimi oparte są na zjawisku, które posiada strukturę kompozycji muzycznej. Nie jest to muzyka słysza-

na, raczej pojęcie oparte na harmonii i matematyce.

Nikt więc już się chyba nie dziwi emocjom, jakie towarzyszyły mi wyczekiwaniu na zamówioną w internetowym sklepie przesyłkę. Emocje były jednak dość mieszane, gdyż to, co Oldfield zaprezentował na poprzednim dwukrojkowym albumie „Light and Shadow” daleko odbiegało zarówno od mistrzostwa słynnych „Dzwonów rurowych”, jak i od finezyjnych klimatów „The Songs of Distant Earth”.



„Muzyka sfer” została zagrana przez orkiestrę symfoniczną, a sam Oldfield zostawił dla siebie tylko partie gitary klasycznej. W pracy nad aranżacjami artyście towarzyszył jeden z najlepszych brytyjskich kompozytorów muzyki poważnej — Karl Jenkins. Gościem zagrał rewelacyjny chiński pianista

Lang Lang i zjawiskowa wokalistka z Nowej Zelandii, Hayley Westenra. Uczucie, jakie towarzyszyło powstaniu tej muzyki, Oldfield porównał do tego, o czym opowiadał John Lennon, który twierdził wiele razy, że nie jest *de facto* kompozytorem, lecz medium, które stanowi pomost między naszym światem a „muzyką przestrzeni”. *Duchowość ma ogromny wpływ na moje kompozycje. Najważniejsze jest, aby udało mi się stworzyć muzykę, która będzie dowodem tego, że wszyscy jesteśmy częścią otaczającego nas świata, także tego niewidzialnego, duchowego, który stanowi równowagę dla materii i decyduje o niezwykłej elegancji natury* — mówi autor.

Album „Music Of The Spheres” został w całości nagrany w słynnych studiach Abbey Road, tych samych, w których nagrywali The Beatles. Warto przy tej okazji wspomnieć, że muzyką tego legendarnego zespołu NASA postanowiła uczcić 50 rocznicę swojego powstania i wyemitowała w przestrzeń międzygwieźdną ich przebój „Across the Universe”. Nadajniki, służące na co dzień do komunikacji z sondami międzyplanetarnymi zostały nakierowane na Gwiazdę Polarną. Dźwięki utworu powinny dotrzeć do gwiazdy za jakieś 431 lat, tylko czy będzie komu ich tam posłuchać?

Jacek Drążkowski

INFORMACJE O PRENUMERACIE URANII-PA

Prenumerata na rok 2007 (6 zeszytów) kosztuje 54 zł (zagraniczna 70 zł). Cena pojedynczego zeszytu 10 zł. Wpłaty prosimy kierować na konto:

Polskie Towarzystwo Astronomiczne
Bank Millennium S.A. o/Toruń
Nr 44 11602202000000055305241

Wszelkich informacji o prenumeracie i zakupie numerów archiwalnych „Postępów Astronomii” i „Uranii-PA” udziela:

Karolina Zawada
Centrum Astronomii UMK
ul. Gagarina 11, 87-100 Toruń

E-mail: urania@astri.uni.torun.pl
tel/fax (0-56) 611 30 14 / 611 30 08

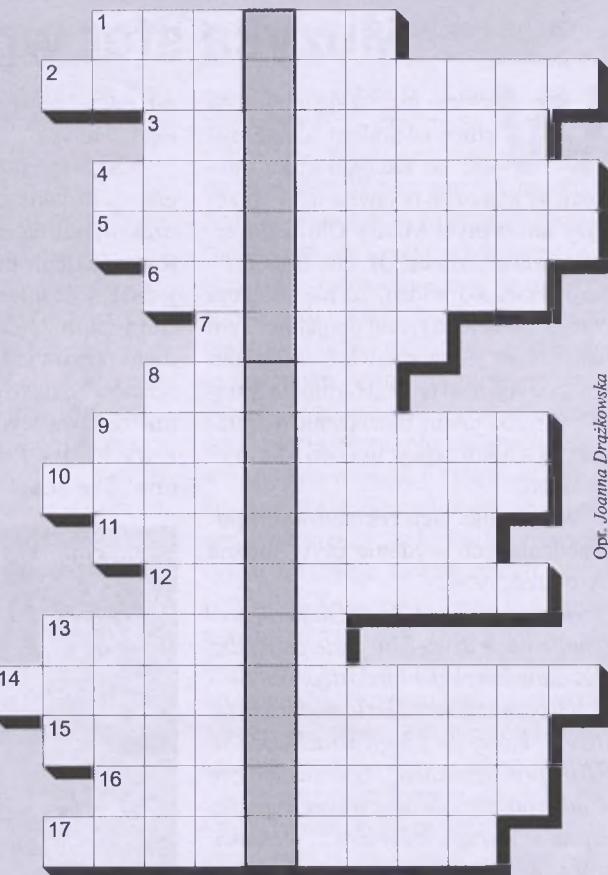


OBSERWATORIUM NA LUBOMIRZE to hasło-rozwiązań krzyżówki zamieszczonej w „Uraniia-PA” nr 1/2008. Spośród nadesłanych poprawnych rozwiązań wylosowaliśmy dwa. Ich autorzy: **Barbara Jaworowicz** z Wilczyna i **Radosław Macuski** z Wrocławia otrzymają nagrody książkowe, które prześlemy pocztą.

Do rozwiązyania nowej krzyżówki tradycyjnie wystarczy zapoznanie się z zawartością bieżącego zeszytu „Uraniia-PA”. Po wpisaniu słów pomocniczych do diagramu litery w wybranych polach utworzą rozwiązanie, które należy przesłać na adres redakcji. Osoby, które nie są prenumeratorem „Uraniia”, aby wziąć udział w losowaniu nagród książkowych, muszą do rozwiązywania dołączyć kupon drukowany w lewym górnym rogu tej strony. Prenumeratorzy mogą przesyłać rozwiązania drogą elektroniczną.

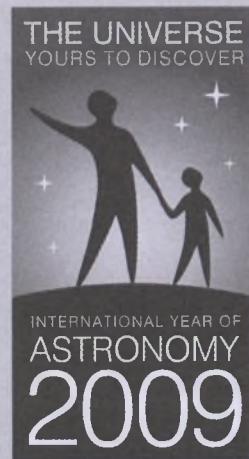
Na rozwiązania czekamy do końca czerwca br.

1. Miejsce urodzenia ks. prof. Michała Hellera
2. Twórca metody inwersji krzywych zmian blasku
3. Planetoidy typu „C”
4. Wybudowano na niej pierwsze polskie obserwatorium wysokogórskie
5. Badanie promieniowania widzialnego
6. Gitarzysta Mike
7. Twórca teorii neutrin
8. Jedyny uczeń Kopernika
9. Obłoki; najbardziej znane galaktyki karłowate
10. Wydano tam dzieło Kopernika
11. Efekt, który powoduje przesuwanie linii w widmach gwiazd
12. Zwycięzca LI Olimpiady Astronomicznej
13. NGC 4435 + 4438
14. Związek planety
15. Polski program astronomiczny
16. Autor bazy wszystkich znanych modeli planetoid
17. Ma swój łańcuch galaktyk



Op.: Joanna Drąkowska

Ciekawe strony internetowe...



Zbliża się powoli rok 2009, który będziemy obchodzić jako Międzynarodowy Rok Astronomii. Z tej okazji pod adresem <http://astronomy2009.nasa.gov/> możemy znaleźć szereg informacji związanych z astronomią widzianą z perspektywy NASA. Strona w miarę upływu czasu będzie rozbudowywana — najwięcej nowości można oczekiwać w przyszłym 2009 r. Zaraz na początku wita nas animacja dotycząca fundamentalnych odkryć-obserwacji Galileusza. Zakładka dotycząca nowości odsyła m.in. do tematów, które będą dyskutowane w przyszłym roku — każdy miesiąc będzie poświęcony innemu zagadnieniu ilustrowanemu z wykorzystaniem wyników misji kosmicznych. I tak np. w lutym będzie mowa o Układzie Słonecznym a w szczególności o Księżycu, podczas gdy z kolei listopad będzie poświęcony życiu gwiazd zilustrowanym przykładem mgławicy Krab. Poprzez zakładkę „Resources” mamy dostęp do dużej ilości zasobów multimedialnych związanych z działalnością NASA. Oddzielne miejsce (i zakładkę) zajmują odkrycia związane z konkretnymi misjami — ta strona też jest w trakcie tworzenia, ale już pojawiły się tematy związane z teleskopami, astronomią podczerwoną, rentgenowską czy badaniami Układu Słonecznego. Liczba tematów będzie wzrastać. Na koniec warto wspomnieć o kalendarzu Google, w którym są zapisywane daty wydarzeń związanych z Rokiem Astronomii, jak i prostych zjawisk na niebie.

W dolnej części strony znajdziemy łącza prowadzące do portali Międzynarodowego Roku Astronomii (również wersji amerykańskiej), Amerykańskiego Towarzystwa Astronomicznego oraz Międzynarodowej Unii Astronomicznej.

(rs)

Galeria Uranii

Obok zdjęcie galaktyki NGC 4565 (Igła) wykonane w doskonałych warunkach pogodowych, jakie panowały w nocy z 7 na 8 marca br. Godz. wykonania zdjęcia: 23.25–01.00 CSE. Sprzęt: reflektor Newtona 250/1520 + Nikon D70s w ognisku głównym teleskopu. Eksp. 6 × 300 s przy czułości ISO1600. Fot. Mariusz Świętnicki

Niżej kilka zdjęć z kolekcji przesypanej przez Piotra Wirkusa i Krystynę Jaskólską. Zdjęcia były wykonane podczas wakacyjnych praktyk studenckich w Obserwatorium Astronomicznym we Wrocławiu.

Szczególnie efektywnie wypadły zdjęcia wyładowań atmosferycznych nad pawilonem obserwacyjnym w nocy 21–22 lipca (ta sama burza przeszła nad obserwatorium w Piwnicach i jedno ze zdjęć prezentowaliśmy w „Uranii–PA” 6/2007).

Niewątpliwą atrakcją dla praktykanów były obserwacje prowadzone z użyciem największego w Polsce koronografa.



Jowisz i Io z pokładu New Horizons



Sonda New Horizons, po drodze do Plutona, uzyskuje ciekawe obrazy mijanych planet. W lutym 2006 r. przechodziła w pobliżu Jowisza i jego satelity Io. Na tym montażu Jowisz był sfotografowany w trzech podczerwonych pasmach promieniowania, co spowodowało, że Wielka Czerwona Plama jest prawie biała. Ale pięknie widać podobne do huraganów owale i inne turbulencje w skomplikowanej atmosferze tej planety.

Cyfrowo nałożony obraz Io jest w kolorach naturalnych. Jego powierzchnię pokrywają szron i siarkowa lava. Widac też pióropusz wybucha wulkanu Tvashtar, który rozprasza światło słoneczne na niebiesko.

Spotkanie sondy News Horizons z Plutonem jest planowane na rok 2015.

Fot. NASA, Johns Hopkins U., APL, SWRI

Urania

4/2008 (736)

tom LXXIX

lipiec—sierpień

POSTĘPY ASTRONOMII

- Satelita astronomiczny MOST
- Migracja planet
- Podróże zwierząt w Kosmos
- Najważniejsze potrzeby aparaturowe astronomii polskiej

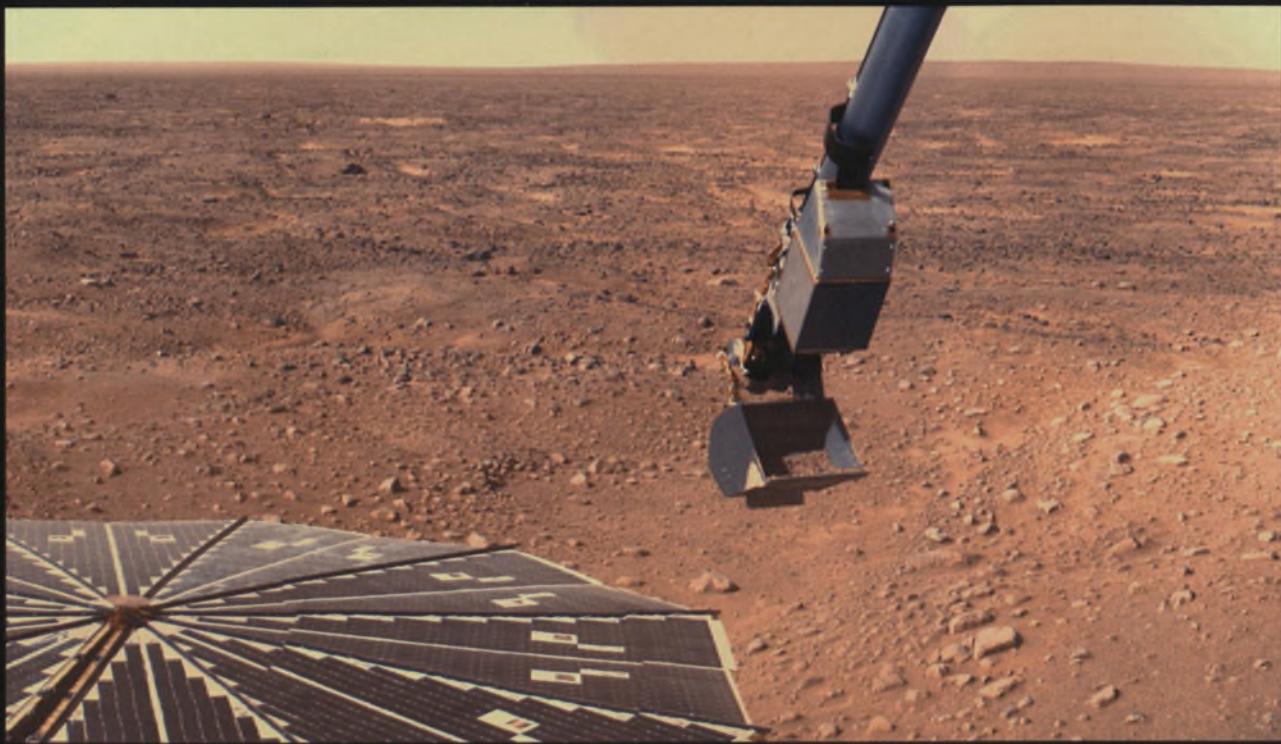


Feniks na Marsie



Źródło: Kenneth Kremer,
Marco Di Lorenzo NASA/JPL/
UA/Max Planck Institute/Aviation
Week & Space Technology

Ten obraz przekazała kamera umieszczona na ramieniu koparki lądownika w dniu 31 maja 2008 r. Widać na nim jedną z nóg lądownika i teren bezpośrednio pod nim. Działające w czasie lądowania rakietowe silniki hamujące wydmuchały piasek i pył zalegający na powierzchni planety i odsłoniły skałę. Najbardziej intrugujący jest jasny, gładki i błyszczący obszar o nieregularnych kształtach z wgłębieniem dokładnie pod silnikiem hamowania. Czyżby to już był lód częściowo wytopiony przez działający silnik?



Panorama Marsa widziana z pokładu lądownika Feniks. Na pierwszym planie fragment baterii słonecznej i ramię koparki. Jak widać, łyżka koparki zagarnęła już nieco marsjańskiej gleby, aby przenieść ją i wysypać do jednego z pieców. Tam bę-

dzie podgrzewana, pieczona i „obrabiana” w różny sposób, abyśmy mogli poznać jej skład i naturę.

Źródło: NASA/JPL/Uniwersytet Arizony/Texas A&M/James Canvin

Szanowni i Drodzy Czytelnicy,

Bieżący zeszyt otwiera opis satelity astronomicznego MOST i jego dokonań. Autorem tego artykułu jest pomysłodawca i jeden z głównych realizatorów omawianego satelity, prof. Sławomir Ruciński z Toronto w Kanadzie. MOST ciągle pracuje i przynosi nie tylko nowe rezultaty badawcze, ale i chwałę, i zaszczyty jego twórcom. Pragniemy tym artykułem przybliżyć Państwu epizod badań satelitarnych gwiazd z udziałem Polaków, który był u nas mało znany.



fot. A. Dauksza-Wisniewska

Wiele miejsca w „Uranii” poświęcaliśmy planetom i systemom planetarnym wokół innych niż Słońce gwiazd. Od odkrycia pierwszej egzoplanety wokół 51 Peg stało się jasne, że odkryta planeta nie mogła powstać w tym miejscu, w tej odległości od gwiazdy, gdzie ją znaleźli odkrywcy. A więc planeta tam zawędrowała? Jakie są przyczyny takiej wędrówki? Jak wędrują planety masywne, a jak planety o mniejszych masach? O tych problemach pisze Piotr Dziadura z Torunia w artykule pt. „Migracja planet”. Fascynujący jest ten świat!

Jednymi z bohaterów „podboju Kosmosu”, o których na ogół bardzo mało się mówi, są zwierzęta. W misjach orbitalnych i suborbitalnych wzięło udział o wiele więcej zwierząt niż ludzi i oczywiście o wiele więcej z nich zginęło. W artykule „Podróże zwierząt w Kosmos” Anna Serafin z Bochni dokonuje systematycznego przeglądu udziału zwierząt w torowaniu człowiekowski drogi w Kosmos, a my tym wspomnieniem pragniemy oddać im cześć i podziękowanie.

Tak jak zapowiedzieliśmy, publikujemy w tym zeszycie (s. 169–174) „Uranii” memorial na temat „Najważniejsze potrzeby aparaturowe astronomii polskiej w latach 2008–2025”, uchwalony przez Komitet Astronomii PAN, który został złożony na ręce wiceministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego prof. Jerzego Duszyńskiego w dniu 3 kwietnia 2008 r. Jestem przekonany, że jest to jeden z najważniejszych dokumentów na temat potrzeb polskiej astronomii, jaki powstał po dawno już minionym Roku Kopernikowskim 1973.

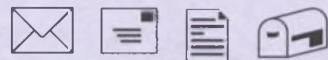
W „Astronomii w szkole” publikujemy zadania zawodów III stopnia LI Olimpiady Astronomicznej wraz z rozwiązaniami. Czy może być lepsza lekcja astronomii? Mamy nadzieję, że uważna ich lektura przybliży Państwu problemy współczesnej astronomii i zachęci młodzież do uczestnictwa w olimpijskich zawodach astronomicznych. W „Galerii galaktyk” pan Darek Graczyk ogranicza się tylko do omówienia jednej galaktyki — galaktyki NGC 4449.

Jak zwykle znajdziecie Państwo w tym zeszycie kalendarzyk astronomiczny, opracowany przez Tomasza Ściążora, z omówieniem zjawisk na niebie, jakie będą we wrześniu i październiku, felieton muzyczny Jacka Drążkowskiego, wskazanie ciekawych obiektów i stron internetowych, recenzję książki „Objaśnienie Wszechświata” oraz parę nowości astronomicznych.

Życzę Państwu owocnej lektury i gwiazdistego, wakacyjnego nieba

Toruń, w czerwcu 2008 r.





Szanowny Panie,

Pragnę podzielić się z Państwą swoją pasją, jaką jest astronomia. Zainteresowanie tą piękną nauką pojawiło się przeszło 32 lata temu w szkole średniej. Wpadł mi w ręce przypadkowo artykuł związany z astronomią, przeczytałem go i bardzo mnie zainteresował. Byłem pod wrażeniem i tak rozpoczęła się moja przygoda z astronomią. Początki były ciężkie, było mi trudno zdobyć jakieś książki związane z tą nauką, nie mówiąc o jakimkolwiek instrumencie do obserwacji nieba, ale im większe trudności mnie spotykały, tym większy miałem zapał. Powiedziałem sobie: ja muszę cokolwiek zdobyć. Powoli, krok po kroku nabywałem książki, kupiłem płyty szklane i materiały potrzebne do szlifowania lustra. Smolię szewską nabyłem u szewca. Problem stanowił proszek do polerowania, ale też go zdobyłem. Zacząłem szlifować lustro, spędzałem dużo czasu przy tej pracy. Nic mnie nie interesowało, chciałem jak najszybciej je zrobić. Przypominałam sobie taki moment, że pewnego dnia przyjechała do nas rodzina, ja nawet nie przeszędłem, byłem tak bardzo pochłonięty szlifowaniem. Przeszedł moment, że ukończyłem lustro o średnicy 150 mm, ogniskowa 1500 mm, wysłałem do naprawiania i zacząłem budo-

wać swój pierwszy teleskop Newtona. Wszystko robiłem z desek i ze sklejki w miarę możliwości i tak po dwóch miesiącach miałem swoje cacko. Zacząłem prawdziwą przygodę z niebem. Spędziłem bardzo dużo czasu na oglądaniu go i poznawaniu, zacząłem systematycznie obserwować Słońce i notować wszelkie zmiany, jakie na nim zachodziły w postaci plam i pochodni. Do tej pory posiadam wszystkie moje dzienniki obserwacyjne od 1977 r. W miarę upływu lat moje pragnienia były jeszcze większe, chciałem posiadać większy instrument i oczywiście obserwatorium. Tak się dobrze złożyło, że należałem do Towarzystwa Obserwatorów Słońca założonego przez Pana Szymańskiego. Po jego śmierci miałem możliwość nabycia optyki z Towarzystwa, lustra głównego średnicy 350 mm i wtórnego 112 mm, za co jestem wdzięczny. Podjąłem jesienią 1994 r. budowę teleskopu systemu Cassegraina-Nasmytha, jak i równocześnie budowę obserwatorium. Było to nowe wyzwanie. W garażu zacząłem wykonywać konstrukcję kopuły z kątowników o średnicy 3 m, wyginając je i spawając, dorabiając wszystkie niezbędne rzeczy. Z pomocą żonu znowu żony wykonałem tę pracę. Była jeszcze zima, luty, ale dość łagodny. Na wiosnę, gdy zrobiło się ciepło, wykończyłem pomieszczenie pod obserwatorium, podmurowując go, no i oczywiście tynki, malowanie, podłoga i montaż teleskopu. Wszystko ukończył we wrześniu 1995 r. Teleskop, jaki posiadałem, miał takie parametry: średnica lustra głównego

Tu może być reklama Twojej Firmy!

Nasz cennik jest następujący:

cała strona kolorowa: 1000,00 zł

cała strona czarno-biała: 400,00 zł

Przy mniejszych formatach dla stron czarno-białych:

1/2 s.: 300,00 zł

1/4 s.: 200,00 zł

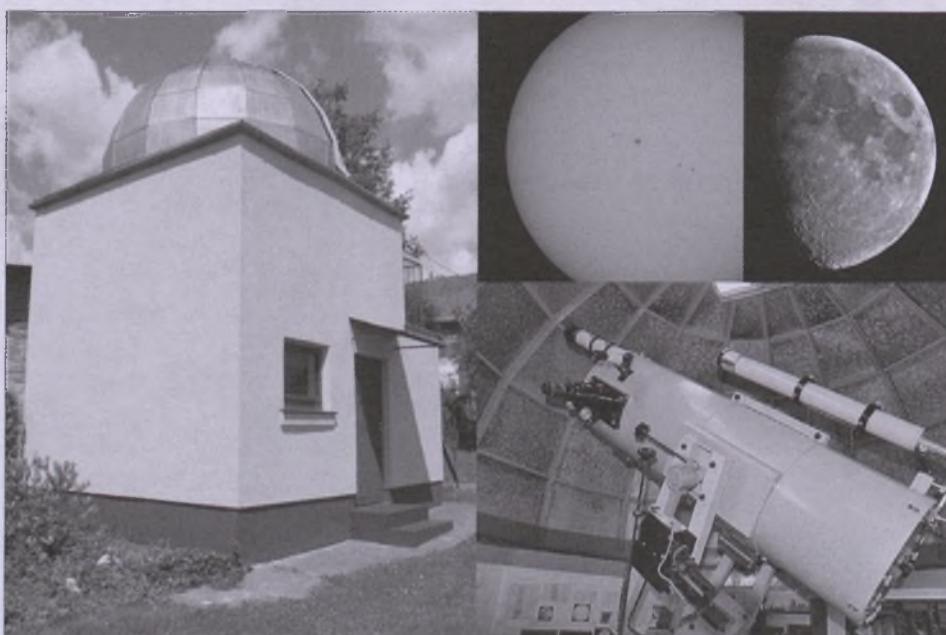
1/8 s.: 100,00 zł — ten rozmiar traktujemy jako najmniejszy „moduł”.

Podobnie jest ze stroną kolorową.

Istnieje możliwość negocjowania warunków.

Zapraszamy na nasze łamy!

dniach pracy po południu powstał szkielet, który przetransportowałem w lutym 1995 r. na miejsce przyszłego obserwatorium. Problemem dla mnie było pokrycie czaszy blachą. Nie miałem o tym pojęcia, ale po rozmowach z fachowcami i próbach felcowania blachy przygotowałem odpowiednie narzędzia, dorabiając wszystkie niezbędne rzeczy. Z pomocą żonu znowu żony wykonałem tę pracę. Była jeszcze zima, luty, ale dość łagodny. Na wiosnę, gdy zrobiło się ciepło, wykończyłem pomieszczenie pod obserwatorium, podmurowując go, no i oczywiście tynki, malowanie, podłoga i montaż teleskopu. Wszystko ukończył we wrześniu 1995 r. Teleskop, jaki posiadałem, miał takie parametry: średnica lustra głównego 350 mm, wtórnego 112 mm, ogniskowa 6300 mm, na nim lunety średnicy 70, 50, 40 mm o ogniskowej odpowiednio 800, 270, 140. Całość prowadzenia teleskopu była za pomocą śrub mikrometrycznych. Całe popołudnia po powrocie z pracy spędzałem przy obserwatorium albo teleskopie. Po paru latach obserwacji nieba doszedłem do wniosku, że należy zmienić jego parametry, wykonać go bardziej czułym, aby można było obserwować słabe obiekty. Przebudowałem cały instrument łącznie z optyką. W chwili obecnej jest to teleskop Newtona o średnicy 350 mm i F 4,5 zaopatrzony w dwa celowniki; jeden z nich o średnicy 70 mm i ogniskowej 800 mm służy również do obserwacji Słońca, ekranie słoneczne, filtr do robienia zdjęć Słońca, okulary LVW 22 mm, LVW 13 mm, LVW 8 mm, silniki do mikroruchów. Całość teleskopu, jak i kopuły, sterowana pilotem. Teleskop ten daje wspaniałe obrazy, a pogodne noce spędzone przy nim są czymś wyjątkowym. Teraz mogę podziwiać wspaniałe piękno Wszechświata i tę harmonię, jaka w nim panuje. Szkoda tylko, że ludzie nie potrafią tego dostrzec, zastawiając nas, miłośników, coraz to większą ilością zbędnych, naprawdę zbędnych światel. Swoim teleskopem prowadzę obserwacje Słońca, wysyłając prace do Towarzystwa Obserwatorów Słońca i The British Astronomical Association. Do tej pory wykonałem 4403 obserwacji, jak również obserwa-



Obserwatorium w Nehrybce, reflektor Newtona 350 mm oraz zrobione nim zdjęcia. Fot. A. Chrapek

Dokończenie na s. 190.

Urania

POSTĘPY ASTRONOMII

(PL ISSN 0032-5414/ 0042-07-94)

Dwumiesięcznik poświęcony upowszechnianiu wiedzy astronomicznej. Czasopismo powstało z połączenia się „Uranii” — dotychczasowego miesięcznika PTMA, ukazującego się od 1922 r. i „Postępów Astronomii” — dotychczasowego kwartalnika PTA, wychodzącego od 1953 r. Patronat: Polskie Towarzystwo Astronomiczne i Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii. Zachowana zostaje dotychczasowa numeracja „Uranii”. Pismo jest częściowo finansowane przez MNiSzW.

Nakład: 1500 egz.

Redaktor Naczelny:

Andrzej Woszczyk, CA UMK Toruń

Zespół Redakcyjny:

Marek Gołębiewski, CA UMK Toruń
Magdalena Kożuchowska, CAMK Warszawa
Adam Michalec, UJ/PTMA Kraków
Roman Schreiber, CBK PAN

**Opracowanie graficzne
i skład komputerowy:**

Jacek Drążkowski

Korekta:

Bożena Wyrzykowska

Adres Redakcji:

Uniwersytet Mikołaja Kopernika
Centrum Astronomiczne
ul. Gagarina 11
87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 52
fax. (0-56) 611 30 08

Poczta elektroniczna (E-mail address):
aw@astro.uni.torun.pl
urania@astro.uni.torun.pl

Adres WWW:

<http://urania.pta.edu.pl>
<http://urania.camk.edu.pl>

Druk:

Zakład Poligraficzno-Wydawniczy
POZKAL, Inowrocław

Dystrybucja:

Karolina Zawada, CA UMK,
ul. Gagarina 11, 87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 14

E-mail: urania@astro.uni.torun.pl

Prenumerata w roku 2008 kosztuje 54 zł.
Można również zamawiać pojedyncze zeszyty
w cenie 10 zł.

Polskie Towarzystwo Astronomiczne

Zarząd Główny – Sekretariat
ul. Bartycza 18, 00-716 Warszawa
tel. (0-22) 841 00 41 wewn. 146
E-mail: hania@camk.edu.pl
WWW: www.pta.edu.pl

Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii
Zarząd Główny

ul. Miodowa 13 m. 35, 31-055 Kraków
tel. (0-12) 422 38 92
E-mail: ptma@oa.uj.edu.pl
WWW: ptma.astronomia.pl

Numer zamknięto w czerwcu roku 2008

* Materiałów nie zamówionych Redakcja nie zwraca, a wykorzystując zastrzeżenia sobie prawo do ich redagowania i skracania
* Przedruk materiałów i zdjęć tylko za zgodą Redakcji. * Opinie i poglądy formułowane przez Redakcję i Autorów nie reprezentują oficjalnego stanowiska obu patronujących nam Towarzystw *

W NUMERZE

148 Satelita astronomiczny MOST

Sławomir Ruciński

MOST — to jeden z najmniejszych satelitów astronomicznych. Jego teleskop ma średnicę 15 cm i jego celem są ciągle (do 2 miesięcy) obserwacje fotometryczne gwiazd z dużą dokładnością. Pomysłodawcą tego kosmicznego obserwatorium wielkości niewielkiej walizki i członkiem zespołu jego budowniczych jest Autor tego artykułu. Gorąco polecam jego lekturę

156 Migracja planet

Piotr Dziadura

Myśląc o naszym Układzie Słonecznym, sądzimy, że mamy do czynienia ze stabilnym, niezmiennym układem planet, od wieków tak samo krążących wokół Słońca. Tymczasem już odkrycie pierwszej planety (wokół 51 Peg), która znajduje się 20 razy bliżej swego słońca niż Ziemia, uświadomiła badaczom fakt, że ta planeta nie mogła powstać tam, gdzie się obecnie znajduje. A więc tam zawędrowała? Jakie są przyczyny wędrowki planet? Jak wędrują planety masywne? Czy tak samo wędrują planety o małych masach? Co będzie w przyszłości z planetami naszego Układu?

160 Podróże zwierząt w Kosmos

Anna Serafin

Jednymi z cichych bohaterów podboju Kosmosu są zwierzęta. To one, jako pierwsze, torowały drogę człowieku w Kosmos. Co więcej, w misjach orbitalnych i suborbitalnych wzięło udział o wiele więcej zwierząt niż ludzi i oczywiście o wiele więcej z nich zginęło. Autorka dokonuje systematycznego przeglądu udziału zwierząt w torowaniu człowieka drogi w Kosmos. A publikując ten artykuł, pragniemy oddać im część i złożyć podziękowanie

w kolorze: Feniks na Marsie (o.II); Kolizje galaktyk (w. I); Ciemne obłoki Wielkiej Mgławicy w Kiliu (w.II–III); Galeria Uranii (w. IV, o. III); Dwuramienna spirala Mlecznej Drogi (o.IV)

159 **rozmaistości:** „Phoenix” wylądował na Marsie! (159); TORUŃ wśród gwiazd (165); Zwarze galaktyki we wczesnym Wszechświecie (166); Nadchodzi era kosmicznych żaglowców (189); Zapomniany skarb (189)

167 **z kraju i ze świata:** Astronomia XXI wieku i jej nauczanie (167); Najważniejsze potrzeby aparaturowe astronomii polskiej w latach 2008–2025 (169)

175 **astronomia w szkole:** Zadania zawodów III stopnia z rozwiązaniami — LI Olimpiada Astronomiczna

181 **galeria obiektów NGC:** NGC 4449

184 **kalendarz astronomiczny 2008:** Wrzesień — październik

190 **recenzje:** John M. Charap „OBJAŚNIANIE WSZECHŚWIATA. Fizyka XXI wieku”

191 **astronomia i muzyka:** Gwiazdy dźwiękami malowane

192 **relaks z Uranią:** Krzyżówka

192 **ciekawe strony internetowe**

NA OKŁADCE

Fotomontaż pokazujący lądownik Feniks (Phoenix Mars Lander) w arktycznym krajobrazie miejsca jego lądowania na Marsie. Jego autorem jest Corby Waste — pracownik Laboratorium Napędu Odrzutowego w Pasadenie, którego prace ilustrowały niejedną marsjańską misję.

Lądownik jest w kształcie stołu wspartego na 3 nogach, a na nim całe laboratorium: dobrze widoczne jest ramię koparki, która będzie zbierała glebę marsjańską i wsypywała do pieców i innych przyrządów, kamery robiące i przekazujące na Ziemię zdjęcia okolicy lądowania i gruntu w pobliżu, itp. Pod blatem stołu znajdują się silniki hamujące, które odegrały istotną rolę w przebiegu lądowania Feniksa na Marsie. Dwie ośmiokątne płaszczyzny to baterie słoneczne zapewniające stacji prąd elektryczny.

*Satelita astronomiczny **MOST***

MOST — co to jest?

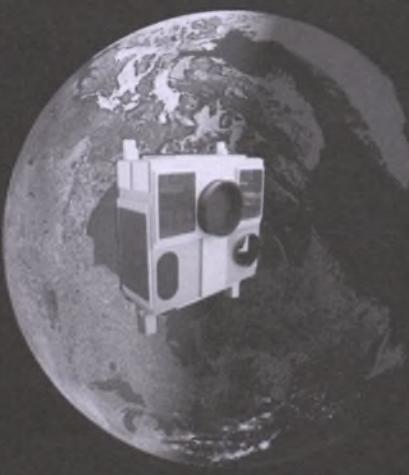
Mija właśnie 5 lat od umieszczenia na orbicie satelity MOST. Wśród znaczej w tej chwili liczby satelitów astronomicznych jest on z jednej strony raczej zwykły, gdyż wykonuje fotometrię gwiazd w świetle optycznym, lecz z drugiej strony wyjątkowy — bo bardzo mały. Ma on zresztą polskie „koneksje” poprzez autora tych słów (o tym na końcu artykułu), więc warto go opisać, póki jeszcze ciągle działa, jako że zamierzony czas jego pracy dwu lat już dawno minął...

MOST (*Microvariability and Oscillations of Stars albo Microvariabilite et Oscillations Stellaires*) jest małym (60×60×24cm) i tamim (10 mln \$ kanadyjskich, o tym dalej) satelitą astronomicznym. Jego instrument to 15-cm teleskop Maksutowa z detektorem CCD i jednym filtrem optycznym. Konstrukcja i szczególna orbita zaprojektowane zostały tak, aby można było obserwować fotometrycznie, w sposób ciągły, przez tygodnie do 2 miesięcy, pojedyncze, jasne gwiazdy z nieba ekliptycznego. Wymagana dokładność obserwacji

była z założenia lepsza od 0,001 mag. (0,1%) na pojedynczy, 10-sekundowy pomiar gwiazdy jaśniejszej od 6 mag.

MOST nie zbiera obrazów nieba i ma tylko jeden cel, którym jest wysoka dokładność pomiarów fotometrycznych i ciągłość obserwacji jednego obiektu. Rozszerzenie obserwacji na kilka, a obecnie nawet na kilkadziesiąt obiektów pola CCD jest swego rodzaju „bonusem”. W pewnym sensie MOST to zaprzeczenie słynnego Hubble Space Telescope: jest mały, podczas gdy HST ma wielkość autobusu, i może obserwować bez przerw, zaś HST przez 2/3 swojej 90-minutowej orbity patrzy w Ziemię i musi za każdym obiegiem na nowo odszukać swój obszar do obserwacji.

MOST w momencie wystrzelenia w roku 2003 był pierwszym całkowicie kanadyjskim satelitą naukowym po długiej, 30-letniej przerwie, po bardzo obiecujących początkach. Przez ostatnie lata większość naukowych eksperymentów kanadyjskich dokonywano albo z pokładów satelitów amerykańskich, albo jako udział częściowy Ka-



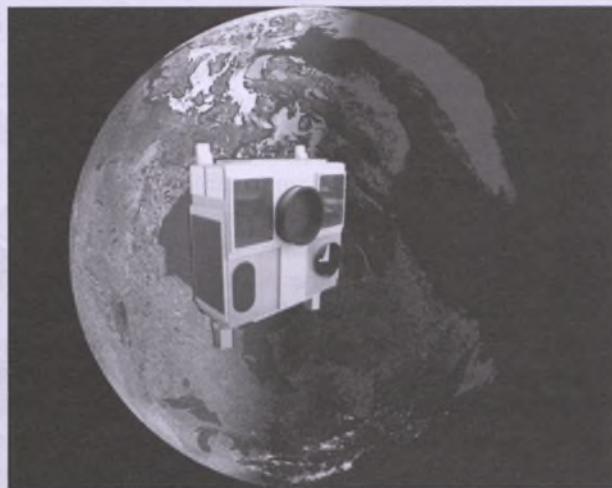
nady w takich przedsięwzięciach¹. Należący do klasy „mikrosatelitów” (poniżej 100 kg), jest najmniejszym ze wszystkich satelitów astronomicznych. Zaprzeczał od początku ustalonemu przed dziesiątki lat poglądowi, że sonda astronomiczna musi być okazały i kosztowny, głównie ze względu na wysoki poziom stabilizacji, co zwykle najłatwiej było zapewnić przez duży moment bezwładności, a więc dużą masę i znaczne rozmiary.

Konstrukcja i orbita

MOST jest wielkości dużej walizki. Przy tak małych rozmiarach zasadniczą rolę odgrywa system trzyosiowej, precyzyjnej stabilizacji. Osiagnięto to przez użycie zupełnie nowatorskich, miniaturowych kół reakcyjnych (reaction wheels). Są to szybko wirujące cylindryczne „koła zamachowe” o średnicy kilku centymetrów, które mogą w ułamku sekundy zmieniać tempo obrotu i w ten sposób spowodować przeciwną reakcję satelity w sensie zachowania całkowitego momentu pędu. Konstrukcja niesmarowalnych łożysk (w przestrzeni smary odpierają) i systemu kontroli była znacznym osiągnięciem firmy Dynacon w Toronto, która po sukcesie MOST stała się światowym autorytetem i głównym wykonawcą systemów stabilizacji dla małych satelitów.

Kół reakcyjnych w MOST jest w sumie cztery, z trzema ustawionymi ortogonalnie i czwartym, skośnym, zaspasowym. Koła reakcyjne są jedynym ruchomym elementem satelity i będą pierwsze, które się popsują, stąd to czwarte zapasowe. Oprócz kół satelita zawiera system pomiaru ziemskiego pola magnetycznego i duże cewki wokół całego korpusu satelity, w których może płynąć zmienny lub stały prąd elektryczny oddziaływujący z ziemskim polem. Wspólne działanie kół reakcyjnych i momentu magnetycznego satelity zapewnia stabilizację kątową MOST-a i nieczęste (kilkańście razy do roku) zmiany obserwowanego obiektu.

Założona konstrukcyjnie stabilizacja miała być na poziomie lepszym niż 15 sekund łuku. Wielu czytelników z pewnością jest zaskoczona tak niskimi wy-



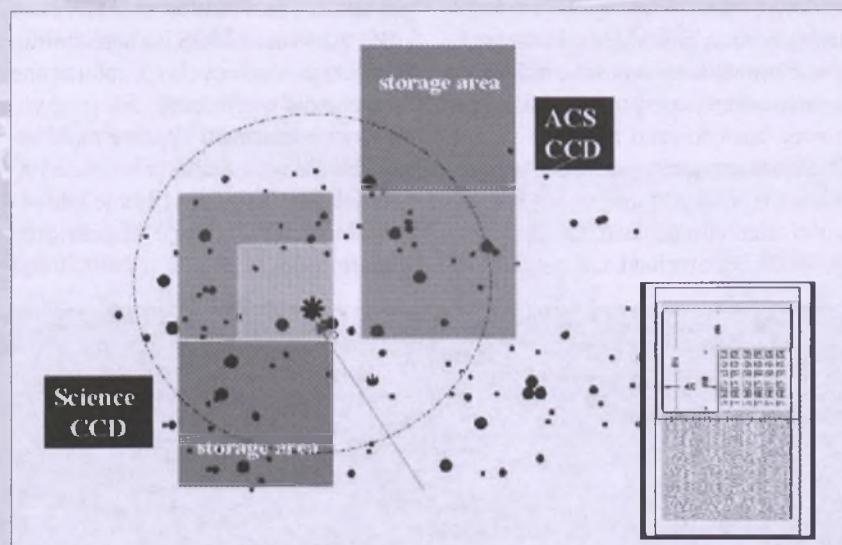
Rys. 1. Oto jak wygląda MOST. 15-cm teleskop jest umieszczony poziomo w dolnej części satelity i patrzy na niebo przez „peryskop” (45-stopniowe lustro) z otwartym tutaj zabezpieczeniem przeciwslonecznym. Prostokąt z zaokrąglonymi końcami z lewej strony to element pasywnego chłodzenia CCD. Brzegi satelity i cała druga, oświetlona przez Słońce strona, są pokryte bateriami słonecznymi. Małe, wystające elementy to magnetometry systemu stabilizacji i anteny. Wyraźny, duży, czarny pierścień nie jest ciekawym elementem: to zaczep mocowania do rakiety podczas startu

maganiami. Przecież nawet małe (>10 cm) lunety zapewniają rozdzielcość kątową lepszą od jednej sekundy łuku. Ale pamiętajmy, że MOST był pierwszym mikrosatelitą, zaś w latach jego konstrukcji (1998–2003) zupełnie nieznane były możliwości stabilizacji mikrosatelitów. Dzięki stopniowemu ulepszaniu programów na pokładzie satelity jego stabilizacja stale poprawiała się i w tej chwili jest na poziomie 10-krotnie lepszym niż zamierzona, a więc wynosi około 1,5 sekundy kątowej. Jest to wielki sukces inżynierów z Dynacon i UTIAS² w Toronto. Gdy jednak projektowano satelitę, 15-se-

¹ Specjalna rola dla nauki kanadyjskiej została ostatnio (w maju 2008 r.) uhonorowana przez przyznanie zespołowi konstrukcyjnemu MOST, w tym niżej podpisanemu, wysoko cenionej „Nagrody Alouette” przez Kanadyjski Instytut Aeronautyki i Przestrzeni Kosmicznej (Canadian Aeronautics and Space Institute), patrz: <http://www.casi.ca/awardsscholarships.aspx>

Alouette był pierwszym satelitą kanadyjskim w 1962 r. i służył do badania zorzy polarnej. W kwietniu 2008 r., prof. Jaymie Matthews został odznaczony Orderem Kanady za osiągnięcia MOST-a.

² Firma Dynacon w Toronto była głównym wykonawcą satelity i dostarczyła system stabilizacji, podczas gdy UTIAS (University of Toronto Institute of Aerospace Studies) dostarczyła taniej, lecz entuzjastycznej robociczny magistrantów i doktorantów. W UTIAS mieści się główna stacja kontroli satelity. Dodatkowe stacje są w UBC, Vancouver i w Obserwatorium Uniwersyteckim w Wiedniu.



Rys. 2. Płaszczyzna ogniskowa MOST-a z zaznaczoną strzałką pozycja Procyona podczas obserwacji. Teleskop daje dobre obrazy w okręgu o średnicy około 1 stopnia. Dwa detektory CCD są tego samego typu i oba działają przez szybki transfer ładunków do zasłoniętej części (kolor ciemnoszary), skąd są wolniej czytowane. CCD do orientacji satelity (zaznaczony jako ACS; ekspozycje 1-sekundowe) przestał działać na wiosnę 2006 r. na skutek uderzenia przez superenergetyczny promień kosmiczny. Od tego czasu naukowy CCD używa gwiazdy w polu bezpośrednich obrazów w kształcie odwróconej litery L, a ekspozycje nie mogą być dłuższe od 2–3 sekund. Macierz 6×6 mikrosoczewek zasłania część tego detektora

kundowa stabilizacja pozycyjna była sporym ograniczeniem koncepcyjnym i konstrukcyjnym.

Teleskop i detektory zostały wykonane w University of British Columbia (UBC) w Vancouver. Aby zapewnić dobrą jakość fotometrii, część detektora została pokryta macierzą mikrosoczewek (soczewki Fabry) rzutujących na CCD obraz lustra satelity. Każda gwiazda obserwowana w tym obszarze detektora odbierana jest jako duży (średnicy ~30 pix) obraz lustra, który jest stały i nie porusza się na płaszczyźnie detektora, gdy satelita dokonuje małe kołysania. Teraz wiemy, że użyto za dużo tych soczewek, bo w rezultacie zbyt duża część detektora jest nieczynna do obserwacji innych gwiazd w polu. Przy obecnej, znacznie lepszej stabilizacji satelity można ich było zupełnie uniknąć lub wystarczyłyby, powiedzmy, 4 takie soczewki do obserwacji najjaśniejszych gwiazd. Ale trudno, stało się...

Orbita MOST-a jest niezwykła: to jedna z orbit słoneczno-synchronicznych („Sun-synchronous”). Nie jest więc stała w przestrzeni, lecz jej płaszczyzna powoli się przemieszcza. Przez dobranie dwóch parametrów: wysokości (w tym wypadku 820 km od powierzchni Ziemi) i kąta nachylenia do równika ziemskiego (tutaj 98,6°, a więc blisko, lecz nieco „poza” biegunem, a więc w przeciwną stronę do rotacji Ziemi) można było uzyskać powolną precesję płaszczyzny orbity w tempie jednego okresu precesji na rok. Dla MOST-a dodatkowo wybrano taką orbitę, aby „śliżgała” się po linii zmroku na Ziemi³. W ten sposób jedna strona satelity jest zawsze oświetlona, zaś druga może paźrzyć w przestrzeń.

Z wysokości 820 km horyzont ziemski jest nisko. W stożku o rozwarciu 56 stopni jeden obiekt może być obserwowany w sposób ciągły nawet przez 2 miesiące. Stożek ten powoli przemieszcza się na niebie i jest skierowany zawsze przeciwne do Słońca. Zakres położen ciągłych obserwacji zawiera się w deklinacjach pomiędzy -19 a +36 stopni. Ale gdy tolerowalne są przerwy w obserwacjach w każdym 103-minu-

towym okresie obiegu satelity, zakres deklinacji może być powiększony.

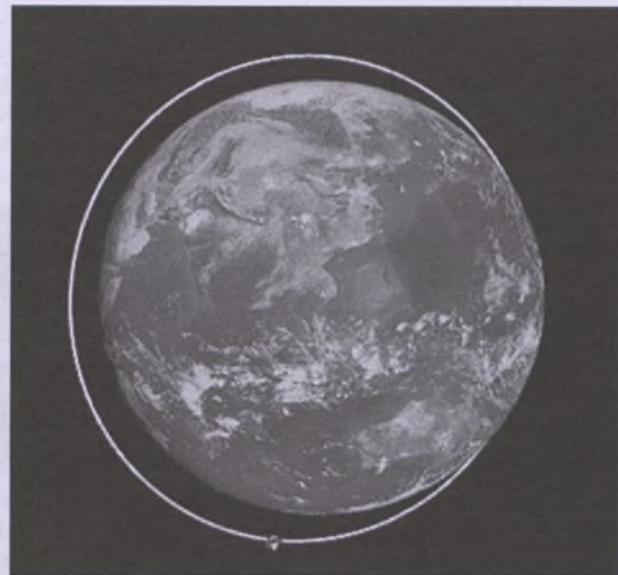
MOST został wyniesiony na orbitę za pomocą rosyjskiej rakiety 30 czerwca 2003 r., w dzień przed świętem narodowym Kanady. Przy okazji umieszczono na orbitach kilka innych małych satelitów, ale MOST był głównym z nich i dyktował parametry startu. Dwa pierwsze stopnie to rakieta balistyczna SS-19 (zasób tych rakiet podlegał stopniowemu niszczeniu w ramach porozumienia o rozbrojeniu), zaś trzeci stopień to bardzo precyzyjny pojazd „Breeze” z możliwością zatrzymywania i uruchamiania silnika. Końcowa orbita była absolutnie doskonała i zapewniała synchroniczność z widocznością Słońca przez kilka lat, z pewnym wyprzedzeniem, tak że teraz, po 5 latach, jest właśnie optymalne ustawienie orbity.

Przy budowie satelity starano się zmniejszyć koszt do minimum. Przykładowo, zamiast występować o kosztowną licencję na wyłączność częstotliwości komunikacji w paśmie radiowym i możliwość wykorzystania techniki cyfrowej, zastosowano modemy i radio działające na metrowych falach amatorskich. Co prawda zmniejszyło to możliwości telemetrii (upload, tzn. do satelity, 9600 kB; download, tzn. z satelity na

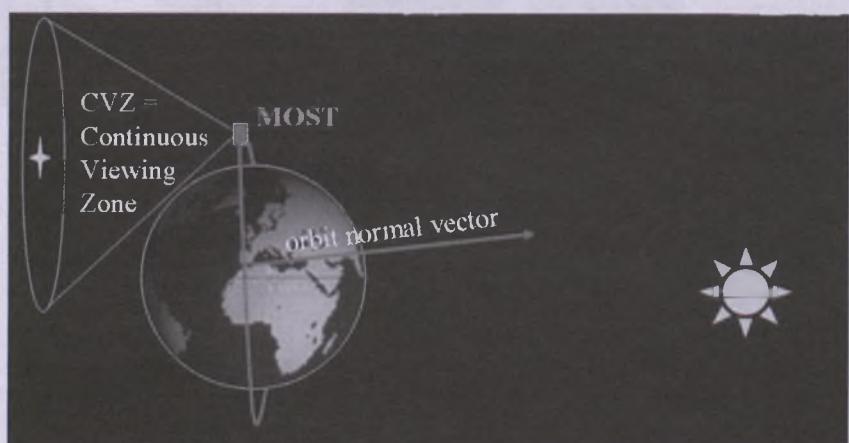
Ziemię, 38 400 kB) i zmusiło do kompresji danych w komputerze satelity oraz użycia 3 stacji odbiorczych (UTIAS w Toronto, Vancouver, Wieden).

Zespół naukowy MOST-a jest mały, zaledwie 8-osobowy. Gdy autor ankietował w 1997 r. kanadyjską społeczność astronomiczną i szukał poparcia dla idei MOST-a, na jego apel zareagowało mało astronomów. Większość uważała przedsięwzięcie za stratę czasu... Zespół techniczny zmieniał się i podczas konstrukcji siegał około 30 osób, ale obecnie składa się z kilku (niskoopłacanych) magistrantów i doktorantów w UTIAS i na UBC. Ale dane z MOST-a analizowało już wielu astronomów, bo po roku są one dostępne dla wszystkich.

Teraz o kosztach. Typowy mały satelita NASA serii Explorer kosztuje 100 mln dolarów. Teleskop Hubble'a kosztował kilka miliardów, ale właściwie nie wiadomo dokładnie ile... MOST był



Rys. 3. Orbita słoneczno-synchroniczna MOST-a jest bardzo bliska linii terminatora na powierzchni Ziemi



Rys. 4. Ze swojej wysokości orbitalnej MOST może obserwować w sposób ciągły, przez okres 2 miesięcy, obiekty nieba równikowego wewnątrz stożka zwanego Continuous Viewing Zone

³ Większość orbit słoneczno-synchronicznych to tzw. orbity poranne na godzinie 10:30. Stwierdzono, że statystycznie jest wtedy najmniej chmur na Ziemi pod satelitą i powierzchnia Ziemi jest najlepiej widoczna.

więc supertani. W tym okresie dolar kanadyjski warty był około 2/3 amerykańskiego, więc koszt był jeszcze niższy. Osiągnięto go głównie przez ograniczenie zespołu technicznego do minimum, szereg uproszczeń (takich jak wspomniana telemetria), użycie „taniej” rakiety (te koszty byłyby jednak obecnie wyższe) i przez entuzjazm wykonawców, którzy nie traktowali MOST-a jako tylko możliwości zarobkowej...

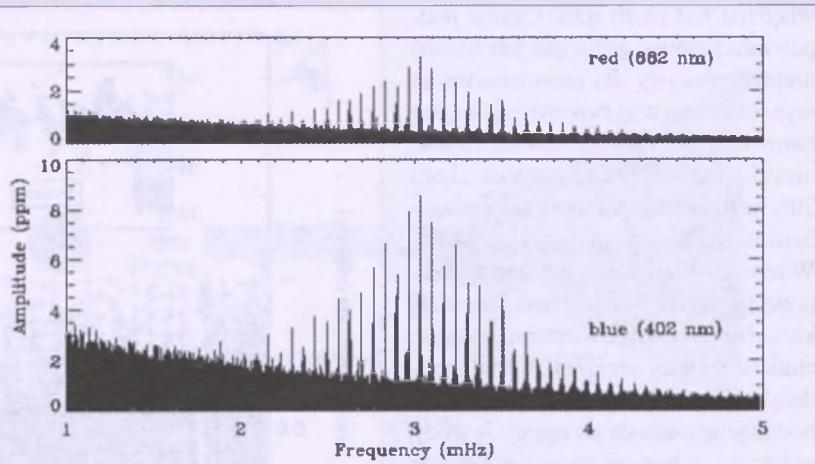
O samym satelicie można jeszcze długo, bardzo długo⁴ ...

Główny cel: pulsacje gwiazd

Zwykle gwiazdy — tak jak glob ziemski — podlegają drganiom. Większość drgań „sejsmicznych” w gwiazdach jest tłumiona, zaś te, które mogą trwać, mają amplitudy zmian jasności na poziomie 10^{-5} średniej jasności gwiazdy. Słońce wykazuje takie drgania, a ich interpretacja dała nam zupełnie niezwykłe możliwości sprawdzenia komputerowych modeli Słońca, ale też ustalenia jak wiruje jego wnętrze, gdzie koncentrują się w nim pola magnetyczne, itd.

Tylko w niektórych, bardzo szczególnych gwiazdach — zwanych po prostu „pulsującymi” — specjalne okoliczności sprzężenia naturalnych drgań mechanicznych z procesami absorpcji i emisji fotonów w zewnętrznych warstwach powodują wzrost obserwowanych amplitud drgań do poziomu 10^{-2} , a nawet 10^{-1} średniej jasności. To cefidy, gwiazdy typu RR Lyrae, Delta Scuti, itd. Ale tych gwiazd jest bardzo mało, średnio jedna na 10^5 zwykłych gwiazd. Choć MOST może je z powodzeniem obserwować, głównym jego celem było wykrycie i charakteryzacja supermałych drgań astrosejsmicznych. Aby to zrobić, dokładność obserwacji musi sprostać wymaganiom wykrycia zmian jasności na poziomie 10^{-6} do 10^{-5} średniej jasności.

Wspomnieliśmy o zamierzonej dokładności pojedynczych obserwacji MOST-a na poziomie 0,001 mag. Skok do dokładności 10^{-6} jest oparty na wykorzystaniu ciągłych obserwacji przez tygodnie, a nawet miesiące i faktu, że drgania są koherentne, tzn. że zachowują fazę i można je składać albo sumować w czasie. W tym sensie MOST spełnił



Rys. 6. Obserwowane drgania sejsmiczne Słońca, tak jak widać by je było z wielkich odległości. Wykres podaje amplitudy drgań (w świetle czerwonym i niebieskim) w funkcji częstotliwości w milihercach (mHz). Amplitudy wyrażone są w milionowych częściach średniej jasności (ppm — part per milion). Rysunek na podstawie Fröhlich i in. (1997)

oczekiwania. Dla bardzo jasnych gwiazd dokładność jest bardzo duża. Poniżej opiszemy dokładniej przypadek bardzo jasnego Procyona.

Podczas gdy wykrycie drgań sejsmicznych typu słonecznych okazało się bardzo trudne na szerszą skalę, MOST przez 4,5 roku swej aktywnej pracy obserwował szereg specjalnych pulsacji, na przykład drgania sejsmiczne czerwonych olbrzymów, pulsacje gwiazd roAp (rapildy oscillating Ap) czy też zupełnie nowo odkryte drgania gwiazd w młodych gromadach gwiazdowych. Obszerne i nadal tylko częściowo zanalizowane wyniki MOST-a na tym głównym jego polu zastosowań wymagałyby osobnego artykułu. Opiszemy więc

poniżej tylko niezwykłą sytuację z drganiem Procyona. Dalej zostaną opisane obiekty bliskie autorowi, ale nie pulsujące: obserwacje młodej gwiazdy z plamami, Kappa1 Ceti, supermłodej gwiazdy typu T Tauri i wreszcie przypadkowo odkrytej ciasnej gwiazdy podwójnej z bardzo dużym mimośrodem orbity.

Procyon

Głównym celem MOST-a było wykrycie drgań astrosejsmicznych Procyona. Jest to jedna z najbliższych gwiazd Ciągu Głównego, a jej szczególnie znaczenie polega na jej masie nieco większej od Słońca. Takich gwiazd jest mało, mniej niż podobnych do Słońca lub mniej masywnych, zaś struktura we-

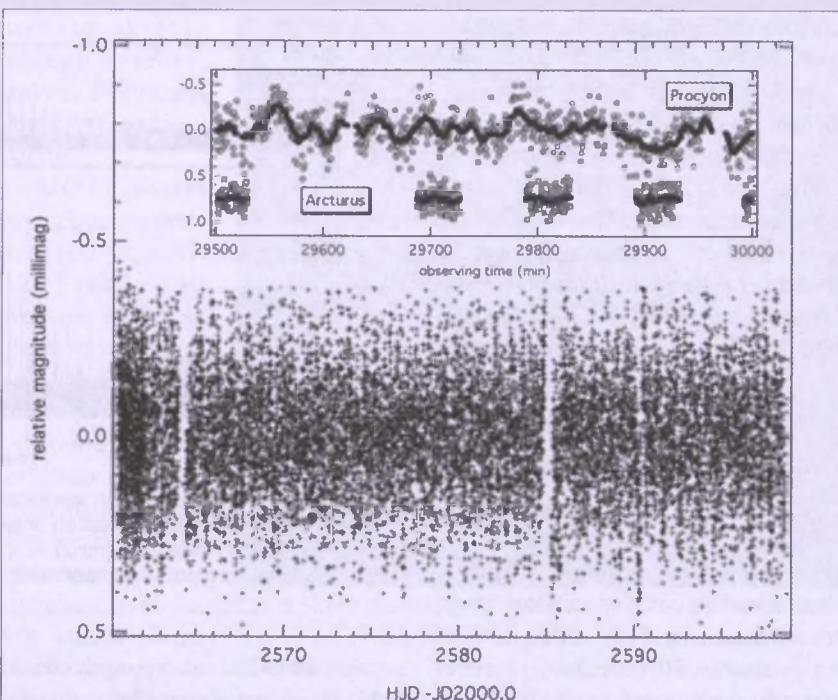


Rys. 5. Zespół naukowy MOST-a. Stoją, od lewej, profesorowie Anthony Moffat (Montreal), Werner Weiss (Wieden), David Guenther (Halifax), Gordon Walker (Vancouver i Victoria), Dimitar Sasselov (Harvard), Rainer Kuschnig (Vancouver, obecnie Wiedeń). Siedzą od lewej: Jaymie Matthews (Principal Investigator) i Sławek Ruciński (Toronto, do 1984 r. Warszawa). Fot. arch. autora

⁴ Pełny opis znajduje się pod: <http://www.astro.ubc.ca/MOST/>

wnętrzna jest nieco inna. Obszar podpowierzchniowy, gdzie gaz jest bardzo nieprzezroczysty dla promieniowania wytwarzanego w głębokim wnętrzu, jest bardzo cienki. Gdy na Słońcu ta tzw. otoczka konwektywna zajmuje około 20% promienia, na Procyonie jest ona bardzo cienka i zajmuje jakieś 2–3%. W otoczeniu konwektywnej gaz z przegrzanego spodu warstwy unosi się wielkimi „bąblami” ku powierzchni, zaś inne chłodne (a więc cięższe) „bąble” opadają w dół. Te intensywne ruchy gazu podobne są nieco do gotującej się wody w garnku, z tym że podobieństwo ma ograniczenia, bo gaz w przeciwnieństwie do wody jest ściśliwy...

Konwektywne ruchy gazu pompują kolosalne ilości energii mechanicznej do zewnętrznych warstw gwiazdy i mogą wzbudzać drgania. Przewidywania oparte o modele komputerowe struktury Procyona kazały oczekiwac tam oscylacji większych niż na Słońcu ze względu na szybszy ruch elementów gazu i intensywniejszą penetrację przez warstwę konwektywną. Zresztą drgania takie już były raportowane, ale każda nowa seria obserwacji naziemnych dawała inne okresowości i amplitudy drgań. Niezgodność obserwacji tłumaczono bez-



Rys. 7. Zmiany jasności Procyona obserwowane przez MOST w roku 2007. Jednostką osi pionowej jest 0,001 mag., zaś czas jest wyrażony w minutach

sprzecznym wpływem ziemskiej atmosfery i trudnościami instrumentalnymi. Oscylacje sejsmiczne Procyona były więc głównym celem MOST-a — patrząc na eksperyment oczami fizyków, którzy konstruują przyrząd, aby osiągnąć określony cel — uzasadniały całkowicie skonstruowanie i wystrzelanie MOST-a.

Po półrocznych próbach i obserwacjach szeregu obiektów, aby poznać ograniczenia satelity, w styczniu 2004 r. podjęto obserwacje Procyona. Po miesiącu, ku ogólnemu zaskoczeniu, nie wykryto NIC, zupełnie NIC... Procyon nie wykazywał drgań na poziomie mniejszym niż 5×10^{-6} średniej jasności.

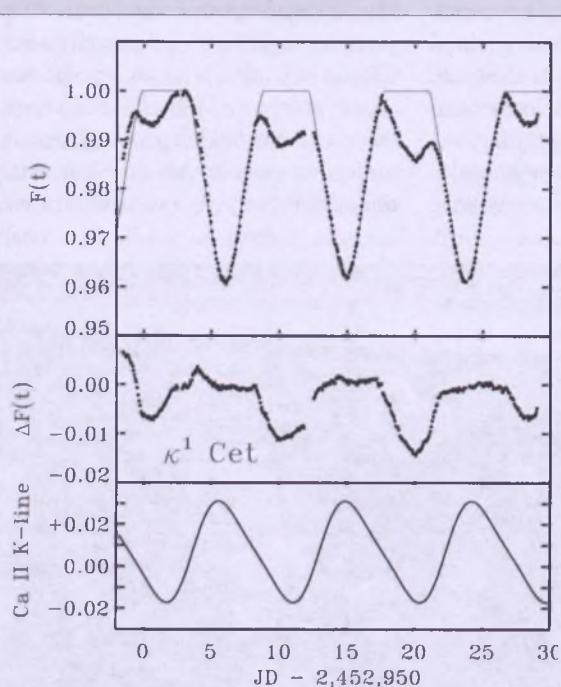
Komplikacją jest, że podlegają one zmianom w czasie: w skali kilku dni drgania te mogą powstać, trwać i zostać stłumione, aby pojawić się w nieco innych częstotliwościach (Guenther i in. 2008). Koherencja drgań jest więc mała, a obraz całości inny niż dla Słońca; powodem jest prawdopodobnie bezpośredni wpływ ruchów konwektywnych gazu na drgania.

był coraz lepiej zdefiniowany. Ale też, po opublikowaniu pracy raportującej brak oscylacji (Matthews i in. 2004), zespół MOST-a napotykał coraz silniejsze krytyki (zwłaszcza ze strony poprzednich odkrywców drgań, tych którzy używali obserwacje naziemne) za brak należytej kontroli jakości obserwacji i kontroli efektów instrumentalnych.

Teraz już wydaje się jasne: z różnych powodów (biedzą się z tym teraz teoretycy), drgania Procyona są małe, ale wykrywalne przez MOST-a na poziomie 2×10^{-6} średniej jasności. Komplikacją jest, że podlegają one zmianom w czasie: w skali kilku dni drgania te mogą powstać, trwać i zostać stłumione, aby pojawić się w nieco innych częstotliwościach (Guenther i in. 2008). Koherencja drgań jest więc mała, a obraz całości inny niż dla Słońca; powodem jest prawdopodobnie bezpośredni wpływ ruchów konwektywnych gazu na drgania.

Kappa1 Ceti

Jednym z pierwszych obiektów obserwowanych przez MOST, jeszcze w okresie prób, przed obserwacjami Procyona, była gwiazda Kappa1 Ceti. Jest to stosunkowo młoda gwiazda, bo jej wiek ocenia się na około 650 mln lat. Jeżeli więc Słońce, z wiekiem 4,5 mld lat, można porównać do dorosłej osoby (powiedzmy 45-letniej), to Kappa1 Ceti ma według tego porównania 6,5 roku.



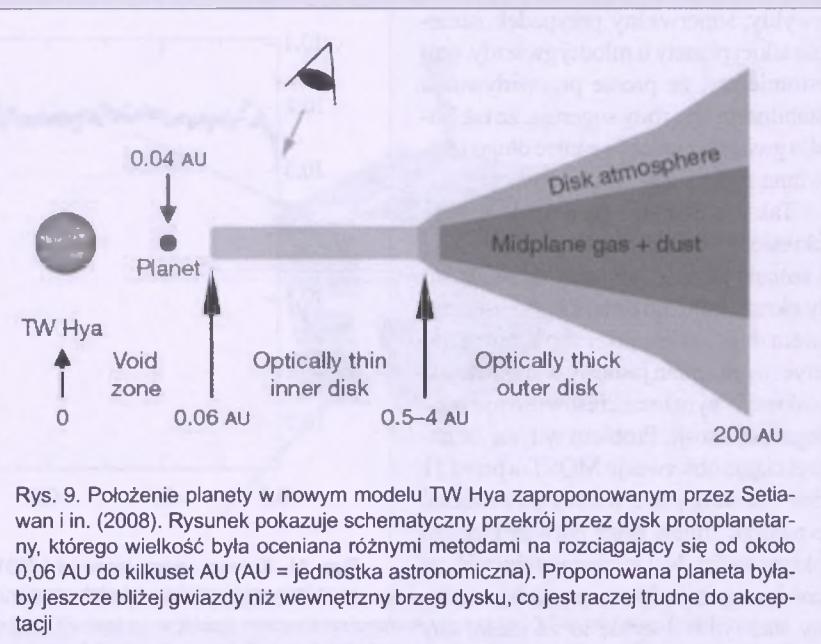
Rys. 8. Zmiany jasności Kappa1 Ceti obserwowane przez MOST (góra część). Po odjęciu układu jednej plamy rotującej z okresem 8,9 dni (część środkowa) pozostała zmienność, którą można interpretować jako modulacja przez plamę rotującą z okresem 9,3 dni. Część najniższa rysunku podaje schematycznie zmiany aktywności chromosferycznej obserwowanej spektroskopowo 2 miesiące wcześniej

I rzeczywiście zachowuje się aktywnie: wiruje szybko, wykazuje aktywność chromosferyczną i koronalną i ma duże plamy. Poprzednie obserwacje wskazywały na obrót w ciało około 9,1 dni, ale przerwy dzienne w obserwacjach uniemożliwiały dokładne ustalenie okresu rotacji gwiazdy.

Dzięki ciągłym obserwacjom przeprowadzonym przez MOST udało się ustalić, że na powierzchni są dwie duże plamy poruszające się z nieco odmiennymi okresami. Przez dokładne modelowanie zmian jasności (Ruciński i in. 2004) udało się nie tylko ustalić okresy rotacji tych plam, ale też ocenić, gdzie są one umieszczone na powierzchni gwiazdy. Najwyraźniej prawo rotacji jest takie jak na Słońcu: plama bliższa równika wiruje szybciej. Przypadek Kappa Cet jest w tej chwili najbardziej bezpośrednim potwierdzeniem tego rodzaju rotacji dla innych gwiazd.

TW Hya

W 1978 r. astronom amerykański George Herbig zasugerował, że izolowana, czerwona gwiazda zmienna TW Hya może być gwiazdą typu T Tauri. Takie bardzo młode (typowo młodsze niż 1 — 10 mln lat) gwiazdy zawsze występują blisko chmur materii międzygwiazdowej, więc jej izolowane położenie na niebie było całkowicie niezrozumiałe. Obserwacje w European Southern Observatory (dzięki umiejętności autora przeczytania po rosyjsku



Rys. 9. Położenie planety w nowym modelu TW Hya zaproponowanym przez Setiawan i in. (2008). Rysunek pokazuje schematyczny przekrój przez dysk protoplanetarny, którego wielkość była oceniana różnymi metodami na rozciągający się od około 0,06 AU do kilkuset AU (AU = jednostka astronomiczna). Proponowana planeta byłaby jeszcze bliżej gwiazdy niż wewnętrzny brzeg dysku, co jest raczej trudne do akceptacji

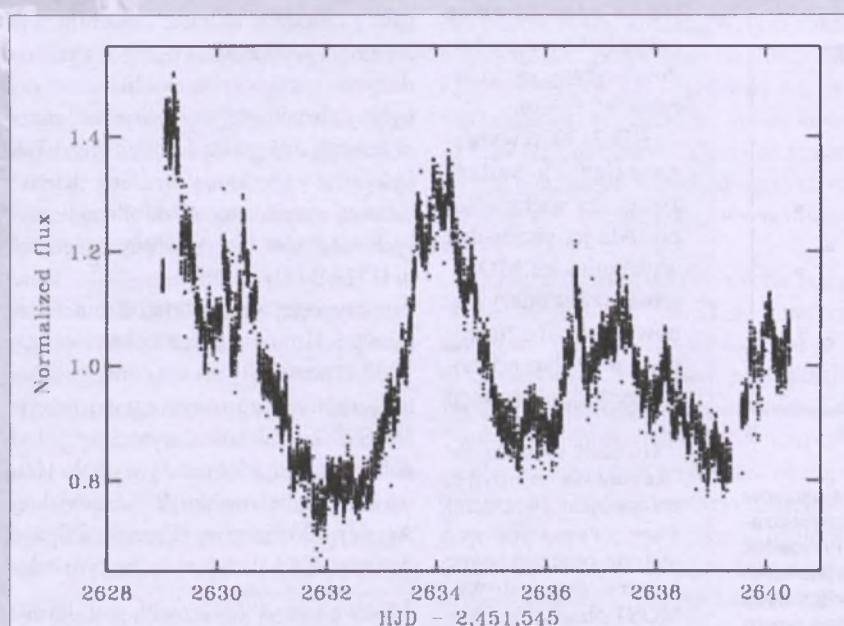
dosyć ukrytej w publikacjach armeńskich prac Herbiga) 5 lat później potwierdziły, że bez wątpienia jest to gwiazda typu T Tauri (Rucinski & Krautter 1983). Ale późniejsze poszukiwania radiowe na falach milimetrowych wykonane przez autora nie przyniosły wykrycia materii w okolicach TW Hya. Sytuacja była raczej tajemniczą...

W 1989 r. de la Reza w Brazylii stwierdził, że w dużym obszarze południowego nieba wokół TW Hya występują młode gwiazdy, ale nie tak młode, z wiekiem ocenianym na 20–30 mln lat. Ta nowo zdefiniowana TWA (TW Hya Association) liczy w tej chwili około

25 członków, jest najbliższym nas obszarem występowania młodych gwiazd (średnia odległość 73 parseki). TW Hya jest wśród nich wyjątkowo młoda, więc najwyraźniej powstała najpóźniej i nadal przyjmuje materię ze swojej najbliższej okolicy.

Akrecja materii na TW Hya, jak również szereg innych procesów wynikających z szybkiej rotacji gwiazdy i jej intensywnie generowanych pól magnetycznych, powodują zmiany jasności z amplitudą około 20% w części widzialnej widma. Mimo że akrecja zachodzi poprzez dysk, w którym obieg materii musi zachodzić okresowo, zmiany jasności TW Hya nie są proste. Raportowane okresowości w różnych okresach czasu to, licząc od najkrótszej: 0,21, 2,0, 2,8, 2,85, 2,88, 4,4 i 9,05 dnia. Żadna jednak nie była obserwowana dwa razy...

Niedawno pomiary prędkości radialnej wykonane na wiosnę 2007 r. za pomocą superprecyzyjnego spektrografu FEROS na 2,2-m teleskopie na La Silla w Chile⁵ wykazały bardzo dobrze zdefiniowaną okresowość 3,56 dnia. Autorzy (Setiawan i in. 2008) od razu opublikowali te wyniki w prestiżowym „Nature”. Interpretacja tej okresowości opierała się na założeniu, że bardzo blisko gwiazdy, tuż przy jej powierzchni obiega masywna planeta, której istnienie powoduje modulacje prędkości radialnej gwiazdy. Byłby to zupełnie nie-



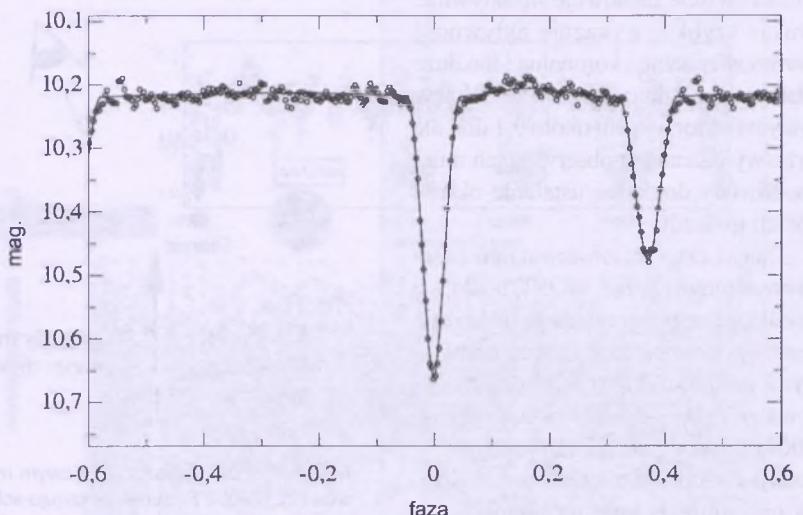
Rys. 10. Zmiany jasności TW Hya obserwowane przez MOST. Spodziewane były zmiany nieregularne, ale dosyć wyraźnie widać ukrytą zmienność z okresem 3,6 dni

⁵ Jest to teleskop Instytutu Maksa Plancka w European Southern Observatory w Chile.

zwykły, superważny przypadek istnienia takiej planety u młodej gwiazdy, tym istotniejszy, że proste przewidywania stabilności jej orbity sugerują, że tak blisko gwiazdy nie może istnieć dugo i powinna zaraz spaść na gwiazdę.

Tak się złożyło, że właśnie w tym okresie MOST też obserwował TW Hya i zmiany jasności gwiazdy też wykazały okres około 3,6 dnia. Choć zamierzeniem było scharakteryzowanie chaotycznych zmian jasności wynikających z akrecji, wyraźna okresowość nie podlegała dyskusji. Problem w tym, że nawet ciągłe obserwacje MOST-a przez 11 dni nie mogą nic więcej powiedzieć o naturze zmian, poza potwierdzeniem okresowości. Nie można wykluczyć, że coś innego niż planeta powoduje zmiany, zaś tylko 3 cykle to za mało, aby w pełni potwierdzić okresowość.

Na wiosnę 2008 r. MOST przeprowadził długie, trwające cały miesiąc, ciągłe obserwacje TW Hya. I tu zaskoczenie: nie ma śladu po okresie 3,6-dniowym... Jeżeli jest coś, to słaba okresowość około dwudniowa... Czy planeta zniknęła? Czy też, co wydaje się bardziej prawdopodobne, nigdy jej tam nie było, a to, co zaobserwowano poprzednio, było zgęszczeniem w dysku akrecyjnym, które chwilowo obiegalo gwiazdę z dosyć dobrze zdefiniowanym okresem? Autor pracuje obecnie nad tymi danymi, które wymagają szczególnej uwagi ze względu na ważność problemu.



Rys. 11. Krzywa zmian jasności HD313926. Warto zwrócić uwagę, że gwiazdy są wyraźnie zniekształcone (eliptyczne), gdy są najbliżej siebie, w peryastronie orbity

Gwiazda zaćmieniowa z dużym mimośrodkiem orbity

Podczas obserwacji gwiazdy Wolfa-Rayeta⁶ WR111 jedna z gwiazd prowadzenia satelity („guide star”) HD 313926 wykazała zmienność zaćmieniową, z okresem 2,27 dnia. Minimum wtórne (płytsze) jest w tej gwiazdzie przesunięte z oczekiwanej fazy 0,5, sugerując ekscentryczność orbity. Analiza zmian jasności wykazała, że ta nowo odkryta gwiazda ma bardzo duży mimośród orbitalny, $e = 0,21$, co jest niezwykłe dla tak krótkiego okresu (Rucinski i in. 2007).

Gdy okres orbitalny jest krótki, a więc gdy gwiazdy są blisko siebie, ich wzajemne oddziaływanie przypływowe powoduje szybką „cyrkularyzację” orbity.

HD 313926 wymaga dalszych badań, zwłaszcza spektroskopii. Ale jej przypadek wykazuje, że MOST może nawet odkrywać nowe gwiazdy zmienne, a nie tylko podnosić precyzyję obserwacji

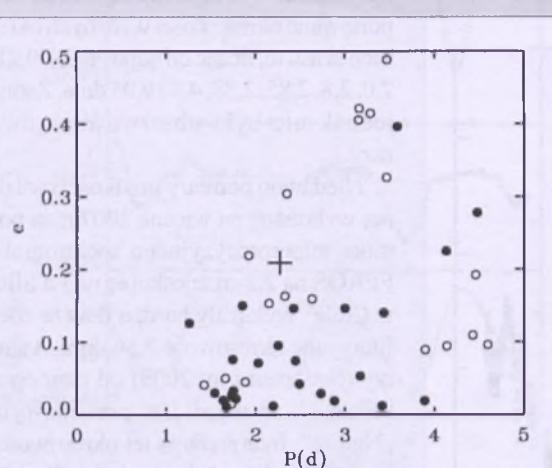
obiektów już dobrze znanych i poprzednio analizowanych.

Udział autora

W latach 1987 do 1997 autor pracował w (nieistniejącym obecnie) Institute for Space and Terrestrial Science (ISTS) w Toronto, gdzie miał okazję spotykać się z wieloma inżynierami i specjalistami w dziedzinie konstrukcji satelitów i instrumentów orbitalnych. Od wystrzelenia Sputnika-1 w 1957 r., które nastąpiło gdy był miłośnikiem astronomii w szkole średniej i aktywnie obserwował gwiazdy zmienne, zawsze nosił się z marzeniem o umieszczeniu na orbicie małego teleskopu do obserwacji gwiazd zmiennych. Ale inżynierowie chłodzili te zapały: stabilizacja 3-osiowa wymagała według ich zdania dużych, masywnych satelitów, te zaś byłyby zbyt drogie, aby uzasadnić koszt obserwacjami gwiazd zmiennych. Tak było aż do spotkania z dr. inż. Kieran Carroll, specjalistą od stabilizacji małych satelitów, który wtedy pracował w UTIAS i Dynacon.

Cotygodniowe, kilkugodzinne rozmowy z Kiranem przez kilka miesięcy 1997 r. pozwoliły na ustalenie geometrii satelity i jego wymaganej orbity.

MOST⁷, tak jak został wystrzelony, był dokładnie taki, jak opisany w około 100-stronicowym wniosku do Kanadyjskiej Agencji Kosmicznej (Canadian Space Agency, CSA)⁸. Niestety, w tym wła-



Rys. 12. Mimośród gwiazd podwójnych dla okresów dłuższych od jednego dnia. Widać wyraźnie zmniejszanie się mimośrodu dla ciasnych systemów. Przypadek HD 313926 zaznaczony jest krzyżkiem. Otwarte kółka odpowiadają (mniejszym) gwiazdom typów widmowych A do G, podczas gdy kółka pełne odpowiadają typom widmowym O do B, które są duże i masywne. HD313926 jest typu około B5

⁶ Gwiazdy typu Wolfa-Rayeta są młodymi, masywnymi gwiazdami intensywnie tracącymi materię przez aktywne wiatry gwiazdowe. MOST obserwował kilka z nich w celu charakteryzacji niestabilności w tych wiatrach.

⁷ Nazwę wymyślił obecny PI, prof. Jaymie Matthews.

⁸ Podczas konstrukcji do zasadniczego planu dodane zostały tylko soczewki Fabry.

śnie pamiętnym 1997 r. ISTS przestał istnieć przez nagle uciecie finansowania przez prowincję Ontario i autor podjął pracę w obserwatorium na Hawajach. Prawdę mówiąc, autor tych słów przestał wtedy myśleć o projekcie MOST, będąc całkowicie zaabsorbowany poznawaniem niezwykłych warunków pracy w Canada-France-Hawaii Telescope (CFHT)⁹...

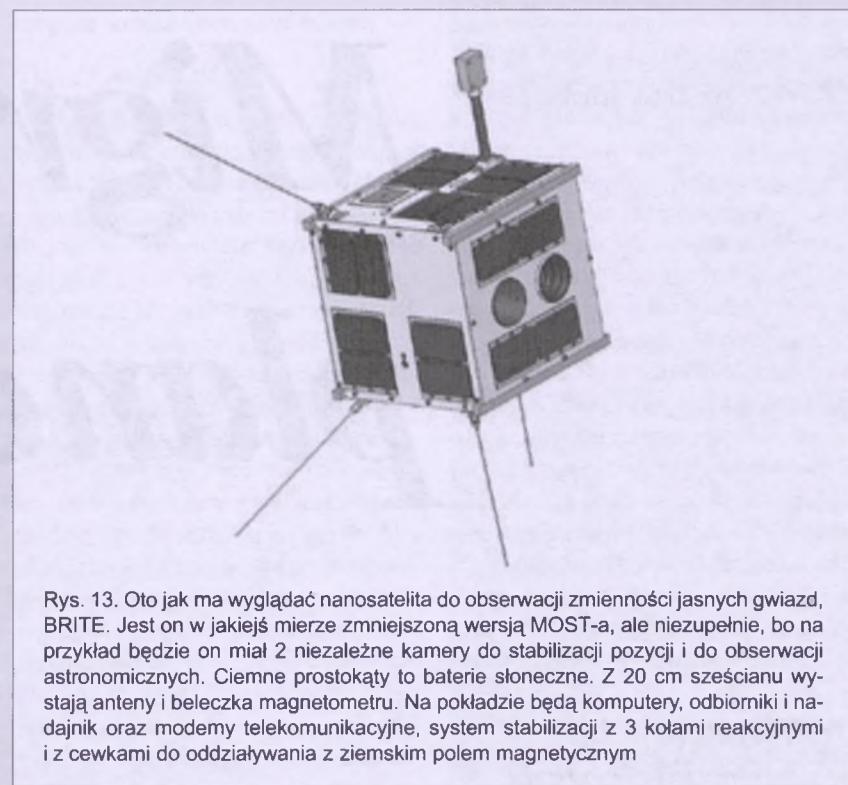
Niespodziewanie, w 1998 r., jak grom z jasnego nieba przyszła wiadomość o przyznaniu funduszy na budowę satelity. Aby uratować projekt, jego prowadzenie zostało przekazane profesorowi Jaymie Matthews w University of British Columbia w Vancouver. Autor pozostał w zespole naukowym jako użytkownik satelity a również jako „ojciec” pomysłu, co jest zresztą zawsze notowane i należycie honorowane (patrz notatka u dołu strony ... o Nagrodzie Alouette).

Co dalej? BRITE!

Do chwili obecnej MOST był ustawiany na 95 miejsc na niebie i zaobserwował zmienność około 1500 gwiazd. Tylko około 15% materiału obserwacyjnego została zanalizowana, owocując 38 publikacjami (plus 8 w przygotowaniu). Satelita obserwuje dalej i może jeszcze z powodzeniem działać 3 do 5 lat, bo tak jest oceniany przebieg utraty wydajności baterii słonecznych z czasem. Oczywiście może przestać działać każdego dnia: uczy nas tego utrata detektora CCD używanego do stabilizacji satelity. Może też zatrzeć się jedno z kół reaktywnych, ale obserwacje byłyby niemożliwe, gdyby stanęły na raz dwa koła.

Doświadczenie z MOST-em stworzyło dalsze możliwości. W roku 2004, pozostając nadal w doskonałych relacjach z zespołem UTIAS, autor zaproponował skonstruowanie nanosatelity do obserwacji najjaśniejszych gwiazd nieba. Jest paradoksem, że wśród tych gwiazd jest najwięcej niepewności co do ich fotometrii, a to głównie przez kłopoty z uwzględnieniem absorpcji atmosferycznej podczas obserwacji naziemnych, podczas których konieczne jest porównywanie jasności gwiazd przez duże odległości kątowe na niebie. Mały nanosatelita (definicją jest waga poniżej

⁹ W styczniu 2000 r. autor powrócił do Toronto, gdzie został profesorem na Uniwersytecie Torontońskim i dyrektorem David Dunlap Observatory.



Rys. 13. Oto jak ma wyglądać nanosatelita do obserwacji zmienności jasnych gwiazd, BRITE. Jest on w jakiejś mierze zmniejszoną wersją MOST-a, ale niezupełnie, bo na przykład będzie on miał 2 niezależne kamery do stabilizacji pozycji i do obserwacji astronomicznych. Ciemne prostokąty to baterie słoneczne. Z 20 cm sześcianu wystają anteny i beleczka magnetometru. Na pokładzie będą komputery, odbiorniki i nadajnik oraz modemy telekomunikacyjne, system stabilizacji z 3 kołami reaktywnymi i z cewkami do oddziaływania z ziemskim polem magnetycznym

10 kg i małe rozmiary, tutaj 20×20×20 cm) z teleskopem soczewkowym z dużym polem widzenia może to rozwiązać. Projekt nanosatelity do astronomii, BRITE, złożony w Agencji Kosmicznej jakoś nie mógł ruszyć z miejsca, za to współpracownik z zespołu MOST-a, prof. Werner Weiss z Wiednia, na podstawie naszych dokumentacji uzyskał w roku 2007 fundusze na budowę dwu kopii BRITE-a, których wykonanie dobiega już końca (w UTIAS, drugi z pomocą UTIAS w Austrii). Wszystko to ma chyba dobry koniec. W tym roku CSA ogłosiła przyznanie funduszy na kanadyjskie BRITE-y. Okazuje się, że Hiszpania ma też dołączyć się do konstelacji tych satelitów. Więcej na temat programu nanosatelitów budowanych w UTIAS na stronie <http://www.utias-sfl.net/>

Orbita kolejnych BRITE-ów nie będą tak szczególna jak MOST-a, a raczej uzależnione od tego „co się da uzyskać” w ramach niskich kosztów, przy okazji wystrzeliwania większych satelitów. Ze względu na nieoptymalne orbity, ich praca nie będzie ciągła, lecz przez co najmniej 15% z 100-minutowej orbity. Planuje się wysyłanie kilku satelitów w konstelacji zapewniającej lepsze pokrycie czasowe i parami: kamera każdego BRITE-a będzie miała jeden niezmienny filtr barwny, niebieski albo czerwony.

Więcej szczegółów można znaleźć w następujących publikacjach

Frohlich, C. i inni, 1997, Solar Physcis, 170, 1.

Matthews, J. M. i inni, 2004, Nature, 430, 51.

Guenther, D. B. i in., 2008, złożone do Astroph.J.

Rucinski, S. M. i inni, 2004, Publ. Astr. Soc. Pacific, 116, 1093.

Rucinski, S. M. & Krautter, J., 1983, Astron. & Astroph., 121, 217.

Setiawan, J. i inni, 2008, Nature, 451, 38.

Rucinski, S. M. i in., 2007, Mon. Not. Roy. Astr. Soc., 380, 63.

Autor jest profesorem astrofizyki na Uniwersytecie w Toronto (Kanada) i od początku 2000 r. dyrektorem tamtejszego Obserwatorium Davida Dunlapa (DDO Observatory). Do 1984 r. był pracownikiem Obserwatorium Uniwersytetu Warszawskiego. Główną dziedziną Jego zainteresowań badawczych jest fotometria astronomiczna

Migracja planet

*Jeśli wybierasz się
w podróż, niech będzie
to podróż dобра*

Zbigniew Herbert „Podróż”

Kiedy myślimy o Układzie Słonecznym, często mamy przed oczami stabilny układ dziewięciu ciał — Słońca i ośmiu planet. Myślimy o tym jak o czymś trwałym, stabilnym, niezmiennym. Jednak już w końcu lat 70. XX w. spodziewano się, że jest możliwe, by w trakcie ewolucji młodego układu planetarnego planety zmniejszały swoją odległość do gwiazdy, wokół której powstają. Jakże wydawnie zostało to potwierdzone wraz z odkryciem w 1995 r. pierwszej planety, krążącej wokół gwiazdy podobnej do Słońca, która obiega swoje słońce w niewiele ponad 4 dni! Ten drugi składnik w układzie 51 Pegasi znajduje się w odległości 0,05 j.a., czyli 20-krotnie bliżej Słońca niż Ziemia, a nawet dużo bliżej niż Merkury, który znajduje się w średniej odległości 0,38 j.a., a ponieważ nasza najmniejsza planeta waży przeszło 5 500 razy mniej niż Jowisz (ok. 0,055 masy Ziemi), stało się oczywiste, że ten pierwszy z „gorących jowiszy” nie powstał w miejscu, w którym został „przyłapany” przez swoich odkrywców. Planeta nie mogła powstać tak blisko macierzystej gwiazdy ze względu na panującą tam temperaturę, uniemożliwiającą powstanie skalistego jądra ga-

zowego olbrzyma, które następnie zakreowałyby gazową otoczkę — jak to się powszechnie przyjmuje w scenariuszu powstawania planet.

Od tamtego momentu uczeni starają się odpowiedzieć na następujące pytania: Jakie są przyczyny tej wędrówki planet? Jak przemieszczają się planety masywne, a jak te o mniejszych masach? Ile trwa ich wędrówka? I jak może się skończyć? Na takie pytanie astronomowie starają się odpowiedzieć, wykorzystując coraz to bogatsze w dane obserwacje, ale też wykorzystując coraz większe możliwości komputerów, jak i możliwości kodów numerycznych oraz symulując zachowania planet w dysku gazowym otaczającym młodą gwiazdę.

Pojęcie migracji planet dotyczy tak naprawdę jakiekolwiek zmiany orbity planety/protoplanety. Chciałbym tu podać dwa klasyczne typy tych zmian, czyli tzw. typ pierwszy i drugi migracji, i dodatkowo powiedzieć coś o stosunkowo niedawno znalezionej możliwości tzw. szybkiej migracji nazywanej też trzecim typem migracji.

Typ I migracji

Już na początku pracy nad zjawiskiem przemieszczania się planet roz-

różniono dwa typy migracji. Pierwszeemu reżimowi migracji podlegają małomasywne planety, o masach nie przekraczających kilkunastu mas Ziemi. Scenariusz ten pojawił się już pod koniec lat 70. Gdy taka planeta zaczyna oddziaływać z dyskiem gazowym, rozpoczyna się wymiana momentu pędu i w konsekwencji migracja planety ku gwieździe. Planeta „zanurzona” w dysku gazowym będzie wywoływała w nim na skutek rezonansu Limblada fale gęstości i w ten sposób zmieniała swoje parametry orbitalne. To, jak szybko planeta zmierza w stronę gwiazdy, ustalono za pomocą symulacji numerycznych tego zjawiska. Ustalono zależność temperatury migracji od gęstości dysku, masy planety, rozkładu materii i wysokości dysku (stosunek odległości od centrum do wysokości w danym miejscu). Wszystkie te parametry są zmieniane w symulacjach, aby zobaczyć, jak wpływają na skalę czasową procesu. Dla typowych wartości otrzymuje się kilkaset lat.

Jeżeli chcemy rzetelnie dowiedzieć się, jak tworzą się planety i jaki jest stan naszej wiedzy na ten temat, należałoby w tym miejscu zadać sobie co najmniej dwa pytania: jak skala czasowa migracji ma się do czasu utworzenia samej planety? Jakie procesy mogą powodować zatrzymanie się planety przed spadnięciem na gwiazdę? Czas, w jakim planety się tworzą, jest krótszy od otrzymanych kilkuset lat (J. Papaloizou, R. Nelson i inni, 2006). Pojawia się więc pewien problem, jeśli założymy scenariusz, w którym gazowe planety powstają poprzez akcję gazu na skaliste jądra o masach ok. kilkunastu mas Ziemi. Uwzględnienie większej ilości zjawisk (takich jak samograwitacja dysku gazowego, ekscentryczność orbit, transport promienisty — jego wpływ na rozkład gazu) prowadzi do zmniejszenia niezgodności pomiędzy migracją a akcją, jednak w dalszym ciągu należałoby zastanowić się, co jeszcze mogłoby wyjaśnić tę rozbieżność. Są także inne procesy, których w symulacjach nie uwzględnia się w stopniu zadowalającym (np. pole magnetyczne, zarówno to gwiazdowe, jak i pole obecne w dysku gazowym). Także one mogą prowadzić do wydłużenia czasu podróży planety w stronę gwiazdy. Jeśli chodzi o drugie pytanie, będzie ono także istotne przy II typie migracji, więc postaramy się znaleźć odpowiedzi czy podać wskaźówki

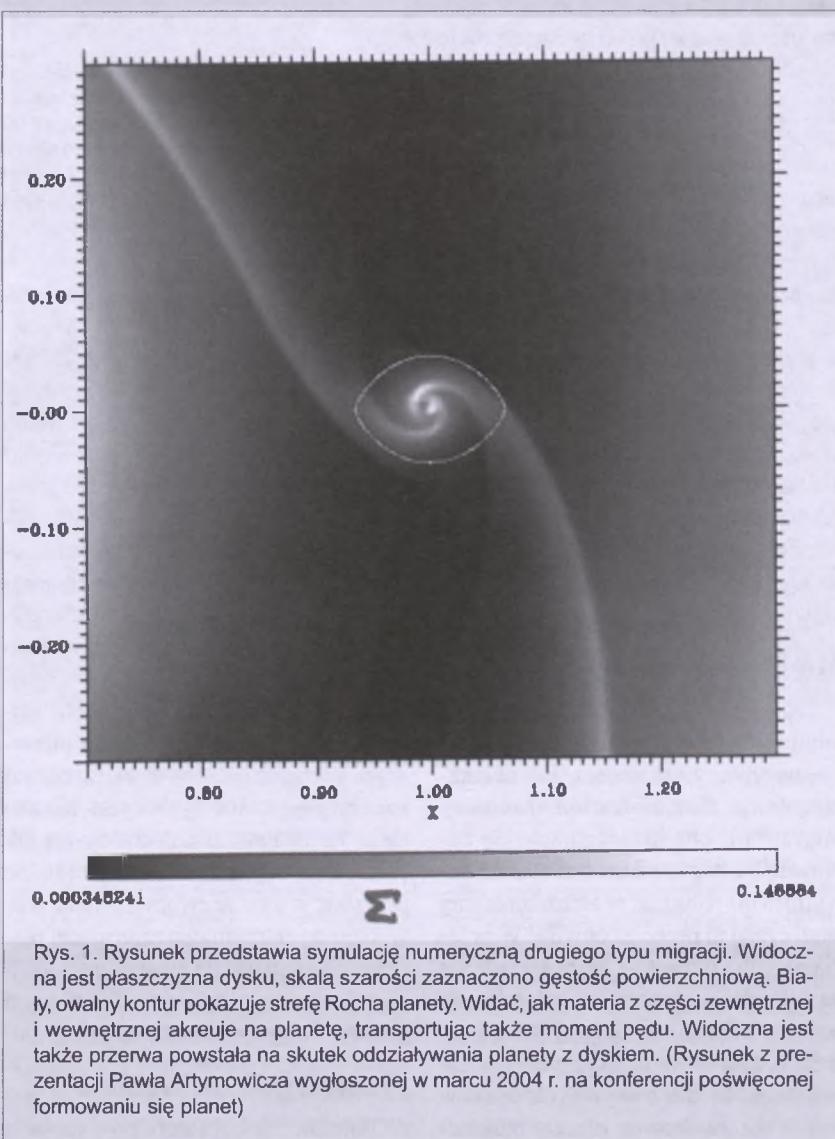
mogące do nich prowadzić później.

Typ II migracji

O drugim rodzaju migracji mówimy wtedy, gdy mamy do czynienia z małym planetą (o masie porównywalnej z masą Jowisza). Wtedy zaburzenie, które jest wywoływanie przez planetę w dysku gazowym, nie może być już traktowane jako zaburzenie liniowe (tak jak ma to miejsce w przypadku pierwszego typu). Wtedy na skutek wymiany momentu pędu tworzy się przerwa w dysku gazowym, w której orbituje planeta. Jednak nie traci ona całkowicie kontaktu z dyskiem, materia akreuje na planetę, opadając na nią po spirali. Aby określić, kiedy ma miejsce drugi typ migracji, należy porównać promień Hilla z grubością dysku (promień Hilla — promień określający „strefę wpływów” planety: $R_H = a(M^*/M_p)^{1/3}$, gdzie a jest półosią planety, M^* — masą gwiazdy, a M_p — masą planety). Także analizu-

jąc tempo wymiany momentu pędu pomiędzy dyskiem a protoplanetą poprzez oddziaływanie grawitacyjne i poprzez lepkość (J. Papaloizou, C. Terquem, 2005), oba podejścia prowadzą do podobnego kryterium na masę planety (a dokładniej na stosunek masy planety do masy gwiazdy). Planeta ma być kilka tysięcy razy lżejsza od swojego słońca, czyli w przypadku Słońca byłaby to planeta o masie niewiele mniejszej od masy Jowisza. Także dla tego rodzaju przemieszczania się planet przeprowadza się symulacje numeryczne, aby lepiej zrozumieć, jak to zjawisko zachodzi. Na ich podstawie określa się np. skalę czasową tej wędrówki. Obliczenia te dają wynik kilkudziesięciu tysięcy lat, co znów jest porównywalne z czasem tworzenia się planet. Przykładowy wynik takiej symulacji jest przedstawiony na rys. 2.

Teraz zastanówmy się nad procesami mogącymi zatrzymać planetę przed

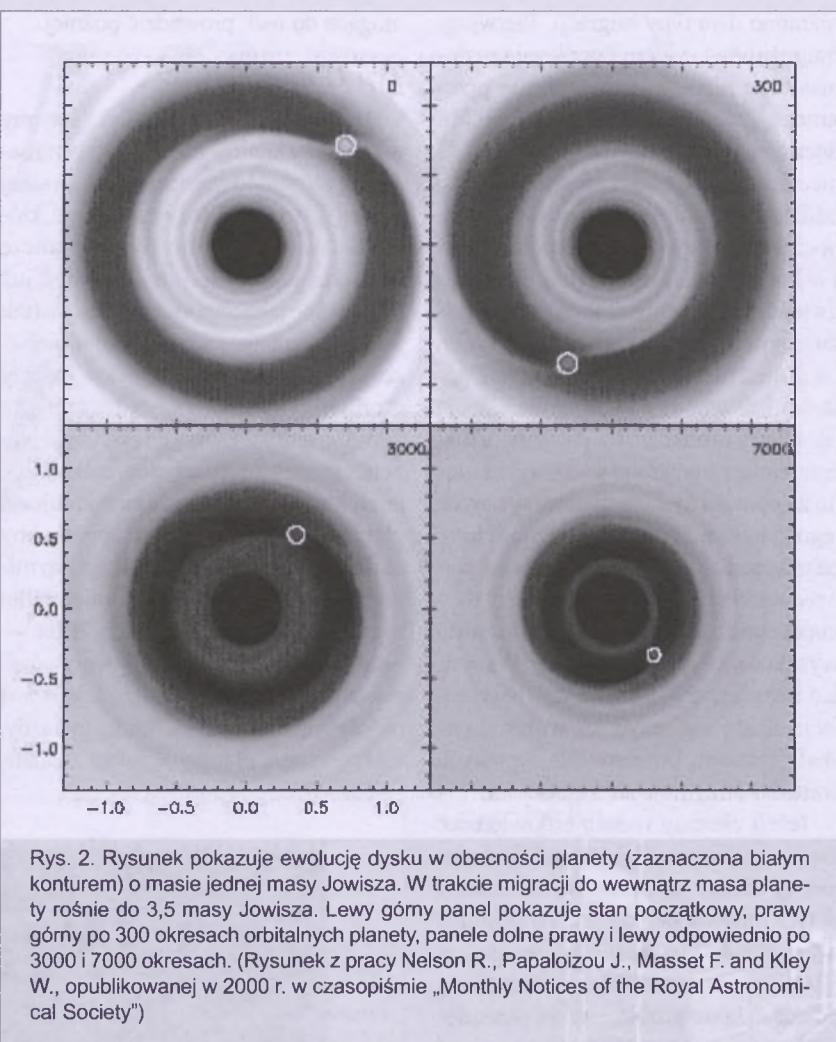


Rys. 1. Rysunek przedstawia symulację numeryczną drugiego typu migracji. Widoczna jest płaszczyzna dysku, skalą szarości zaznaczono gęstość powierzchniową. Biały, ovalny kontur pokazuje strefę Rocha planety. Widać, jak materia z części zewnętrznej i wewnętrznej akreuuje na planetę, transportując także moment pędu. Widoczna jest także przerwa powstała na skutek oddziaływania planety z dyskiem. (Rysunek z prezentacji Pawła Artynowicza wygłoszonej w marcu 2004 r. na konferencji poświęconej formowaniu się planet)

gwiazdą. Do najczęściej podawanych przyczyn takiego wyhamowania migracji przed gwiazdą podaje się: oddziaływanie z szybko rotującą gwiazdą (co miałoby prowadzić do zatrzymania planety w odległości kilku promieni gwiazdy), oddziaływanie z polem magnetycznym gwiazdy, ucieczka gazu z planety wypełniającej swoją powierzchnię Rocha — gaz opada na gwiazdę, przekazując jej moment pędu, więc planeta porusza się na zewnątrz, aby zachować moment pędu układu. Teorię tę zdają się potwierdzać obserwacje tranzytu planety w układzie HD 209458, które sugerują ucieczkę wodoru z atmosfery planety. Inną możliwością zatrzymania planety jest dyssypacja dysku gazowego. Jeśli zachodzi równocześnie z migracją, mogłaby prowadzić do zatrzymania planety w praktycznie dowolnym momencie. W tym miejscu może warto wspomnieć o scenariuszu (i słowo scenariusz nie jest tu bezcelowe) „Ostatni Mohikanin”: przewiduje on, że w dysku powstają dwie planety, z których pierwsza opadła na gwiazdę, jednak swym przejściem na tyle zubożyła dysk gazowy, że druga nie migrowała już znacząco (ze względu na rzadszy dysk gazowy) i mogła przetrwać w takim dysku. Kolejną sytuacją mogącą spowodować przetrwanie planet migrujących jest „uwięzienie” w rezonansie (np. z inną planetą), jednak oddziaływanie planet w układach wielokrotnych może spowodować nie tylko wyhamowanie migracji, ale także wyrzut planety z systemu (a ponieważ taka odrzucona planeta uniesie z sobą część momentu pędu pozostała/eplaneta/y mogą spowolnić lub zaprzestać migracji) (E. Podlewska, E. Szuszkievicz 2008).

Migracja III typu

Na początku obecnego wieku w literaturze wyróżniono trzeci typ migracji, nazywany też szybką lub uciekającą (ang. fast migration, runaway migration), charakteryzujący się naprawdę bardzo krótkim skalami czasowymi: 100–1000 lat w astronomicznej skali czasu to przecież chwila! W ciągu tych kilkuset lat, co przekłada się na kilkadziesiąt okresów orbitalnych, półos wielka może się zmienić nawet o 50%. Jednak symulacje numeryczne pokazują, że dla masywnych dysków nawet tak gwałtowne zmiany parame-



Rys. 2. Rysunek pokazuje ewolucję dysku w obecności planety (zaznaczona białym konturem) o masie jednej masy Jowisza. W trakcie migracji do wewnętrz masę planety rośnie do 3,5 masy Jowisza. Lewy górnego panel pokazuje stan początkowy, prawy górnego po 300 okresach orbitalnych planety, panele dolne prawy i lewy odpowiednio po 3000 i 7000 okresach. (Rysunek z pracy Nelson R., Papaloizou J., Masset F. and Kley W., opublikowanej w 2000 r. w czasopiśmie „Monthly Notices of the Royal Astronomical Society”)

trów orbity są możliwe. Ten typ migracji jest bardzo podatny na lokalne parametry dysku, szczególnie jego gęstość. Moment pędu jest przekazywany między planetą a gazem w przepływach współorbitalnych (ang. *coorbital flows*). Co istotne, planeta może przemieszczać się na zewnątrz układu. Zależy to nie tylko od lokalnych parametrów dysku, ale także od wcześniejszej historii. Migracja ta zachodzi efektywnie dla mas protoplanet zbliżonych do masy Saturna (F. Masset, J. Papaloizou, 2003) i pod tym względem zajmuje miejsce pomiędzy typem pierwszym a drugim. Ponieważ zależność od lokalnej gęstości dysku jest bardzo duża, każda naturalna cecha dysku, jak pierścienie czy inne struktury radialne powstałe w trakcie ewolucji, może prowadzić do zatrzymania migrującej planety. Ze względu na stosunkowo krótki czas badanie tego zjawiska nie jest poznane w sposób zadowalający.

Problemy do rozwiązania

Pomimo rozwoju teorii powstawania

układów planetarnych, jak i samej migracji, w tym wykonywanie wielu coraz bardziej zaawansowanych testów numerycznych, cały czas pytań dotyczących migracji planet jest sporo. Nie wiadomo na przykład, jaki jest faktyczny rozkład gęstości dysku gazowego, jaką rolę odgrywa pole magnetyczne w procesie zatrzymania migracji, jaki jest rozkład temperatur w takim dysku i jak wpływa na niego transport promienisty, jakie są mechanizmy generujące lepkość takiego dysku, jak ją opisać? Takie pytania można by mnożyć, a pozostaje przecież jeszcze zaimplementowanie tych wszystkich niewiadomych do kódrow numerycznych pomagających nam na nie odpowiadać, przy czym sama implementacja pozostaje często zagadnieniem wysoce nietywialnym. Wymagania stawiane przed symulacjami numerycznymi także są wysokie, zarówno odnośnie rozdzielczości, jak odnośnie zachowania energii i momentu pędu, co przy rozpatrywaniu zjawisk bazujących na przepływie wielkości zachowawczych między składnikami rozpatrywa-

nego systemu jest szczególnie istotne i należy poświęcić temu należytą uwagę, aby otrzymane wyniki nie zostały wypaczone przez błędy powstałe w trakcie obliczeń komputerowych, a będących skutkiem złego algorytmu czy nie właściwej implementacji.

Symulacje — nowoczesna metoda badawcza

Aby poznać to zjawisko bardziej ilościowo, przeprowadzane były już od lat 90. XX w. jego numeryczne symulacje. Początkowo, ze względu na ograniczone możliwości komputerów, były to dwuwymiarowe symulacje MHD(magnetohydrodynamiczne) na siatce współrzędnych biegunowych (r, ϕ). Często w symulacjach tych ustalało się orbitę planety na stałe i poprzez zmiany powodowane w dysku wnioskowa-

ło się o możliwych zmianach jej elementów orbitalnych. Obecnie, kiedy możliwości komputerów już na to pozwalały, przeprowadza się symulacje, używając trójwymiarowych kodów MHD, a w algorytmach uwzględnia możliwe wiele efektów mogących mieć miejsce w takich warunkach. W szczególności rozpatruje się dyski turbulentne, z polem magnetycznym. Przeprowadza się też symulację układów złożonych z kilku planet orbitujących w dysku gazowym oddziałujących między sobą grawitacyjnie. Stosuje się też adaptatywne siatki umożliwiające uzyskanie wysokiej rozdzielczości tam, gdzie jest to pożąданie, a zaoszczędzenie czasu obliczeń w miejscach, gdzie zmiany parametrów są nieznaczne i można zastosować mniejszą rozdzielczość.

Ostatnia dekada obfitowała w odkrycia pozasłonecznych planet, a czasami i układów planetarnych. Teraz znamy ponad 200 gazowych planet orbitujących wokół gwiazd ciągu głównego. Jednak procesy prowadzące do powstawania planet i ich migracji cały czas czekają na lepsze poznanie. Zarówno coraz lepiej przeprowadzane symulacje, jak i bardziej precyzyjne obserwacje są potrzebne, aby dokładniej poznać te zjawiska.

Autor jest studentem V roku astronomii na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika. Przygotowuje pracę magisterską, która rozważa problemy struktury naszej Galaktyki

rozmaistości

„Phoenix” wylądował na Marsie!

26 maja br., po 10 miesiącach podróży, wylądował na Marsie pojazd-laboratorium „Phoenix”. Jego zadaniem jest poszukiwanie wody, a ścisłe lodu, bo przecież w temperaturach od -30°C do -130°C nie można się spodziewać płynącej wody. Wylądował w rejonie arktycznym, bo wcześniejsze obserwacje z orbiterów krążących wokół Marsa wskazywały na obecność w tych rejonach skał zawierających duże ilości wodoru. Wodoru, a więc wody. Próbę lądowania w tym rejonie podjęto już w 1999 r., ale wtedy poprzednik Phoenixa, Mars Surveyor, po fatalnym błędzie oprogramowania rozbił się o powierzchnię Czerwonej Planety i NASA wstrzymała tego rodzaju misje do Marsa. Badanie Marsa przy pomocy aparatów kosmicznych ma bardzo trudną przeszłość. Prawie połowa prób lądowania na tej planecie kończyła się porażką. Ostatnie udane lądowanie odbyło się w połowie lat 70. Były to stacje Viking, posiane tam, aby szukać śladów życia. Wylądowały w pustynnych obszarach równikowych i żadnych śladów życia nie znalazły. Później zaniechano prób posadowienia stacji kosmicznych na Marsie i wysyłano tam małe aparaty, które, otoczone poduszkami powietrznymi, po prostu zrzucano na Czerwoną Planetę. Obecnie powrócono do stacji Mars Surveyor i z „popiółów” tej misji, jak Feniks, powstał nowy pojazd kosmiczny, który jednak miał tyl-



Fot. NASA

ko 50% szans powodzenia. Ale udało się. Teraz sonda kosmiczna wylądowała w pobliżu bieguna planety, w miejscu wskazanym przez wcześniejsze badania jako obszar zalegania lodu. Pojazd miał zaledwie 7 minut, aby z prędkością 20 000 km/h wyhamować do zera, co w rzadkiej atmosferze Marsa było nie lada wyczynem. Podmuch silników hamujących wydmuchał rdzawy pył spod lądującego Phoeniksa i ukazał badaczom jasną skałę. Lód to czy sól — oto jest pytanie gnębiące badaczy. Spraw-

dzić to może sama stacja, która wyposażona jest w minikoparkę i piecze, które mogą rozgarzyć zebrane próbki i przeanalizować powstałe w ten sposób gazy. Pierwsze analizy nie potwierdziły istnienia wody. Sonda ma 90 dni na przeprowadzenie wszystkich zaplanowanych badań. Później w tym rejonie zapanuje noc polarna i sondę pokryje gruba warstwa szronu z dwutlenkiem węgla. Czy obudzi się z tego zimowego snu? Naukowcy nie mają nadzieję.

(aw)

Podróże zwierząt w Kosmos

Ludzie od zawsze marzyli o poznaniu i podboju Kosmosu. Szesnastowieczna legenda o panu Twardowskim mówi, że gdy diabeł przyszedł zgodnie z umową po jego duszę, czarnoksiężnik wskoczył na koguta i wzbił się w niebo, odmawiając godzinki. Do dziś tkwi na Księżyku i obserwuje ludzi na Ziemi. Nowoczesne technologie umożliwiają dokonywanie nowych odkryć. Jednakże kilkadesiąt lat temu jedna z najbardziej rozpowszechnionych teorii mówiła, że ludzie nie będą w stanie przeżyć długotrwałego stanu nieważkości. Przez kilka lat naukowcy prowadzili poważne debaty na ten temat

Po pomyślnym wystrzeleniu sztucznych satelitów Amerykanie i Rosjanie zaczęli wysyłać w Kosmos zwierzęta. Chciano przetestować sprawność urządzeń, wpływ zmniejszonej grawitacji oraz promieniowania kosmicznego. W misjach orbitalnych i suborbitalnych wzięło udział o wiele więcej zwierząt niż ludzi i oczywiście o wiele więcej z nich zginęło.

Lata czterdzieste

Pierwszymi organizmami żywymi wyniesionymi na wysokość ponad 100 km amerykańską wersją rakiet V2 były muszki owocowe.

Miało to miejsce w czerwcu 1946 r. Celem eksperymentu było badanie efektów promieniowania na dużych wysokościach.

Następne były małpy — rezusy — Albert I, Albert II i Albert III. Albert I został wystrzelony 11 czerwca 1948 r. w rakietie Amerykańskich Sił Powietrznych, natomiast Albert II 14 czerwca 1948 r. Obie małpy, niestety, nie przeżyły lądowania (zasobnik z Albertem II na pokładzie roztrzaskał się o ziemię z powodu awarii spadochronu). 16 września 1949 r. Albert III również nie prze-

żył swojej podróży. Albert IV był ostatnią małpą wystrzeloną w Kosmos rakietą V2 (wszystkie cztery podróże znane są pod nazwą Serii Albert). Przypięty do instrumentów monitorujących odbył swój jedyny lot w Kosmos 12 grudnia 1949 r. Wyniki badań wykazały, że małpa doskonale zniosła lot. Niestety, nie przeżyła lądowania.

Nieco ponad rok później w Kosmosie pojawiła się pierwsza mysz (także amerykańska).

Lata pięćdziesiąte

22 lipca (lub 15 sierpnia) 1951 r. w lot suborbitalny rakietą R-1 Rosjanie wysłali dwa psy: Cygana i Dezika. Uważano, że w przeciwieństwie do małp, będą się mniej wiercić. Oba szczęśliwie wrócili na Ziemię.



Zdjęcie Cygana i Dezika 1

We wrześniu 1951 r. Dezik znów polecił w Kosmos z psem imieniem Lisa. Tym razem lot był nieudany — psy zdechły.

Krótko potem Smiełaja i Małyszka odbyły szczęśliwą podróż. Dzień przed startem Smiełaja uciekła i naukowcy obawiali się, że mogły zaatakować ją wilki. Na szczęście wróciła dzień później cała, zdrowa i gotowa do lotu.

Suczka imieniem Bolik (lub Bobik) również uciekła dzień przed swoim lotem. Zastąpiła ją ZIB — nie wytrenowana, bezdomna suczka znaleziona przypadkiem, której imię pochodzi od rosyjskiego skrótu „Zastępca Zaginionej Bolik”. ZIB odbyła szczęśliwy lot.

Innymi psami, które odbyły lot kosmiczny w latach 50., były Łajka, Albina, Dymka, Modnica, Koziavka, Cyganka, Śnieżynka i Odwaźna.

Szczególnie popularną stała się Łajka. Była bezpańskim psem znalezionym w jednym z moskiewskich schronisk. Co ciekawe, niektóre źródła twierdzą, że nie była to suczka imieniem Łajka, lecz pies rasy łajka syberyjska. Prawdopodobnie wabił się Cytrynek ze względu na jasne ubarwienie. Imię Łajka „nadali” mu dziennikarze.



Naj słynniejszy pies w Kosmosie – Łajka 1

Po przejściu odpowiedniego szkolenia, Łajka została wybrana na zwierzę, które jako pierwsze znajdzie się na orbicieokołoziemskiej. Sputnik 2, bo tak nazywał się statek kosmiczny, którym poleciła w Kosmos, wystartował 3 listopada 1957 r. Łajka, niestety, zde-



Łajka 2

chła kilka godzin po startie, podczas czwartego okrążenia Ziemi, prawdopodobnie w wyniku stresu i przegrzania organizmu (co było spowodowane awarią systemów kontrolnych) lub braku powietrza i wody.

Bezpośrednia przyczyna jej śmierci do dziś nie jest znana. Rosjanie w celach propagandowych utrzymywali, że pies przeżył jeszcze kilka dni. Projekt bowiem miał trwać dziesięć dni. Po tym czasie Łajka miała dostać zatrutą porcję pozywienia.



Łajka 1 na znaczku wydanym przez Poczłę Polską

Lot ten dowiodł, że żywa istota może przeżyć w przestrzeni kosmicznej i znieść stan nieważkości.

20 września 1951 r. Amerykanie wystrzelili małpę imieniem Yorick i 11 myszy z Bazy Amerykańskich Sił Powietrznych w Nowym Meksyku. Zwierzęta przeżyły, dzięki czemu stały się sławné.

22 maja 1952 r. badania na dwóch filipińskich małpkach, Patricii i Mike, miały dowieść, czy pozycja, w której znajdowały się podczas startu, wpływała na efekty wywierane przez znaczne przyspieszenie. Oprócz nich na pokładzie znajdowały się dwie myszy, Mildred i Albert, umieszczone w powoli obracającym się bębnie, w którym mogły „pływąć” podczas stanu nieważkości. Część rakiety, w której znajdowała się zwierzęta, szczęśliwie dotarła na Ziemię dzięki spadochronowi. Patricia zdechła dwa lata później, a Mike w 1967 r. (oboje z przyczyn naturalnych) w Waszyngtonskim Parku Zoologicznym.

Gordo to kolejna amerykańska małpka wysłana w Kosmos rakietą Jupiter 13 grudnia 1958 r. Kapsuła, w której się



Gordo 1

zajdowały, nigdy nie została odnaleziona po uderzeniu w Ocean Atlantycki.

28 maja 1959 r. wystrzelono amerykańską rakietą dwie małe samiczki: Able i Baker. Nie krążyły po orbicie, polecały w górę oraz w dół i powróciły szczęśliwie na Ziemię. Able zdechła 1 czerwca 1959 r. podczas operacji usuwania elektrody spod jej skóry, natomiast Baker w 1984 r. w wieku 27 lat.



Able i Baker 1

Sam, małpa rezus, jest jedną z najbardziej znanych w programie kosmicznym. Jego imię pochodzi od pierwszych liter School of Aviation Medicine at Brooks Air Force Base. Został wysłany w Kosmos 4 grudnia 1959 r. w cylindrycznej kapsułce na szczycie rakiety Little Joe umieszczonej na statku kosmicznym Mercury. Podróż ta miała na celu przetestowanie „systemu ucieczki” (Launch Escape System, w skrócie LES).

Po około minucie lotu z prędkością 3685 mil na godzinę, kapsuła została odłączona od rakiety. Po osiągnięciu wysokości 51 mil wylądowała szczęśliwie na Oceanie Atlantyckim. Sam nie odniósł żadnych obrażeń. Później powrócił do kolonii, w której został wytrenowany. Zdechł w 1982 r., a jego zwłoki zostały skremowane.

Lata sześćdziesiąte

26 lipca 1960 r. przedsięwzięto próbę wystrzelenia w kosmos psów Irbisa i Liska, ale po 28,5 s po startie ich rakieta eksplodowała.

Pierwszymi psami, które szczęśliwie wróciły z lotu kosmicznego, były Bielka i Strielka. Wystrzelono je w kosmos 19 lub 20 sierpnia 1960 r. na statku Sputnik 5, prototypie statku kosmicznego Wostok. Celem eksperymentu, po wystrzeleniu zwierząt w Kosmos, było sprawdzanie wydajności systemów zapewnienia warunków życia w Kosmosie i badanie wpływu kosmicznego promieniowania na żywe organizmy. W kilka miesięcy po powrocie z Kosmosu Strielka urodziła sześć zdrowych szczeniąt. Jednego z nich podarowano prezydentowi USA Johnowi Kennedy'emu.

Pchełka i Muszka zostały wystrzelone w rakiecie Sputnik 6 1 grudnia 1960 r. razem z myszami, insektami i roślinami. Na orbicie spędzily 1 dzień. Kapsuła spaliła się w atmosferze podczas powrotu na Ziemię.



Sam 1



Sam 2

22 grudnia tego samego roku kolejne psy: Damka i Krasavka, poleciały w kosmos i szczęśliwie wróciły na Ziemię.

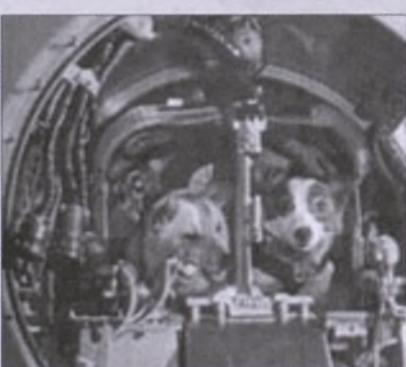


Czernuszka 1

25 marca 1961 r. na orbicie poleciała Zwierzeczkę (Mała gwiazdka — ochrzczona tak przez Jurija Gagarina). Jej lot przypominał podróż Czernuszki. Oboje (pies i manekin) powrócili na Ziemię cali i zdrowi.

Najdłuższy lot orbitalny przy udziale zwierząt miał miejsce w 1966 r. i trwał 22 dni. Psy Wietierok i Węgielek zostały bohaterami narodowymi, a ich rekord został pobity tylko raz, w czerwcu 1973 r. przez ludzi na stacji kosmicznej Skylab.

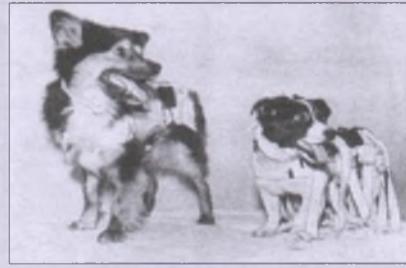
Sławnym amerykańskim zwierzętym bohaterem został trzyletni szym-



Bielka i Strielka 1



Zwierzeczka 1



Wietierok i Węgielek 2



Ham 1

pans Ham, który polecił w Kosmos na pokładzie statku Mercury 31 stycznia 1961 r. Jego imię pochodziło od pierwszych liter Holloman Aero Med. W czasie misji naukowcy chcieli sprawdzić zdolność do pracy w stanie nieważkości. Ham został wytresowany tak, by po zapaleniu się niebieskiej żarówki umieszczonej przed oczami pociągać za dźwignię. W razie braku reakcji zwierzę otrzymywało delikatne uderzenie prądem za pośrednictwem elektrod przyczepionych do stóp.

Mimo kilku awarii, do których doszło w czasie lotu (zbyt duża prędkość rakiety przy startie i utrata szczelności kabiny), Ham wykonał swoje zadanie i wrócił na Ziemię. NASA doceniła jego wkład w program kosmiczny i wysłała go na zasłużoną emeryturę. Ham zakończył życie w ogrodzie zoologicznym w Północnej Karolinie w 1983 r. w wieku 27 lat. Jego ciało zostało zakażone i umieszczone w International Space Hall of Fame w Alamogordo w Nowym Meksyku.

29 listopada 1961 r. samiec szympansa Enos okrążył naszą planetę dwukrotnie i przeżył powrót na Ziemię. Na skutek błędu w konstrukcji kapsuły każdy prawidłowy ruch Enosa powodował szok elektryczny. Przeczyto to systemowi kar i nagród, którego Enos uczył się przez ponad rok. Enos nie zmienił jednak swojego postępowania. To zadziwiające, ale pomimo elektrownisków wykonywał wszystkie zadania na pokładzie, tak jak go tego nauczono. Okrążył dwukrotnie Ziemię, a potem cały i zdrow wylądował, choć był wyraźnie rozgniewany, że nałożono go na trzygodzinne przypiekanie. Enos zdechł jedenaście miesięcy

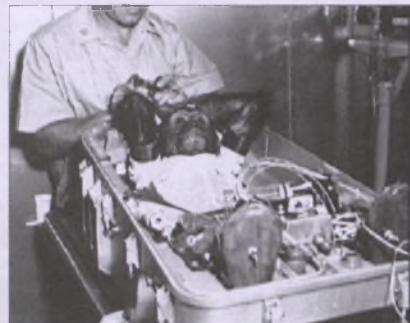
po swoim locie z powodu czerwonki.

Lot Enosa zapoczątkował pierwsze loty załogowe.

W 1966 r. Stany Zjednoczone umieściły na pokładzie kapsuł Biosatellite I i II muszki owocowe, owady z gatunku błonkoskrzydłych, wołki zbożowe, żabi skrzek, ameby, bakterie oraz grzyby. Biosatellite I nie wróciła na Ziemię. Na skutek awarii spłonęła przed lądowaniem. Biosatellite II była lepiej przygotowana, m.in. przez wzmocnienie elementów konstrukcyjnych. Planowana trzydniowa misja została skrócona z powodu przewidywanego tropikalnego sztormu w miejscu lądowania oraz problemów komunikacyjnych z systemem śledzącym lot.

Ostatnia z serii, Biosatellite III poleciła w Kosmos 28 czerwca 1969 r. z małpą o imieniu Bonnie na pokładzie. Misja miała trwać 30 dni i badać wpływ lotów kosmicznych na mózg, wydajność zachowań, stan serca, równowagę elektrolityczną oraz metabolizm. Jednak po 9 dniach misję należało przerwać z powodu pogarszającego się stanu zdrowia małpy. Bonnie zdechła 8 godzin po wylądowaniu na atak serca.

14 września 1968 r. w kierunku Księżyca wystrzelono pierwsze żółwie, które stały się od razu posiadaczami dwóch rekordów: były pierwszymi organizmami z Ziemi, jakie znalazły się w tzw. „głębokim Kosmosie”, oraz pierwszymi żyjącymi istotami, które okrążyły Księżyca. Z powodu problemów technicznych powracająca kapsuła Zond 5 weszła w atmosferę



Enos 1 i Enos 2

z ogromną prędkością i przeciążenie sięgnęło 10 g. Zwierzęta przeżyły jednak lądowanie na Oceanie Indyjskim.

18 października 1963 r., na francuskiej rakiecie Veronique AGI wystrzelono kota Feliksa, który szczęśliwie powrócił na Ziemię na spadochronie. Pierwszy szczur znalazł się w przestrzeni kosmicznej również dzięki Francuzom (22 lutego 1961).

Lata siedemdziesiąte

Po załogowym locie na Księżyca (Apollo 11 w 1969 r.) rolą zwierząt w badaniach kosmicznych została ograniczona do biologicznych eksperymentów, takich jak testowanie długofalowego wpływu przebywania w Kosmosie, badanie rozwoju tkanek, przebieg godów w warunkach zerowej grawitacji itp. Zakres gatunków zwierząt wysyłanych w Kosmos poszerzył się o króliki, insekty, pajaki, meduzy i ameby.

9 listopada 1970 r. Stany Zjednoczone wysłały satelitę OFO, na pokładzie którego przez dwa tygodnie przebywały dwie żaby.

Na pokładzie Apollo 16 16 kwietnia 1972 r. podróż wokół Księżyca odbyły się nicienie. Natomiast na pokładzie Apollo 17 7 grudnia 1972 r. znalazły się dwa żaby.



Ham 2 i Ham 3

się pięć myszy z gatunku pocket mouse (*Perognathus longimembris*). Oczywiście myszy wielokrotnie wysyłano w Kosmos już wcześniej, ale tym razem naukowcy mieli ostatnią szansę sprawdzenia wpływu promieniowania występującego w tzw. „głębokim Kosmosie” na tkankę mózgową. Chcieli zbadać, czy wysokoenergetyczne cząsteczki promieniowania mogą stanowić zagrożenie dla astronautów w czasie dłuższych misji kosmicznych odbywających się w znacznej odległości od Ziemi. W tym celu na kilka tygodni przed lotem myszom wszczepiono pod skórę specjalne silikonowe czujniki, które miały rejestrować uderzenia cząsteczek. Następnie zwierzęta umieszczone w specjalnym pojemniku z przegrodami ze styropianu.

Perognathus longimembris zostały wybrane do eksperimentu nieprzypadkowo. Ten gatunek charakteryzuje się bowiem dużą odpornością na niesprzyjające warunki zewnętrzne. Przed startem pojemnik został hermetycznie zamknięty, a w środku umieszczono jedynie pożywienie i substancję pochłaniającą dwutlenek węgla. Przez cały czas myszy oddychały powietrzem zgromadzonym wewnątrz pojemnika, a wodę czerpały z pożywienia. Całe urządzenie nie wymagało zasilania. Po powrocie Apollo 17 na Ziemię okazało się, że jedna z myszy nie przeżyła lotu. Sekcja wykazała wylew krwi w okoli-

cy ucha środkowego. Stwierdzono jednak, że nie miało to nic wspólnego z promieniowaniem kosmicznym. Stan pozostałych zwierząt naukowcy określili jako „dobry”. Analiza silikonowych czujników wykazała tylko śladowe ilości efektów uderzeń cząstek promieniowania kosmicznego.

Arabella i Anita, dwa ogrodowe pajaki krzyżaki, pojawiły się 28 lipca 1973 r. w amerykańskiej stacji Skylab 3. Spędziły na orbicie prawie 60 dni. Naukowcy chcieli sprawdzić, jak poradzą sobie z tkaniem sieci w warunkach zerowej grawitacji. Adaptacja do warunków nieważkości trwała u Arabelli i Anity dość długo, ale mimo początkowych niepowodzeń zwierzęta utkły pajęczyny, choć nie tak regularne i dokładne jak na Ziemi. Pajaki nie były również w stanie produkować nici o jednakowej grubości, co na Ziemi nie stwarza im żadnych problemów. W czasie misji oba krzyżaki zdechły, najprawdopodobniej z powodu odwodnienia.

W 1973 r. Rosja rozpoczęła program lotów badawczych o nazwie Bion (zakończony w 1996 r.). W przedsięwzięciu tym brały również udział m.in. Austria, Bułgaria, Kanada, Chiny, Europejska Agencja Kosmiczna, USA oraz Polska. Statek kosmiczny Bion to zmodyfikowana wersja Wostoka.

Pierwszy Bion wystartował 31 października 1973 r. Na jego pokładzie znajdowały się żółwie, szczury, insekty oraz grzyby. Misja trwała 22 dni.

Inne misje zabierały również rośliny, przepiórce jaja, ryby, trąszyki (naukowcy wybrali te zwierzęta ze względu na ich niewiarygodną zdolność do przystosowywania się do życia w warunkach zmiennej grawitacji), żaby, nasiona oraz pleśń.

Lata osiemdziesiąte i dziewięćdziesiąte

Począwszy od Bionu 6 misje zabierały w Kosmos pary małp.

Bion 6, wystrzelony 14 grudnia 1983 r., miał na pokładzie małpy Abreka i Błona. Podróż trwała 5 dni.

Bion 8, wystrzelony 29 września 1987 r., miał na pokładzie małpy Yerosha i Dryoma oraz ryby. Yerosha podczas lotu zwiedził częściowo swoją klatkę. Podczas powrotu Bion 8 ominął miejsce lądowania o 1850 mil. Spowodowało to znaczne wychłodzenie wody i śmierć kilku ryb.



Ryby w Kosmosie

Japoński dziennikarz Toyohiro Akiyama trzymał na pokładzie radzieckiej stacji Mir między 2 a 10 grudnia 1990 r. sześć zielonych żabek drzewnych i przeprowadzał eksperymenty sprawdzające, jak znoszą stan nieważkości.

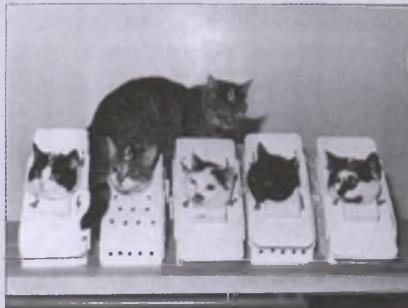
Małpy Krosh i Ivasha poleciły w kosmos statkiem Bion 10 29 grudnia 1992 r. Powrót na Ziemię nastąpił dwa dni wcześniej niż planowano z powodu problemów z kontrolowaniem temperatury, która znacznie wzrosła. Siedem z piętnastu kijanek zdechło z przegrzania. Obie małpy ucierpiały z powodu odwodnienia oraz wychudzenia (przez trzy dni były pozbawione jedzenia).

Bion 11 wystrzelony 24 grudnia 1996 r. miał na pokładzie małpy Lapika i Multika. Misja miała trwać 14 dni. Niestety, Multik zdechł dzień po odnalezieniu kapsuły podczas badań medycznych. Jego śmierć spowodowała pojawienie się nowych pytań o etyczność wykorzystywania zwierząt do eksperymentów. NASA zrezygnowała z udziału w planowanej dwunastej misji Bion.

W latach 90. przeprowadzano także kosmiczne eksperymenty naukowe z żywymi krewetkami i żukami (przez Rosjan) oraz ze świerszczami, ślimakami i jeżowcami (przez NASA).

XXI wiek

1 lutego 2003 r. wahadłowiec Columbia rozbił się, wracając na Ziemię, a jego siedmioosobowa załoga zginęła. Znajdujące się na pokładzie zwierzęta, m.in. jedwabniki, pajaki, mrówki i małe rybki padły, ale nieoczekiwane odnalezione



Feliks 1 na znaczku wydanym przez Islamską Republikę Komorów. Niżej, zdjęcie kotów w symulatorach



Nicień astronauta

no pojemnik z żywymi robakami. Były to nicienie *Caenorhabditis Elegans*. Naukowcy twierdzą, że tak naprawdę były to ich dzieci, a nawet wnuki, bo cykl życiowy nicienia jest bardzo krótki.

W ciągu ostatnich 50 lat Amerykanie i Rosjanie wykorzystywali świat zwierząt do różnego rodzaju eksperymentów. Pomimo niepowodzeń zwierzęta te dostarczyły ogromnej wiedzy, która nie mogłyby być zdobyty bez ich pomocy. Gdyby nie testy na zwierzętach we wczesnych latach programu kosmicznego, w amerykańskich i rosyjskich misjach badawczych mogło zginąć wielu ludzi.

Poświęciły one swoje życie w imię postępu technologicznego, torując drogę do podboju Kosmosu.

Obecnie aby zabrać zwierzęta w Kosmos, trzeba spełnić wiele warunków. Na przykład w przypadku myszy zwykłe akwarium nie zapewnia odpowiedniej przyczepności ich łapkom. Zamiast

nich stosuje się więc druciane klatki z oczkami, w które myszy mogą wczepiać pazurki. Drewniane trociny również nie sprawdzają się w Kosmosie, ponieważ pozostają na miejscu. Klatki czyszczone są przez specjalny system przechowywania śmieci, stworzony, by utrzymać wszystko w porządku.

Badania zwierząt w Kosmosie często dostarczają bardzo zaskakujących wyników. Okazuje się, że zwierzęta adaptują się do warunków mikrogravitacji zadziwiająco szybko. W ciągu pięciu minut po osiągnięciu stanu nieważkości, myszy zaczynają jeść i myć się, tak jak normalnie robiłyby to na Ziemi. Ryby i kijanki w Kosmosie pływają w kółko, zamiast po linii prostej, ponieważ nie mogą się orientować, gdzie jest „dół”, a gdzie „góra”. Jednakże kiedy widzą światło potrafią płynąć prosto w stronę jego źródła.

Regulacje dotyczące warunków zaborowania zwierząt w Kosmos i sposobu ich traktowania są o wiele ostrzejsze niż w przypadku ludzi. Zwierzęta nie mogą zaprotestować, gdy coś im nie odpowiada, dlatego naukowcy muszą obserwować ich zachowanie bardzo uważnie. Są traktowane z większą troską niż dzieci w centrach zdrowia. Liczne organizacje wymagają konkretnych dowodów na to, że zwierzęta przebywają w warunkach odpowiadających standardom.



Albert III

Warto dodać, że „Wszystkim zwierzętom, które polecały w kosmos należy oddać wielki poklon — zginęły ich o wiele więcej niż powróciło, czego przykładem może być powyższe zdjęcie przedstawiające Alberta III, zrobione tuż przed katastrofą rakietą.”

Autorka jest uczennicą I Liceum Ogólnokształcącego im. Króla Kazimierza Wielkiego w Bochni. Jej referat na powyższy temat na Ogólnopolskim Młodzieżowym Seminarium Astronomicznym w Grudziądzu w 2008 r. uzyskał wyróżnienie. Opiekunką szkolną jest jej nauczyciel fizyki, Pani mgr Anna Kukula

rozmaitości

TORUŃ wśród gwiazd

Międzynarodowa Unia Astronomiczna podjęła decyzję o nadaniu planetoidzie 1981QJ2 o nr katalogowym 12999 imienia „Toruń”. Jest ona planetoidą pasa głównego, czyli krążącą pomiędzy orbitami Marsa i Jowisza. Obiega Słońce po lekko eliptycznej orbicie w czasie 3 lat, 156 dni i 23 godzin. Jest kamieniem wielkości kilku kilometrów, który widziany z odległości 1 jednostki astronomicznej (odległość Ziemia-Słońce) miałby jasność 14^m, czyli byłby ponad 60.000 razy słabszy niż Gwiazda Polarna.

Planetoida została odkryta przez amerykańskiego astronoma prof. Edwarda Bowella w Obserwatorium Lowell'a 30 sierpnia 1981 r. Niemniej jednak archiwalne dane wskazują, że była obserwowana już w roku 1957. Edward (lub Ted) Bowell jest odkrywcą lub współodkrywcą 572 planetoid i 2 komety.

Prawo do nadania nazwy asteroidzie

przysługuje wyłącznie odkrywcy. Teda Bowella przekonał do tego prof. Tadeusz Michałowski, astronom z Uniwersytetu Adama Mickiewicza w Poznaniu. Choć przed tą decyzją nigdy w Toruniu nie był, prof. Bowell jest wielkim fannem miasta i jego urody, więc nie trzeba go było długo przekonywać. W oficjalnej propozycji nadania nazwy „Toruń”, złożonej w Komisji Nazewnictwa IAU, Ted Bowell podał następujące argumenty:

— miejsce urodzin Mikołaja Kopernika;
— wpisanie gotyckiej starówki Torunia w 1997 roku na listę Światowego Dziedzictwa UNESCO;

— usytuowanie w mieście uniwersytetu noszącego imię Kopernika, zawiadującego największym w Polsce obserwatorium astronomiczny.

Do tej pory tylko kilka polskich miast miało swój „kamień w Kosmosie” (Gdańsk ma dwa!). Również niewielu Polaków może pochwalić się tym zaśczebiem. Są wśród nich znani poeci,

artyści i naukowcy, w tym astronomowie: m.in. prof. Andrzej Woszczyk, zmarły niedawno prof. Bohdan Paczyński oraz sam prof. Michałowski, jak również Kopernik i Heweliusz. Ciekawostką jest, że przepisy IAU zabraniają nazywania planetoid nazwiskami polityków.



22.05.2008, 22:35 UT

A to zdjęcie „Toruń wśród gwiazd”. Wykonał je młody toruński astronom Krzysztof Hełminiak w Południowej Afryce 1-m teleskopem Obserwatorium SAAO. W czasie 10 min ekspozycji „Toruń” przesunął się wśród gwiazd i widoczny jest w postaci wskazanej strzałką „kreseczki”

Zwarte galaktyki we wczesnym Wszechświecie

Dzięki danym z kosmicznego teleskopu Hubble'a astronomowie zaobserwowały młode, niezwykle zwarte galaktyki. Każda z nich ma średnicę sięgającą zaledwie 5 tys. lat świetlnych, ale masę około 200 mld mas Słońca ($2 \times 10^{11} M_{\odot}$). Nasza galaktyka Drogi Mlecznej ma masę ok. 10^{12} mas Słońca, a średnicę około 100 tys. lat świetlnych. Te młode zwarte galaktyki można porównać do noworodka, który ma 50 cm, a waży... 80 kg. Każda z tych 9 zaobserwowanych galaktyk mieści w sobie tyle gwiazd, co dojrzała galaktyka, ale jest dużo mniejsza i zmieściłaby się w centralnym zgrubieniu naszej Drogi Mlecznej. Dzięki kosmicznemu teleskopowi Hubble'a oraz Obserwatorium Kecka na Hawajach udało się przebadać te bardzo małe galaktyki, których światło podróżowało do nas 11 mld lat. Wiek Wszechświata szacowany jest na ok. 14 mld lat, stąd wniosek, że oglądamy obiekty, które istniały 3 mld lat po Wielkim Wybuchu.

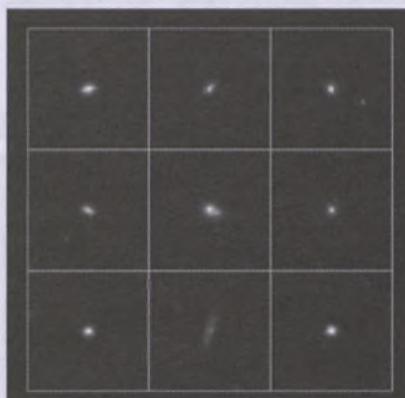
Nigdy wcześniej nie obserwowano tak masywnych i jednocześnie tak zwartych galaktyk na tak dużych odległościach (a tym samym w tak młodym Wszechświecie). Obserwujemy je takimi, jakie były 11 mld lat temu. Do dziś powinny stać się około 5 razy większe,

mogły też zderzyć się z innymi galaktykami.

Rozmiar galaktyk wyznaczono dzięki użyciu Near Infrared Camera and Multi-Object Spectrometer na pokładzie kosmicznego teleskopu Hubble'a. Teleskop Kecka wspomagał laser, aby poprawić obrazy zniekształcone ziemską atmosferą. W 2006 r. w chilijskich Andach wykonano obserwacje pozwalające na wyznaczenie odległości do galaktyk. Pokazały one, że gwiazdy tworzące galaktyki liczą sobie od 500 mln do 1 mld lat (nasze Słońce liczy sobie ok. 5 mld lat). Najbardziej masywne gwiazdy w tych galaktykach zdążyły już eksplodować jako supernowe.

Badając głębokie pole Hubble (HDF), astronomowie stwierdzili, że galaktyki, w których powstają gwiazdy, są małe, ale również małomasywne. Obecne badania, znacznie obszerniejsze niż HDF, zaskakują, pokazując, że galaktyki o masej naszej Drogi Mlecznej były w przeszłości bardzo niewielkie.

Jak powstają te małe, zatłoczone galaktyki? Jedna możliwość to oddziaływanie ciemnej materii i atomów wodoru we wczesnym Wszechświecie. Często zakłada się istnienie niewidocznej ciemnej materii, która stanowi znaczną część masy Wszechświata. Ciemna materia oddziałuje wyłącznie grawitacyjnie i mogła utworzyć skupiska, które przyciągały atomowy wodór (dominujący składnik zwykłej materii). Dzięki-



Fot. Zdjęcia 9 zwartych galaktyk wykonane w 2006 i 2007 r. przy pomocy Near Infrared Camera i Multi-Object Spectrometer na pokładzie teleskopu Hubble'a. Źródło: NASA/ESA

ki temu wodór wspomagany grawitacją ciemnej materii mógł bardzo szybko uformować gwiazdy.

Znając masę galaktyki, którą wyznaczono biorąc pod uwagę jej kolor i jasność, oszacowano prędkość obiegu gwiazd wokół dysku na ok. 400–500 km/s. Gwiazdy w dzisiejszych galaktykach poruszają się o połowę wolniej. Nasze Słońce okrąża centrum Drogi Mlecznej z prędkością około 220 km/s. Dalsze dokładniejsze obserwacje tych zwartych galaktyk będą możliwe po zainstalowaniu na pokładzie teleskopu Hubble'a Wide Field Camera 3 planowanego na jesień br.

Karolina Zawada

Źródło: spacetelescope.org

na rozkładówce:

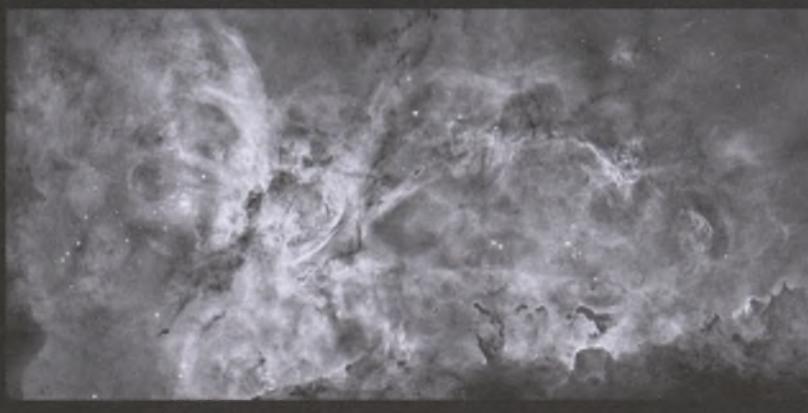
Ciemne obłoki Wielkiej Mgławicy w Kiliu

Prezentujemy fragment Wielkiej Mgławicy w Kiliu (NGC 3272), który stanowi mozaikę wielu zdjęć uzyskanych teleskopem kosmicznym Hubble'a. Zwracamy uwagę na

ciemne, nieregularne kształty, które jak gdyby przesłaniają mgławicę. To są obłoki molekularno-pylowe tak gęste, mówimy „grube”, że stają się nieprzezroczyste. Ale pamiętajmy, że w Kosmo-

sie, gdzie średnio panuje niewyobrażalna wręcz pustka, te gęste obłoki są mniej gęste niż atmosfera Ziemi. To właśnie w tych obłokach rodzą się nowe generacje gwiazd, a prezentowana mgławica jest bardzo aktywnym obszarem gwiazdotwórczym. Najjaśniejsze widoczne tu gwiazdy należą do najbardziej masywnych gwiazd, jakie znamy. Wiele z nich to gwiazdy podwójne, a nawet wielokrotne.

NGC 3272 znajduje się w odległości 7,5 tys. lat św. od nas, a rozciąga się na ponad 300 lat św.



Źródło: NASA/ESA, Hubble Heritage Team, N. Smith et al.

Astronomia XXI wieku i jej nauczanie

Wzwiązku ze zbliżającym się „Rokiem Astronomii 2009” zorganizowano w Niepołomicach, w dniach 15–17 maja br., konferencję międzynarodową zatytułowaną „Astronomia XXI wieku i jej nauczanie”.

Jej organizatorami byli: Polskie Towarzystwo Astronomiczne, Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii i Młodzieżowe Obserwatorium Astronomiczne z Niepołomic. W konferencji, oprócz zawodowych polskich i zagranicznych astronomów ze Słowacji, Ukrainy i Austrii, z którymi MOA prowadzi współpracę, udział wzięli również uczniowie i studenci z okolic Krakowa (łącznie około 80 osób).

Patronat honorowy sprawował Burmistrz Miasta i Gminy Niepołomic mgr inż. Stanisław Kracik, zaś głównymi sponsorami byli: „Fundacja Zamek Królewski”, wytwórnia słodyczy „Wawel” S.A. oraz Wydział Promocji MiG Niepołomice. Warto nadmienić, że konferencja wpisała się w trwające obchody 650-lecia kościoła i zamku — bowiem obie budowle ufundował król Kazimierz Wielki w 1358 roku.

Odbyły się cztery sesje referatowe: trzy w salach na Zamku w Niepołomicach i jedna w Szkole Podstawowej w Węglówce. Uroczystość otwarcia konferencji z wystąpieniami: Burmistrza MiG Niepołomic, Prezesów PTA i PTMA odbyły się w czwartek 15 maja w Sali Akustycznej, na parterze Zamku Królewskiego, gdzie wystawiony jest obraz „Czwórka” Józefa Chełmońskiego, pochodzący ze zbiorów malarstwa w Sukiennicach. Następnie zgromadzeni wysłuchali trzech prezentacji: dr hab. Maciej Mikołajewski przedstawił referat o „Najbliższej Słońcu soczewce grawitacyjnej”, prof. dr hab. Bożena Czerny omówiła „Obserwacje czarnych dziur”, zaś prof. dr hab. Edwin Wnuk przedstawił aktualną wiedzę „O pasach planetoid”. Po przerwie obiadowej uczestnicy zwiedzili muzeum „Sukiennice”, goszczące już od ponad roku w Zamku Królewskim. Po południu wysłuchaliśmy w Sali Portretowej I p. Zamku wystąpień: prof. dr

hab. Lech Mankiewicz — „Program Hands — On Universe”, prof. dr hab. Andrzej Kus omówił stan teraźniejszy i przyszłość „Radiowych obserwacji interferometrycznych”, a prof. dr hab. Jerzy Kreiner przedstawił problemy „Współczesnej fotometrii”. Po przerwie (kawa/herbata) wystąpili: prof. dr hab. Marek Urbanik — „Pola magnetyczne w galaktykach”, następnie prof. dr hab. Michał Ostrowski przedstawił stan badań w „Astronomii wysokich energii”, zaś dr Igor Kudzej ze Słowacji zaprezentował „Prace z młodzieżą w Obserwatoriach w Kolonicy i Humannem (program KOLOS).

Około godziny 20.00 uczestnicy Konferencji przeszli z Zamku do Młodzieżowego Obserwatorium Astronomicznego, gdzie Dyrektor MOA, mgr Mieczysław Janusz Jagła, zapoznał zebranych z realizowaną w MOA „Pracą dydaktyczno-wychowawczą”, która była zilustrowana wystąpieniem przedstawicieli dzieci i młodzieży. Zdobywczyni 3 miejsca na tegorocznym OZMA w Grudziądzku, Marta Kotarba, przedstawiła swój referat „Galaktyczne ZOO”. Wieczór w MOA uświetnił „piknik pod gwiazdami”. W następnym dniu, 16 maja, uczestników czekał wyjazd do Węglówki i zwiedzanie Obserwatorium im. T. Banachiewicza na Lubomirze. Na miejscu zapoznaliśmy się z historią budowy obserwatorium, którą przedstawił — oczekujący tam na nas — Wójt Gminy Wiśniowa, Stanisław Murzyn, oraz zatrudniony w obserwatorium astronom mgr Marcin Cikała. Budynek Obserwatorium na wszystkich wywarł wielkie wrażenie, spowodował lawinę wspomnień o tych astronomach z okresu międzywojennego i wojennego, którzy tutaj pracowali w jakże skromnych warunkach. Pozostaje tylko odpowiednio Obserwatorium doposażyć w instrumenty astronomiczne, aby podtrzymać tutejsze tradycje odkrywania komet. Ponadto pogoda dopisała, humorystyczne (wspomaganej specjalnym transportem) i smaczny obiedzie w stołówce tutejszej szkoły, ochoczo przystąpiliśmy do sesji referatowej. Na pierwszy ogień

wysłuchaliśmy niezwykle interesujący i profesjonalnie przedstawiony referat Pana Stanisława Świerczyńskiego — „Amatorskie obserwacje gwiazd zmiennych”. Autor mieszka w pobliskich Dobczycach i od kilkudziesięciu lat prowadzi obserwacje zmian blasku gwiazd najrozmaitszych typów. Następnie wysłuchaliśmy wystąpienia dr Agnieszki Krzyszczyskiej z Poznania — „Planetoidy podwójne i wielokrotne”. Gość z Ukrainy, dr Vlada Marsakova wygłosiła referat „Young Scientists’ Activity in the Astronomical Observatory of Odessa National University”. Sesje zakończyły wystąpienie dr. Henryka Brancowicza nt. „Amatorskich obserwacji astronomicznych”. Po tych referatach rozgorzała dyskusja i dopiero klakson autobusu przypomniał zebranym o konieczności powrotu do Niepołomic. Ze ścisniętym gardłem pożegnaliśmy naszych przyjaciół z Węglówki, a szczególnie dyrektora tutejszej Szkoły Podstawowej i Gimnazjum, mgr. Ryszarda Leśniaka, który oficjalnie opiekuje się Obserwatorium na Lubomirze, i obecnie u Niego (tel. 0-12 373-90-90) należy zgłaszać chęć zwiedzania Obserwatorium.

Natomiast w Zamku Królewskim na uczestników konferencji, po tak pełnym wrażeń dniu, czekała już w najstarszej części gotyckich piwnic wystawa kolacji serwowana w atmosferze niepołomickiego czakramu. W trakcie posiłku każdy z uczestników otrzymał na pamiątkę stosowny „Certyfikat” pobytu w niepołomickiej siedzibie królów polskich.

W sobotę 17 maja mieliśmy do dyspozycji Salę Konferencyjną im. Lecha Wałęsy, która mieści się na II piętrze Zamku, gdzie w komfortowych warunkach może ona pomieścić 260 słuchaczy. Istny maraton referatowy rozpoczął dr Ireneusz Włodarczyk nt. „Kolizyjne orbity planetoid z Ziemią”, a po krótkiej dyskusji, dr Marek Jamrozy przedstawił obserwacje i płynące stąd wnioski z „Największej radiogalaktyki J1420+0545”. Następnie dr Zbigniew Głownia przedstawił swoją „Konceptję nauczania ewolucji

gwiazd” dla młodzieży szkolnej. Natomiast dr Bartłomiej Zakrzewski zaprezentował „Pracownie dydaktyki astronomii”, którą prowadzi wespół z dr. Waldemarem Ogłozą dla studentów Akademii Pedagogicznej w Krakowie. Dr Marian Soida przedstawił zmiany, jakie zaszły w ostatnim dziesięcioleciu w pracy obserwatorów i teoretyków, przedstawiając referat „Komputer — współczesne narzędzie astronoma”. Po tym ciekawym wystąpieniu mogliśmy się zapoznać z wynikami zastosowań współczesnej techniki obserwacyjnej do wykrywania planet w referacie, który przedstawiła (urodzona w Niepołomicach) dr Jadwiga Donatowicz z Uniwersytetu Technicznego z Wiednia (trzeba wspomnieć, że swego czasu w latach 80. była uczennicą prof. A. Zięby w Linzu i Wiedniu) — „PLANET/Robonet: Mikrosoczewkowanie — poszukiwanie planet o małej masie poza Układem Słonecznym”. Zaś mgr Grzegorz Sęk — pracownik MOA — omówił projekt edukacyjny — „Uczniowskie obserwatorium słonecz-

ne”, którego realizacja będzie oparta na funduszach z grantu unijnego. Na zakończenie, piszący te słowa, przedstawił w dużym tempie wspólny referat z dr. Andrzejem Kułakiem — „Astronomia ekstremalnie niskich częstotliwości”. Ze względu na spóźnioną już porę przeniesliśmy dyskusję do piwnic gotyckich Zamku, gdzie czekał na nas uroczysty obiad, zamkający obrady. Pożegnaniom nie było końca, a uczestnicy rozjeżdżali się z nadzieją kolejnego spotkania w Niepołomicach, już w „Roku Astronomii 2009”.

Warto tu podkreślić, że wszyscy zaproszeni referenci dopisali obecnością, przez co konferencja była niezwykle interesująca.

Przyczynił się do tego niewątpliwie fakt zwołania w dniu 14 maja w Zamku Królewskim w Niepołomicach — w przeddzień otwarcia Konferencji — zebrania Zarządu Głównego Polskiego Towarzystwa Astronomicznego. Na tym posiedzeniu najważniejszymi poruszanymi tematami były:

— sprawa przystąpienia Polski do ESO i związane z tym wystąpienie środowiska astronomicznego dotyczące inwestycji aparaturowych na lata 2008–2025, które omówił Prezes PTA prof. Edwin Wnuk;

— omówiono i przedyskutowano ramowy naukowy program XXXIV Zjazdu PTA, który odbędzie się w Krakowie w dniach 14–19 września 2009. Program ten przedstawił przewodniczący LKO prof. Michał Ostrowski;

— przedyskutowano i zatwierdzono regulamin Medalu im. Bohdana Paczyńskiego, który przygotowała i referowała Pani prof. Ewa Szuszkiewicz;

— powołano Zespół d/s Wikipedii pod kierownictwem Pani prof. Bożeny Czernej;

— omówiono aktualną sytuację finansową Towarzystwa i zapoznano się z nowym numerem „Uranii–PA” (3/2008).

Bliższe szczegóły ukażą się w kolejnym elektronicznym Biuletynie Informacyjnym PTA.

Adam Michalec



Pamiątkowe zdjęcie uczestników konferencji na dziedzińcu niepołomickiego zamku. Fot. M. Mikołajewski

Kolizje galaktyk

Arp 272 = NGC 6050 + IC 1179

Te dwie galaktyki jakby objęły się i skrzyżowały w uścisku swe ramiona. To jest przykład zderzających się galaktyk, który uświadomił nam, że takie zjawiska są częste. Ta para znajduje się w gromadzie galaktyk w Herkulesie. Jej odległość od nas wynosi ok. 450 milionów lat św., a prezentowany obraz rozciąga się na przestrzeni ok. 150 tys. lat św. Nasza najbliższa sąsiadka, mgławica spiralna w Andromedzie, systematycznie zbliża się do naszej Drogi Mlecznej. Arp 272 pokazuje nam, jak za jakiś czas będzie prawdopodobnie wyglądało zderzenie naszej Galaktyki i galaktyki Andromedy.

Źródło: NASA/ESA, Hubble Heritage Collaboration and K. Noll



NGC 3256

Przytaczane tu zdjęcie NGC 3256 wykonane teleskopem kosmicznym Hubble'a pokazuje, że mgławica ta jest w istocie dwiema zderzającymi się lub wolno przenikającymi się galaktykami. Być może, że za kilka-set milionów lat, pozostanie w tym miejscu przestrzeni tylko jedna galaktyka. Obecnie jednak NGC 3256 prezentuje intrigujące włókna ciemnego pyłu, niezwykłe „warkocze” gwiazd i osobliwe centrum z dwoma wyraźnymi jądrami. Zapewne gwiazdy obu galaktyk nie zderzają się bezpośrednio ze sobą, ale gaz, pył i pola magnetyczne wzajemnie przenikają się i oddziałują bezpośrednio na siebie.

NGC 3256 należy do ogromnej supergromady galaktyk Hydra-Centaurus. Rozciąga się na przestrzeni ok. 100 tys. lat św., a znajduje się w odległości ok. 100 mln lat św.

Źródło: NASA/ESA, Hubble Heritage Collaboration and A. Evans



Ciemne obłoki Wielkiej Mgławicy w Kili

Fot. NASA / ESA / N. Smith (UC, Berkeley) i in. / The Hubble Heritage Team (STScI/AURA)

Urania
POSTĘPY ASTRONOMII

Galeria Uranii

6 maja 2008 r. na wieczornym niebie miało miejsce spotkanie Księżyca z Merkurem. Do redakcji dotarło kilka zdjęć dokumentujących to wydarzenie. Pierwsze, górne zdjęcie to jedno z 4, jakie przysłał Tadeusz Michalski z Rudy Śląskiej (brak informacji o parametrach)



Drugie zdjęcie, z koniunkcją nad Kopcem Kościuszki w Krakowie wykonał Tomasz Ściężor (aparat HP 735, godz. 19.09 UT)



Autorem третьiego zdjęcia jest Mariusz Świątnicki (Sigma 70-300 APO + Nikon D70s, (120 mm, f 5), ISO 200, eksp. 3 s, godz. 19.05 UT). Jak pisze pan Mariusz, przypadło to dokładnie 20 lat po tym, jak pierwszy raz dostrzegł Merkurego



Najważniejsze potrzeby aparaturowe astronomii polskiej w latach 2008–2025*

Wstęp

Dynamiczny rozwój astronomii i astrofizyki obserwacyjnej i teoretycznej wymaga dostępu polskich astronomów do szerokiej gamy instrumentów, w całym zakresie widma elektromagnetycznego, od fal radiowych po promieniowanie gamma. Wiąże się to z rewolucją wywołaną pojawiением się nowej generacji wielkich teleskopów oraz rozwojem nowych technik w naziemnej astronomii obserwacyjnej. Zasadnicze znaczenie ma również rozwój technik kosmicznych/satelitarnych, które umożliwiają rejestrację tych zakresów promieniowania, które są pochłaniane w atmosferze ziemskiej.

Polscy astronomowie znajdują się w czołówce światowej: cytowalność naszych prac wynosi 95% średniej światowej (medycyna kliniczna 84%, farmakologia 63%, mikrobiologia 38% — „Nauka”, 2/2005, s. 13–28), zajmujemy 15 miejsce według liczby publikacji w świecie (medycyna kliniczna 26, farmakologia 22, mikrobiologia 28), dorobek naukowy aż 17 samodzielnych pracowników naukowych cytowany jest ponad 1000 razy (ankieta „Wprost”). Mamy ogromne doświadczenie obserwacyjne zdobyte w ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat dzięki obserwacjom w praktycznie wszystkich największych obserwatoriach optycznych i radiowych świata. Uczestniczyliśmy i uczestniczymy również w ważnych misjach satelitarnych: INTEGRAL, HERSCHEL, PLANCK.

Pełne członkostwo w ESO

Z punktu widzenia astronomii polskiej, kluczowe jest przystąpienie do European Southern Observatory (ESO).

* Dokument opracowany na prośbę prof. Jędrzeja Duszyńskiego, wiceministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przez zespół w składzie prof. M. Sarna, dyrektor CAMK, prof. K. Stępień, przewodniczący KA PAN, prof. E. Wnuk, prezes PTA, i przyjęty przez Komitet Astronomii PAN, a następnie w dniu 3 kwietnia 2008 r. przekazany Ministrowi Duszyńskiemu.

Uzasadnienie: European Southern Observatory jest instytucją oferującą największe możliwości w zakresie astronomii optycznej, gdyż dysponuje najnowocześniejszą w świecie bazą instrumentalną obejmującą szeroki zakres długości fal, typów instrumentów, największych teleskopów na świecie. Jednak dostęp do tych urządzeń jest praktycznie możliwy tylko dla astronomów pracujących w instytucjach krajów będących członkami ESO. Przystąpienie Polski do ESO za jednym pociągnięciem może całkowicie zmienić sytuację instrumentalną polskiej astronomii. Dostępne stanie się całe bogate instrumentarium ESO, włącznie z budowanym w ramach projektu ALMA zestawem kilkudziesięciu anten do obserwacji fal submilimetrowych oraz projektowanym 42-metrowym teleskopem optycznym. W badaniach podstawowych przełomowe odkrycia są dokonywane przez duże, międzynarodowe grupy badawcze, dysponujące dużym budżetem — przykład CERN.

O sensowności przystąpienia do ESO świadczy podejście kilku krajów, które w ostatniej dekadzie stały się członkami ESO: Portugalii, Grecji, Hiszpanii, Finlandii czy Czech. Do ESO przystąpiła także w roku 2002 taka „potęga astronomiczna”, jak Wielka Brytania.

Nie ma wątpliwości, że jeśli możliwości dostępu polskich astronomów do nowoczesnej astronomicznej bazy instrumentalnej nie ulegną zmianie, wysoka pozycja naukowa Polski w astronomii światowej będzie podupadać i wkrótce prześcigną nas kraje, które weszły do ESO w ostatniej dekadzie bądź zrobią to wkrótce (Austria, Estonia).

Korzyści: Wstąpienie do ESO otworzy dostęp polskich astronomów do technik obserwacyjnych dotąd rzadko bądź wcale nie stosowanych w naszych badaniach. Umożliwi dostęp młodych badaczy do stanowisk typu staż podoktorski i etatów technicznych w ESO. Będzie się to również wiązało z możliwością rozwoju środowiskowych laboratoriów

budujących nowoczesną aparaturę badawczą. Dzięki przynależności do ESO polscy astronomowie będą zasiadać we władzach tej organizacji i odgrywać aktywną rolę w kształtowaniu wizji rozwoju badań astronomicznych w Europie. Warto zauważyć, że oczywistymi korzyściami po przystąpieniu Polski do ESO będzie również refundacja kosztów podróży i pobytu podczas prowadzenia obserwacji.

Zainteresowani: Całe polskie środowisko astronomiczne. Świadczy o tym fakt, że zarówno Polskie Towarzystwo Astronomiczne, jak i Komitet Astronomii PAN w swych uchwałach poparły przystąpienie Polski do ESO.

Ocena kosztów: Członkostwo w ESO wiązać się będzie z kosztami. Nowi członkowie wnoszą dwa rodzaje opłat: tzw wpisowe oraz składkę roczną. Wpisowe wiąże się z częściową refundacją kosztów poniesionych przez dotychczasowych członków ESO na budowę i rozwój instrumentarium. Składka roczna to opłata na utrzymanie i eksploatację działających urządzeń badawczych. Zasada obliczania tych opłat jest związana z wysokością PKB danego kraju. Pewne wstępne szacunki mówią, że opłata wpisowa będzie wynosić ok. 17–20 mln euro, zaś składka roczna 2,5–3 mln euro. Dotychczasowa praktyka przy przyjmowaniu nowych członków pokazuje, że kwota wpisowego może być rozłożona na raty oraz częściowo (do 20% kwoty wpisowego) uznana w postaci urządzeń badawczych i myśli technicznej — oprogramowania, wnoszonych przez kraj ubiegający się o członkostwo w ESO. Warunki, na jakich przyjmowany jest nowy kraj, są ustalane w drodze negocjacji dwustronnych (ESO–Polska).

Konieczne działania: Wydaje się, że w trybie pilnym powinna zostać powołana międzynarodowa (MNiSzW, MSZ) Komisja Negocjacyjna ds. przystąpienia Polski do ESO.

Przed przystąpieniem do opisywania innych ważnych dla astronomii projek-

tów, chcemy podkreślić, że priorytetem dla polskiej astronomii jest przystąpienie do ESO.

Cztery poniżej omawiane przedsięwzięcia aparaturowe są priorytetowe dla całego środowiska astronomicznego bądź dużej jego części. Uszeregowane są w kolejności alfabetycznej.

ASTROGRID–PL

Projekt ten łączy wszystkie przedsięwzięcia aparaturowe. Do opracowywania danych uzyskiwanych z wysokozaawansowanej technologicznie aparatury badawczej są niezbędne ogromne moce obliczeniowe oraz nowoczesne oprogramowanie. Projekt ASTROGRID–PL będzie pełnił taką właśnie rolę dla całej polskiej astronomii.

Uzasadnienie: Celem niniejszego projektu jest stworzenie, pierwszej w Polsce, infrastruktury sieciowej (dalej — gridowej) dla dedykowanej sieci komputerowej integrującej funkcjonalnie i programowo instalacje „klastrowe” w polskich ośrodkach astronomicznych. Powstała sieć ASTROGRID–PL (zwana dalej siecią) umożliwi intensyfikację badań naukowych i współpracy pomiędzy polskimi ośrodkami astronomicznymi oraz stworzy podstawy do włączenia się w europejskie struktury gridowe i zacieśnienia kontaktów międzynarodowych. Podstawowym celem długofalowym inwestycji ASTROGRID–PL jest stworzenie warunków umożliwiających włączenie się polskiego środowiska astronomicznego do europejskich struktur gridowych (zwłaszcza do obecnie tworzonych gridów astronomicznych). Integracja infrastruktury komputerowej podniesie efektywność współpracy w ramach rozproszonych grup badawczych. Ponadto polskie ośrodki badawcze uzyskają dostęp do zasobów i specjalistycznych urządzeń udostępnianych w ramach gridów, a niedostępnych w Polsce.

Korzyści: Projekt ASTROGRID–PL umożliwi zrealizowanie wielu ważnych celów bezpośrednich. Przyczyni się do stworzenia nowej jakości w pracy naukowej poprzez wdrożenie nowoczesnej technologii. Zainstalowane zostaną narzędzia ułatwiające pracę w ramach gridu, powstaną jednorodne bazy danych wyników obserwacji i symulacji numerycznych — wirtualne obserwatorium.

Efektywniejsze i bardziej elastyczne wykorzystanie dostępnych mocy obliczeniowych zgromadzonych w ośrodkach biorących udział w projekcie. Przygotowanie użytkowników do uczestnictwa w europejskich projektach badawczych wykorzystujących gridy.

Zainteresowani: całe środowisko astronomiczne.

Ocena kosztów: Koszty budowy gridu są związane z kosztami sprzętowymi (lokalnymi instalacjami klastrowymi) oraz kosztami obsługi gridu. W ramach kosztów obsługi znajdują się wydatki osobowe związane z obsługą informatyczną i sprzętową projektu oraz koszty niezbędnego oprogramowania i utrzymania struktury gridowej. Koszty sprzętowe będą związane z budową lokalnych „klastrów” obliczeniowych wraz z ich niezbędnym oprzyrządowaniem. Projekt będzie realizowany w latach 2008–2015. Szacunkowy koszt to około 4,5 mln euro. Dodatkowo eksploatacja i odbudowa sprzętowa instalacji gridowych w latach 2016–2020 około 2 mln euro.

Konieczne działania: Przygotowanie wniosku (w trakcie) w ramach europejskich funduszy strukturalnych 2.3 i powołanie polskiego Konsorcjum ASTROGRID–PL.

CTA — Cherenkov Telescope Array

Uzasadnienie: Astronomia promieniowania gamma najwyższych energii jest dziedziną badań astronomicznych eksplorującą Wszechświat w niedostępny wcześniej najwyższym zakresie widma elektromagnetycznego. Polskie zespoły biorą obecnie udział w pracach dwóch wiodących na świecie projektów obserwacyjnych z tego zakresu, HESS i MAGIC, i w ich ramach rozpoczęły prace przygotowawcze do budowy nowego otwartego dla całego środowiska astronomicznego obserwatorium gamma CTA. Ta dziedzina badań daje szanse na odkrycia jakościowo poszerzające lub zmieniające naszą wiedzę zarówno w obszarze astronomii, jak i w szeregu zagadnieniach fizyki fundamentalnej. Z tego względu CTA został wprowadzony wśród najważniejszych projektów naukowych w Europie do

głównych planów ApPEC i ASPERA, został też zgłoszony przez Polskę (wspólnie z Niemcami i Francją) do ESFRI, gdzie dotąd zajmował pozycję „emerging project”. Obecny projekt będzie kontynuacją aktualnie działających projektów obserwacyjnych astronomii gamma HESS i MAGIC. Projekt CTA daje szansę na zajęcie przez polski zespół znaczącej pozycji w nowatorskim dla światowej astronomii projekcie.

Zainteresowani: Duża część polskiego środowiska astronomicznego i część fizyków. Obecnie w realizację tego projektu są zaangażowane grupy badawcze z trzech instytutów PAN: CAMK PAN, IFJ PAN i CBK PAN oraz czterech uniwersytetów: UJ, UŁ, UW oraz UMK, łącznie około 30 pracowników naukowych i naukowo-technicznych.

Ocena kosztów: Ocena kosztów została dokonana w perspektywie 10 lat. Trzeba podkreślić, że jest to górnna optymistyczna ocena polskiego zaangażowania, uwarunkowana możliwościami budżetu państwa przeznaczanego na badania. Obejmuje ona realizację fazy projektowej CTA w latach 2008–2012 ok. <1 mln euro; udział w budowie obserwatorium CTA w latach 2012–2015 ok. 20 mln euro; utrzymanie i rozwój infrastruktury w latach 2016–2025 ok. 6 mln euro. Większość tych środków będzie wydana na prace prowadzone w Polsce.

Konieczne działania: Uważamy, że projekt powinien znaleźć się na liście priorytetów Narodowego Centrum Badań i Rozwoju. Potrzebne zdecydowane poparcie projektu przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego. W fazie prac projektowych możliwość finansowania w ramach projektów międzynarodowych współfinansowanych.

ROBOTEL — zrobotyzowany teleskop do poszukiwania planet

Uzasadnienie: Teleskop o średnicy 2–2,5 m, umiejscowiony na półku południowej. Celami kluczowymi projektu są: poszukiwanie planet w układach gwiazd podwójnych i wielokrotnych, precyzyjne wyznaczanie podstawowych parametrów fizycznych i odległości, poszukiwanie planet

ziemskich wokół gwiazd pojedynczych. Zrobotyzowane teleskopy średniej wielkości to obecnie najnowsze światowe podejście przy rozwiązywaniu dobrze zdefiniowanych naukowych problemów w astrofizyce. Funkcjonują one niezależnie od ogromnych wielonarodowych teleskopów oraz międzynarodowych obserwatoriów. Jedyny podobny projekt zostanie wkrótce uruchomiony na półkuli północnej przez grupę amerykańską. Jest on jednak ukierunkowany na poszukiwanie planet tylko wokół gwiazd pojedynczych. Proponowany projekt stałby się jednym z dwóch najważniejszych spektroskopowych projektów poszukiwania planet, a szczególnie obejmowałby gwiazdy podwójne i wielokrotne, czyli obszar zaniedbany przez innych badaczy/grupy.

Korzyści: Teleskop wyposażony w spektrograf wysokiej rozdzielczości w dużej części byłby wykonywany w Polsce. Spektrograf, sprzęt (hardware i oprogramowanie) i części mechaniczne (kopuła) byłyby wykonywane w Polsce. Umożliwiłyby to rozwój polskich ośrodków konstrukcji HI-TECH, a co za tym idzie, rozwój kadry naukowo-technicznej oraz laboratorium budowy instrumentów astronomicznych (optyka, mechanika, pneumatyka). Laboratorium takie pozwoli wykonywać instrumenty astronomiczne na zlecenie, np. dla nowych projektów obserwacyjnych realizowanych w ramach ESO.

Zainteresowani: Duże grupy badawcze w CAMK PAN, Uniwersytecie im. Adama Mickiewicza — konsorcjum. Około 30 osób.

Ocena kosztów: Koszty budowy teleskopu z oprzyrządowanie sporządzono w oparciu o wycenę australijsko-amerykańskiej firmy EOS Technologies to ok. 10 mln euro. Z tego ok. 4,5 mln euro byłoby wydane w Polsce na budowę spektrografu, kopuły i opracowanie oprogramowania. W związku z tym, że realizacja projektu trwałaby 2,5–3 lata finansowanie powinno być rozłożone na raty. Koszty eksploatacji, gdyby teleskop został umieszczony w Chile to około 0,3 mln euro rocznie.

Konieczne działania: Uważamy, że projekt powinien być zrealizowany w ramach kluczowych projektów dla gospodarki (rozwój ośrodków wysokiej tech-

Wykaz skrótów

- ALMA — Atacama Large Millimeter Array
- AP — Akademia Pedagogiczna w Krakowie
- ApPEC — Astroparticle Physics European Coordination
- ASPERA — AstroPartice ERAnet
- AŚ — Akademia Świętokrzyska w Kielcach
- BRITE — kanadyjski nanosatela naukowy
- CAMK PAN — Centrum Astronomiczne im. M. Kopernika PAN
- CBK PAN — Centrum Badań Kosmicznych PAN
- CTA — Cherenkov Telescope Array — projektowany teleskop w zakresie gamma
- EAST — European Association for Solar Telescopes
- ESFRI — European Strategy Forum on Research Infrastructures
- ESO — European Southern Observatory
- ESA — European Space Agency
- EVN — European VLBI Network
- HESS — High Energy Stereoscopic System — działający teleskop w zakresie gamma
- HERSCHEL — satelita do obserwacji w zakresie podczerwonym i submilimetrowym
- IFJ PAN — Instytut Fizyki Jądrowej im. H. Niewodniczańskiego PAN
- INTEGRAL — INTErnational Gamma-Ray Astrophysics Laboratory — satelita do obserwacji w zakresie rentgenowskim działający od 2002 roku
- KA PAN — Komitet Astronomii PAN
- KBKIS PAN — Komitet Badań Kosmicznych i Satelitarnych PAN
- LIGO — Laser Interferometr Gravitational-Wave Observatory
- LOFAR — LOw Frequency ARray
- MAGIC — Major Atmospheric Gamma-Ray Imaging Cherenkov — działający teleskop w zakresie gamma
- MNiSzW — Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego
- MOST — mały astronomiczny satelita naukowy
- MSZ — Ministerstwo Spraw Zagranicznych
- NAI — NASA Astrobiology Institute
- PLANCK — satelita do obserwacji mikrofalowego promieniowania tła
- PTA — Polskie Towarzystwo Astronomiczne
- SKA — Square Kilometre Array
- SOHO — SOlar and Heliospheric Observatory — satelita rentgenowski Słońca
- STIX — Spectrometer Telescope Imaging X-rays — projektowany satelita rentgenowski do obserwacji Słońca
- UAM — Uniwersytet im. Adama Mickiewicza
- UB — Uniwersytet Białostocki
- UŁ — Uniwersytet Łódzki
- UJ — Uniwersytet Jagielloński
- UMK — Uniwersytet Mikołaja Kopernika
- UO — Uniwersytet Opolski
- USz — Uniwersytet Szczeciński
- UW — Uniwersytet Warszawski
- UWr — Uniwersytet Wrocławski
- UZ — Uniwersytet Zielonogórski
- VLBI — Very Large Base Interferometer
- VLT — Very Large Telescope — cztery 8-metrowe teleskopy ESO
- WET — Whole Earth Telescope
- XEUS — The X—Ray Evolving Universe Spectroscopy Mission — projektowany satelita rentgenowski

nologii) koordynowanych przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju. Potrzebne zdecydowane poparcie projektu przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

SALT — Southern African Large Telescope

Kontynuacji wymaga finansowanie projektu teleskopu SALT, gdyż wynika to z umowy o współpracy naukowo-technicznej między rządami Polski i Republiki Południowej Afryki.

Uzasadnienie: Mimo dynamicznego rozwoju badań astrofizycznych w takich obszarach promieniowania jak podczerwień, ultrafiolet, zakres rentgenowski i gamma (obserwatoria satelitarne), podstawowym zakresem obserwacji dla olbrzymiej większości obiektów astronomicznych pozostaje ciągle zakres optyczny. Analiza promieniowania w zakresie spektroskopii optycznej jest źródłem podstawowych danych dla astronomii. Aby obserwować słabe obiekty, potrzeba budować teleskopy o coraz większych średnicach. W astronomii światowej obserwuje się tendencję do budowy dużych 10-m teleskopów naziemnych (Keck, VLT, Subaru, Magellan). Jednym z takich przyrządów jest teleskop SALT o średnicy zwierciadła 11 m. Polska włączyła się do jego budowy w roku 1999. Obecnie teleskop jest w fazie testowania oprzyrządowania i dostarcza pierwsze wyniki naukowe. Polskie środowisko astronomiczne będzie dysponować ok. 30 nocami obserwacyjnymi rocznie.

Korzyści: Dostęp do danych spektroskopowych najwyższej jakości. W przyszłości możliwość włączenia się polskich instytutów i przedsiębiorstw w konstrukcję unikatowych instrumentów i przyrządów.

Zainteresowani: Całe środowisko astronomiczne, szacunkowo 120 osób.

Ocena kosztów: Teleskop SALT wraz z podstawowym oprzyrządowaniem (kamera monitorująca, spektrograf średniej i dużej rozdzielczości) kosztował 35 mln USD. Wkład strony polskiej zamknął się w kwocie 3,5 mln USD, przy czym ok. 0,6 mln USD to wkład polskich uczelni i instytutów PAN. Roczny koszt eksploatacji to ok. 1,7 mln USD, przy naszym wkładzie 0,17 mln

USD. Przewiduje się utrzymanie naszego wkładu w eksploatację teleskopu na poziomie 0,2 mln USD rocznie do roku 2014 (Memorandum of Understanding) tj. 1,5 mln USD. Obecnie trwają prace nad budową spektrografia typu Echelle i podczerwonego, których koszty w latach 2008–2011 zamkną się kwotą 8 mln USD. W przyszłości (2011–2020) planowana jest druga generacja instrumentów: spektrograf wieloobiektowy, system adaptywnej optyki, nowe sensory luster na łączną kwotę 20 mln USD. Jeśli Polska chce utrzymać swój stan posiadania, tj. 10% czasu obserwacyjnego, powinna wnieść 10% wszystkich kosztów poniesionych przez konsorcjum. W latach 2008–2020 będzie to 4 mln USD. W przypadku budowy własnej aparatury będą to koszty o około 7 mln USD wyższe.

Konieczne działania: Wypełnianie zobowiązań wynikających z Memorandum of Understanding (umowa międzynarodowa Polska–RPA), tj. wpłaty na eksploatację i budowę nowej aparatury.

Aktywne środowisko naukowe podejmuje wiele inicjatyw. Tak dzieje się w polskim środowisku astronomicznym. Przytoczone poniżej inicjatywy są w różnym stopniu zaawansowania: wstępne ustalenia, początki współpracy, plany. Ich realizacja będzie zależeć od możliwości budżetu państwa, sponsorów oraz od determinacji grup, które pragną je zrealizować. Są to projekty o różnym stopniu ryzyka, zarówno naukowego, jak i finansowego. Poniższe zestawienie nie jest żadnym rankingiem!

Inne przedsięwzięcia istotne dla polskiej astronomii (w kolejności alfabetycznej)

Projekty astrofizyczne

Uzasadnienie, korzyści, koszty: Centrum Zaawansowanych Badań w Zakresie Astrobiologii i Dziedzin Po-



Budynek 11-metrowego teleskopu SALT nocą. Źródło: <http://salt.camk.edu.pl/firstlight>

krewnych — CASA* statusu Associate Member of NAI (NASA Astrobiology Institute), który wymaga porozumienia pomiędzy rządami Polski i Stanów Zjednoczonych. Mając status Stowarzyszonego członka NAI, polscy astronomowie i astrobiolodzy działający w CASA* będą mieli pełny dostęp do danych z misji kosmicznych oraz infrastruktury badawczej będącej na wyposażeniu NAI. Centrum pełni funkcję koordynowania i promowania interdyscyplinarnych badań naukowych, które integrują astronomów polskich z przedstawicielami innych dziedzin nauki. Ponadto otwarte będą dla nich oraz dla doktorantów i studentów programy wymiany naukowej oraz staże zagraniczne. Koszty związane z tą inicjatywą są ustalane na podstawie umowy międzynarodowej.

Zainteresowani: Obecnie członkami Ogólnopolskiego Centrum CASA* są CAMK, CBK, UMK i USz oraz Instytut Paleobiologii PAN w Warszawie — kilkanaście osób.

Konieczne działania: Aktywność zainteresowanych grup badawczych.

Projekty astrofizyczne

Uzasadnienie, korzyści, koszty: Jest kilka propozycji tego typu.

Obserwatorium fal grawitacyjnych VIRGO to interferometryczny detektor fal grawitacyjnych znajdujący się w Pizie. Prowadzony jest przez konsorcjum francusko-włoskie. Obecnie grupa pol-

skich naukowców prowadzi negocjacje w sprawie włączenia polskiej grupy do tego konsorcjum. Celem tej współpracy jest odkrycie fal grawitacyjnych oraz interpretacja sygnałów wykrytych w zakresie fal grawitacyjnych w kontekście astrofizycznym. Konsorcjum VIRGO podpisało umowę o wymianie danych z LIGO, tak więc udział w tym eksperymencie będzie oznaczał pełen dostęp do danych z obu eksperymentów. Detektor VIRGO rozpoczyna obecnie fazę ulepszeń, które mają na celu zwiększenie jego czułości o czynnik 10. Polska mogłaby mieć wkład w tę fazę rozwoju eksperymentu. Koszty tego przedsięwzięcia będą ustalone po zakończeniu rozmów z konsorcjum VIRGO.

Rozmyte linie międzygwiazdowe. Molekuły prebiotyczne powstają w ośrodku międzygwiazdowym. Molekuły organiczne są nośnikami niezidentyfikowanych rozmytych linii międzygwiazdowych, których ponad 300 daje się zaobserwować w widzialnym zakresie widma. Dotychczasowa współpraca z Międzynarodowym Centrum Badań Astrofizycznych i Medyczno-Ekologicznych — właścicielem Obserwatorium na Terskole (północny Kaukaz) doprowadziła do ustalenia i opublikowania wielu istotnych faktów obserwacyjnych. Obserwatorium jest wyposażone w spektrograf typu echelle. Wyposażenie go w kamery CCD o dużej powierzchni sensora pozwoli na pewniejszą identyfikację tych linii oraz porównywanie z widmami laboratoryjnie uzyskiwanych molekuł. Koszty obejmują dwie kamery CCD — razem ok. 160 000 euro i porównywalne z nimi koszty aparatury laboratoryjnej.

1,2 m teleskop do obserwacji fotometrycznych w Polsce. Zakup teleskopu klasy 1,2 m w pełni automatycznego i zrobotyzowanego do prowadzenia głównie obserwacji fotometrycznych w jednym z dwóch górskich obserwatoriów w Polsce: Suhorze lub Lubomirze. Teleskop został zainstalowany w miejsce mniejszego (60 cm lub 50 cm) teleskopu, co zwiększyłoby zasięg o 1–2 wielkości gwiazdowych. Podstawowe programy badawcze to: (1) badanie gwiazd pulsujących w ramach Teleskopu Globalnego (WET), (2) długoterminowe monitorowanie zmienności optycznej kwazarów i blazarów, (3) dokładne wyznaczanie parametrów fizycznych ciasnych układów podwójnych. Teleskop ten umożliwiłby wieloletnie obserwacje kwazarów, o dużej zmienności optycznej oraz kontynuację zaangażowania polskich astronomów w prace WET. Koszt inwestycji to zakup teleskopu (ok. 1mln euro) i zainstalowanie go w istniejącym budynku oraz automatycznie obracanej kopuły. Dodatkowo, celowe byłoby wyposażenie teleskopu w dobrą kamerę CCD i ewentualnie spektrograf. Koszt inwestycji powinien zamknąć się kwotą ok. 1,2 mln euro. Koszt utrzymania teleskopu to ok. 50–100 tys. zł rocznie.

Zainteresowani: heliofizicy wrocławscy
Konieczne działania: aktywność zainteresowanych grup badawczych.

Projekty kosmiczne

Uzasadnienie: Misja ESA Solar Orbiter i inne misje satelitarne. Rozwój technik kosmicznych w rejestracji promieniowania nie docierającego do powierzchni Ziemi jest nie do przecenienia. Polscy naukowcy i konstruktorzy pracowali przy wielu misjach kosmicznych: Wenus-Express, INTEGRAL, HERSCHEL i inne. Jedną z polskich specjalności jest budowa przyrządów dla orbitalnych teleskopów rentgenowskich. Najbardziej zaawansowany z planowanych urządzeń tego typu jest Solar Orbiter — STIX, następca SOHO, który będzie służył do obserwacji wysokich warstw atmosfery Słońca. Obserwacje będą prowadzone po raz pierwszy z odległości mniejszych niż 30 mln km (poniżej orbity Merkurego) i będą miały przełomowe znaczenie dla heliofizyki. Misja międzyplanetarna Solar Orbiter należy do grupy podstawowych projektów European Space Agency (ESA). W skład konsorcjum budującego satelitę i spektrometr rentgenowski STIX wchodzą obok Polski: Czechy, Francja, Niemcy, Szwajcaria, USA i Wielka Brytania.

Innym bardzo ważnym satelitą rentgenowskim będzie XEUS, który będzie obserwował słabe obiekty astronomiczne, zarówno gwiazdy, jak galaktyki i kwazary. Polska już uczestniczy w konsorcjum XEUS w Astrophysics Working Group. W roku 2007 projekt został wybrany przez ESA do realizacji.

W dotychczasowych misjach kosmicznych Polska uczestniczyła w budowie poszczególnych przyrządów bądź ich części. Jeśli chcemy w przyszłości móc budować i być koordynatorem misji kosmicznych w ramach ESA, za pieniądze ESA, warunkiem niezbędnym jest zbudowanie własnego satelity. Istnieją opracowane i sprawdzone technologie budowy małych, niezbyt drogich satelitów naukowych: MOST, BRITE. Sądzimy, że pora jest odpowiednia, aby również Polska wysłała swojego pierwszego sztucznego

satelitę. W roku 2007 uczyniła to 50-milionowa Nigeria.

Korzyści: Bezpośredni dostęp do superdokładnych danych naukowych oraz rozwój technologii przy budowie spektrografo monitorującego STIX, satelity XEUS czy własnego satelity naukowego. Zaowocuje to zarówno rozwojem naukowej kadry badawczej, jak i zespołów konstrujących aparaturę naukową.

Zainteresowani: Grupy badawcze z CAMK PAN, CBK PAN, UWr, UMK, UJ, UAM i UMCS. Łącznie w latach 2008–2020 przewiduje się zaangażowanie w przedsięwzięcie około 70 polskich astronomów i fizyków plazmy.

Ocena kosztów: Całkowity koszt spektrografo STIX to około 12 mln euro (2008–2015). Polski udział ma wynieść około 2 mln euro. Część z tej kwoty (~1 mln euro) zostanie pokryte ze źródeł ESA, poprzez projekt PECS. Projekt STIX uzyskał poparcie KA PAN i KBKis PAN. Koszt uczestnictwa w programie XEUS to ok. 5 mln euro (2008–2018), zaś budowa satelity podobnego do MOST wynosiłaby razem z wystrzeleniem 10 mln euro.

Konieczne działania: Wyasygnowanie kwot na STIX i XEUS w ramach projektów badawczych realizowanych ze środków MNiSzW (w drodze konkursu).

Specjalna decyzja MNiSzW w sprawie budowy i wystrzelenia pierwszego polskiego satelity naukowego.

Projekty radioastronomiczne

Przystąpienie do ESO pozwoli prowadzić badania w zakresie optycznym, IR i submilimetrowym. Badania w innych przedziałach widma (np. radio, wysokie energie) można realizować jedynie poza ESO. Jedyną techniką obserwacyjną rozwijaną w kraju na poziomie światowym jest radioastronomia. Dlatego projekty radioastronomiczne realizowane w kraju w ramach szerokiej współpracy międzynarodowej powinny mieć wysoki priorytet.

Uzasadnienie, korzyści, koszty: Tutaj możemy wymienić trzy inicjatywy: budowa dużego radioteleskopu parabolicznego; LOFAR — Low Frequency Array; SKA.

Zestawienie kosztów				
Grupa 1:				
ESO	Wpisowe/raty	2009–2010	20 mln euro	
	Składki w latach	2009–2020	36 mln euro	
RAZEM		2008–2020	56 mln euro	
Grupa 2:				
ASTROGRID-PL	Koszty budowy	2008–2015	4,5 mln euro	
	Eksplotacja	2016–2020	2 mln euro	
CTA	Koszty budowy	2012–2015	20 mln euro	
	Eksplotacja	2016–2025	6 mln euro	
ROBOTEL	Koszty budowy	2009–2011	10 mln euro	
	Eksplotacja	2012–2021	3 mln euro	
SALT	Eksplotacja	2008–2020	3 mln euro	
	Budowa apar.	2008–2020	5 mln euro	
RAZEM		2008–2025	53,5 mln euro	

W zestawieniu kosztów uwzględniamy jedynie pozycje od 1–5, ponieważ inne przytoczone w powyższym tekście oceny są bardzo przybliżone. Średnia w Grupie 1 wpisowe do ESO w dwóch lub trzech ratach w latach 2009–2010, a reszta w latach 2008–2020 (13 lat) 2,76 mln euro/rocznie. Średnia w Grupie 2 w latach 2008–2025 (18 lat) 2,97 mln euro/rocznie.

Radioteleskop paraboliczny powinien być zlokalizowany w miejscu, które zapewni jego niezagłócone funkcjonowanie przez dziesiątki lat. Zadanie może być zrealizowane przez UMK w ramach EVN (European VLBI Network) i Krajowego Centrum Radioastronomii (UMK, UJ, UZ, CBK PAN). Zasadniczym celem jest postawienie w Polsce nowoczesnego radioteleskopu o klasie światowej, który zapewni może prowadzenie własnych badań na najwyższym poziomie i jednocześnie zabezpieczać mocną pozycję naszego kraju w sieci europejskiej VLBI. Koszt inwestycji ok. 100–150 mln zł, ze środków europejskich na rozwój infrastruktury, termin realizacji — do roku 2015.

LOFAR jest europejskim projektem radioastronomicznym, którego celem jest zbudowanie sieci interferometrycznej setek anten rozmieszczonych w wielu krajach. Aktualnie sieć pokrywa Niemcy i Holandię i obejmuje po jednej stacji w Wielkiej Brytanii i Francji. Przystąpienie do projektu planują Włochy i Szwecja. Polska rozważa zbudowanie trzech stacji LOFAR iłączenia ich do europejskiej sieci tych stacji. LOFAR będzie pracował w zakresie bardzo niskich częstotliwości: $10 < f < 250$ MHz,

jest to bardzo słabo zbadany zakres widma radioowego. Chęć uczestnictwa w projekcie LOFAR zgłosiło kilka ośrodków krajowych (UJ, UMK, UZ, USz, CBK PAN), propozycja obejmuje krajowe inwestycje w trzech miejscowościach (Toruń, Kraków, Zielona Góra) budowy stacji pomiarowych. Koszt stacji to ok. 1 mln euro, łączny koszt polskiego udziału to 3 mln euro na inwestycje oraz coroczna wpłata na utrzymanie LOFAR około 0,3 mln euro.

SKA — Square Kilometre Array, to po ALMA największa międzynarodowa inwestycja dla przyszłości. Nie zapadły jeszcze decyzje o jej lokalizacji. Równolegle rozważa się RPA i Australię, ze wskazaniem na Australię. Jak dotąd SKA jest pochodną technik interferometrii, w szczególności jednostki zaangażowane w VLBI są motorem przedsięwzięcia. Toruń jest realizatorem SKADS — SKA Design Study (VI PR), jest też w konsorcjum europejskim.

Zainteresowani: Grupy badawcze z UJ, UMK, UZ, UWr, CBK PAN, łącznie kilkanaście osób.

Konieczne działania: Aktywność zainteresowanych grup badawczych. Konieczne jest wsparcie MNiSzW dla złożonych już propozycji.

Zadania zawodów III stopnia z rozwiązaniami

— LI Olimpiada Astronomiczna

1. W wyniku oddziaływania promieniowania słonecznego zmieniają się parametry ruchu ciał Układu Słonecznego. Efekt ten dotyczy przede wszystkim ciał drobnych i bardzo drobnych, a samo zjawisko nazywa się zjawiskiem Jarkowskiego. Zmiany parametrów ruchu wynikają stąd, że średnia temperatura półkuli wschodniej jest wyższa od średniej temperatury półkuli zachodniej, co powoduje powstanie wprawdzie bardzo słabej, ale działającej stale siły zmieniającej odległość ciała od Słońca.

Przykładowo rozpatrz planetoidę o promieniu 25 metrów i średniej gęstości 10^3 kg/m^3 , obiegającą Słońce w odległości 1 AU, obracającą się wokół osi prostopadłej do płaszczyzny swojej orbity i promieniującą jak ciało doskonale czarne. Przyjmując, że temperatura wschodniej półkuli planetoidy wynosi średnio 300 kelwinów, a półkuli zachodniej 280 K, oblicz prędkość zmian odległości planetoidy od Słońca.

Uwaga: Siłę można opisać jako zmianę pędu, natomiast związek między pędem i energią w przypadku fotonu wyraża wzór $p = E/c$, gdzie c jest prędkością światła.

Rozwiązanie:

Jak to zostało zapisane w treści zadania, przyczyną zjawiska i wynikających stąd zmian parametrów ruchu ciała są różnice temperatury poszczególnych fragmentów powierzchni. W rzeczywistości zjawisko jest bardzo skomplikowane i zależy zarówno od własności powierzchni (charakterystyka emisyjna), jej kształtu (kierunek emitowanego promieniowania), jak i kierunku osi i szybkości obrotu. W zadaniu przeznaczonym nawet na finał Olimpiady Astronomicznej problem musiał zostać znacznie uproszczony. Założono więc najdogodniejszy do obliczeń kształt ciała i kierunek osi obrotu, a sprawę rodzaju powierzchni i okresu obrotu „zadekreto-wano”, podając „średnie wartości” temperatur odpowiednich półkul oraz zakładając, że promieniowanie to jest promieniowaniem ciała doskonale czarnego. W wyniku tych założeń zadanie, od strony technicznej, stało się dość łatwe. W zasadzie wszyscy uczestnicy, którzy właściwie zrozumieli pojęcia półkuli „wschodniej” i „zachodniej”, zadanie lepiej lub gorzej, ale rozwiązali. Kluczem do zrozumienia zjawiska jest zwrócenie uwagi na obrót planetoidy. W wyniku tego półkula na wschód od południka aktualnego górowania Słońca jest cieplejsza a na zachód od tego południka chłodniejsza, w pełnej analogii do sytuacji na Ziemi. W czasie jest to evidentne — cieplej jest po południu i w pierwszej połowie nocy a chłodniej w drugiej połowie nocy i przed południem. Wystarczyło więc te „czasowe” fakty przetłumaczyć na położenie. Niestety część (mniejsza) uczestników przyjęła, że chodzi o półkule dzienną i nocną. Tych półkul oczywiście też dotyczy różnica temperatur, ale jest, a przynajmniej dla uczestników finału powinno być oczywiste, że siła powstająca w wyniku tej ostatniej różnicy temperatur, jako równoległa do siły grawitacyjnej a prostopadła do kierunku ruchu ciała nie powoduje „zmian

prędkości odległości od Słońca” a jedynie zmianę tej odległości — przesuwa ciało na inną, ale w pierwszym przybliżeniu niezmienną orbitę. Mówiąc krótko, wykonuje pracę, a tym samym „wpompowuje” do ciała energię jedynie siła równoległa do kierunku ruchu. Jak już powiedziano, uczestnik, który problem zrozumiał, zadanie łatwo rozwiązywał. W najprostszym przybliżeniu można było przyjąć, że promieniują tarcze i wówczas moc wypromieniowana przez półkulę wynosi:

$$M_E = \sigma T_E^4 \pi r^2 \quad (\text{wschodnia część}),$$

$$M_W = \sigma T_W^4 \pi r^2 \quad (\text{zachodnia część}).$$

Siły wynikające z tej emisji mogą być zapisane w postaci:

$$F_W = \frac{M_W}{c}, \quad F_E = \frac{M_E}{c}.$$

Oczywiście znowu mamy tu do czynienia z pewnym uproszczeniem — w rzeczywistości emisja z każdego punktu planetoidy zachodzi we wszystkich kierunkach, więc należałoby dokonać najpierw rzutowania na kierunek ruchu planetoidy, a następnie scałkować po całej powierzchni. Można dodać, że takie mniejsze lub bardziej udane próby uczestnicy wykonali. Można też dodać, że w Olimpiadzie były już zadania polegające na takim rachunku, najprościej wynik się uzyskuje, rozważając fazę, w jakiej widzi się półkulę ciała w danym kącie, a następnie całkując odpowiedni rzut po całej sferze. Oczywiście rachunek, choć elementarny, nie był ani wymagany, ani oczekiwany od uczestników. Podsumowując powyższe, udaje dość łatwo uzyskać oszacowanie siły działającej na planetoidę. Następnie trzeba obliczyć, jaką pracę siła ta wykonuje w jednostkowym czasie, czyli moc wpompowawaną w planetoidę. Najprościej wynik się uzyskuje korzystając z wzoru

$$P = Fv.$$

Następnie należy ową moc przeliczyć na zmiany odległości, np. korzystając z wzoru

$$\frac{d}{dt}(mgR) = mg \frac{dR}{dt} = P.$$

Podstawiając wartości, otrzymujemy

$$F = F_E - F_W = 7,3 \times 10^{-4} \text{ N},$$

stąd podstawiając wyrażenie na przyspieszenie słoneczne otrzymujemy

$$\frac{dR}{dt} = \frac{F \cdot \sqrt{R^3}}{M} \cdot \sqrt{GM}.$$

Podstawiając wartości, otrzymujemy m/rok, a więc całkiem sporo. Warto tu dodać, że w zależności od sposobu uwzględnienia kierunku emisji światła oraz faktu, że wszyst-

ko dzieje się w polu grawitacyjnym, wyniki mogą różnić się o czynnik rzędu jedności. Wszystkie te różne podejścia uznawano za prawidłowe, choć oczywiście odpowiednio punktowano.

W powyższych wzorach wytypo następujących oznaczeń:
 T_E , T_W — temperatury półkul, odpowiednio wschodniej i zachodniej

s — stała Stefana-Boltzmannia

R — odległość planetoidy od Słońca

g — przyspieszenie słoneczne w odległości AU

F — siła działająca na planetoidę

v — prędkość planetoidy

c — prędkość światła

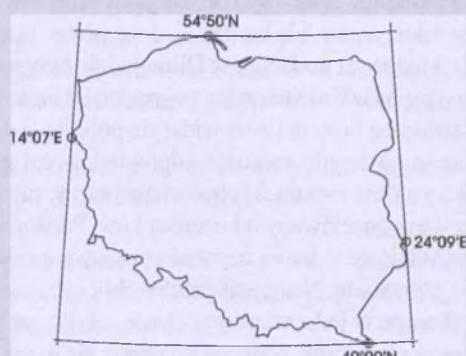
r — promień planetoidy.

J. Kuczyński

2. Czy z terenu Polski (rys. 1), można było zaobserwować zachód Wenus w drugiej połowie nocy 10/11 maja 2007 roku? Odpowiedź uzasadnij rachunkiem, przyjmując:

$$\alpha_{Sl} = 3^h 10,0^m; \quad \delta_{Sl} = +17^\circ 44', \\ \alpha_w = 6^h 12,8^m; \quad \delta_w = +26^\circ 00'.$$

Jakie warunki, o charakterze astronomicznym, powinny być spełnione, aby takie zjawisko (tzn. zachód Wenus w drugiej połowie nocy) można było zaobserwować z możliwie najmniejszej szerokości geograficznej półkuli północnej?



Rys. 1.

Rozwiązańie:

Zadanie wymagało znajomości podstaw trygonometrii sferycznej. Finaliści mieli do dyspozycji m. in. tablice matematyczno-fizyczno-astronomiczne i podręcznik *Astronomii ogólnej* Eugeniusza Rybki.

Zachód Wenus nastąpi w drugiej połowie nocy, jeśli w momencie dobowania Słońca (rozumianym jako środek nocy) Wenus będzie znajdowała się jeszcze na dodatniej wysokości h nad północno-zachodnią częścią horyzontu. Stosowny warunek wynika z rysunku:

$$\alpha_w - \alpha_{Sl} > t_{Sl} - t_{zw}, \quad (1)$$

gdzie t_{Sl} jest kątem godzinnym Słońca równym 12^h , a t_{zw} — kątem godzinnym zachodu Wenus. Wartość t_{zw} można obliczyć ze wzoru:

$$\cos t_{zw} = -\operatorname{tg} \delta_w \operatorname{tg} \phi. \quad (2)$$

Przyjmując $\phi = 54^\circ 50'$, czyli szerokość geograficzną północnego krańca Polski, otrzymamy $t_{zw} = 8^h 55,2^m$ i wniosek, że nierówność (1) nie jest spełniona.

Obliczmy teraz graniczną wartość szerokości geograficznej, w której zachód Wenus przypada w momencie dobowania Słońca. Relacja (1) staje się wówczas równością i po uwzględnieniu jej w równaniu (2) otrzymujemy:

$$\cos(12^h + \alpha_{Sl} - \alpha_w) = -\operatorname{tg} \delta_w \operatorname{tg} \phi_{gr},$$

a stąd $\phi_{gr} = 55^\circ 04'$. Oznacza to, że w nocy 10/11 maja 2007 roku zachód Wenus następował w pierwszej połowie nocy i to na terenie całego kraju.

Jest to jednak pierwsze przybliżenie rozwiązania. Zauważmy, że ϕ_{gr} zaledwie o $14'$ przewyższa północny kraniec Polski. Bez dodatkowych obliczeń można stwierdzić, iż uwzględnienie zjawiska refrakcji astronomicznej (na horyzoncie około $35'$) spowoduje spełnienie nierówności (1) dla północnych regionów Polski. W tym przypadku t_{zw} można obliczyć ze wzoru:

$$\cos z = \sin \delta_w \sin \phi + \cos \delta_w \cos \phi \cos t_{zw},$$

gdzie odległość zenitalna $z = 90^\circ 35'$.

Odpowiedź na pierwsze pytanie postawione w zadaniu jest więc twierdząca.

Warunki wymagane w drugiej części zadania można sformułować na podstawie analizy relacji (1) i wzoru (2):

— z nierówności (1) wynika, że będzie ona najlepiej spełniona, gdy wartości różnicy rektascensji i kąta godzinnego zachodu Wenus będą możliwie największe,

— ze wzoru (2) wynika, że w danej szerokości geograficznej kąt godzinny zachodu Wenus będzie tym większy, im większa będzie wartość deklinacji tej planety.

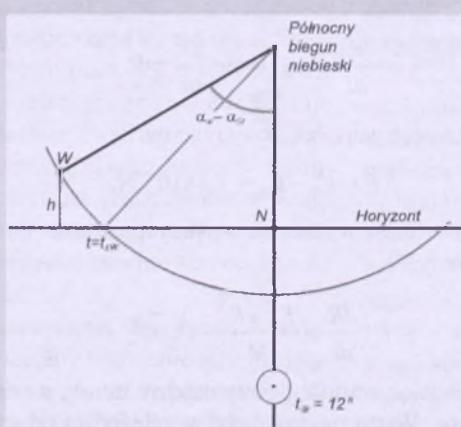
Zachód Wenus w drugiej połowie nocy będzie można zaobserwować z możliwie najmniejszej szerokości geograficznej, gdy Wenus:

— znajdzie się w maksymalnej elongacji wschodniej,

— będzie miała rektascensję 6 godzin (będzie na tzw. „wysokiej eklipcy”),

— znajdzie się w maksymalnym oddaleniu kątowym od eklipytyki, tzn. jej szerokość eklptyczna będzie dodatnia i możliwie największa.

W nocy 10/11 maja 2007 roku elongacja Wenus wynosiła około 43° , przy możliwej maksymalnej wartości elongacji



Rys. 2.

siegającej 48° . Szerokość ekiptyczna Wenus wynosiła ponad $2,5^\circ$, przy kącie nachylenia orbity Wenus do płaszczyzny ekiptyki wynoszącym prawie $3,5^\circ$. Jeśli dodamy jeszcze wartość rektascensji, która wynosiła $6,2^\circ$, to z punktu widzenia drugiej części zadania zestaw warunków był wtedy spełniony prawie optymalnie.

Połowa uczestników finału rozwiązała to zadanie poprawnie, aczkolwiek nie było rozwiązań wzorcowych.

M. T. Szczepański

3. Mając do dyspozycji lunetkę, poziomicę, zegar i stoper wyznacz współrzędne horyzontalne Saturna (z podaniem momentu pomiaru) oraz kątową odległość Saturna od Regulusa. Opisz sposób postępowania i podaj konieczne uzasadnienia.

Omówienie rozwiązania:

W pierwszej kolejności należało lunetkę wypoziomować, a następnie ustawić ją tak, by właściwie był skierowany początek skali azymutów (tzn. w kierunku południowym) lub wyznaczyć odpowiednią poprawkę. Można to było zrobić, korzystając np. z położenia północnego bieguna niebieskiego względem Gwiazdy Polarnej. Poprawność ustawienia skal lunetki miała duży wpływ na dokładność odczytu współrzędnych Saturna w układzie horyzontalnym (A_s, h_s).

Wykonanie podobnych pomiarów dla Regulusa (A_r, h_r) pozwalało wyznaczyć kątową odległość tych ciał z trójkąta sferycznego o wierzchołkach w zenicie i obu obiektach, w którym znanymi bokami były odległości zenitalne ($90^\circ - h_s$) i ($90^\circ - h_r$) oraz kąt dwuścienny między tymi bokami ($A_r - A_s$). Trzeci bok tego trójkąta był szukaną odlegością kątową. Warto zauważyc, że pomiary współrzędnych obu ciał wykonywane były w różnych momentach, a wiadomo, że zarówno azymut, jak i wysokość zmieniają się w czasie. Wymagało to przeprowadzenia starannej dyskusji błędów. Metoda ta nie wymagała użycia stopera, bo do określenia momentów obserwacji wystarczał zegar.

Należy zaznaczyć, że obydwa ciała mogły być obserwowane równocześnie w polu widzenia lunetki, a stoper mógł posłużyć do wyskalowania tego pola, tym bardziej że były w nim umieszczone współśrodkowe okręgi równoodległe od siebie. Wystarczyło więc wyznaczyć kątową odległość między sąsiadującymi ze sobą okregami, by skala była określona. Najprostszą metodą znalezienia skali był zapewne pomiar czasu (za pomocą stopera), w którym dowolna gwiazda przechodziła ruchem dziennym odległość między sąsiednimi okręgami, wzduł promienia pola widzenia lunetki. Wygodnie było wybrać gwiazdę znajdująca się w pobliżu równika niebieskiego, np. najwyższą z pasa Oriona i otrzymać czas przejścia zamienić na miarę kątową. W przypadku wybrania gwiazdy bardziej odległej od równika niebieskiego należało uwzględnić czynnik normujący ten czas przejścia, czyli $\cos \delta$, gdzie δ jest deklinacją gwiazdy.

Pomiar odległości kątowej sprowadzał się do ustawienia Regulusa i Saturna w polu widzenia lunetki tak, by znajdowały się one na tej samej średnicy. Szacowanie dokładności uzyskanych wyników kończyło rozwiązanie zadania.

M. T. Szczepański

4. Od pewnego czasu mierzy się promieniowanie kosmiczne o ekstremalnie wysokich energiach pojedynczych cząstek. Panuje jednak dość powszechnie przekonanie, że istnieje granica tej energii. Granica ta wynika stąd, że naładowana cząstka, a cząstki tego promieniowania są naładowane, o odpowiednio dużej energii będzie ją szybko tracić na generację par e^+e^- w wyniku zderzeń z fotonami promieniowania tła, czyli w wyniku reakcji $p + \gamma = p + e^+ + e^-$. Oszacuj wartość tej granicznej energii, zakładając, że cząstką promieniowania kosmicznego jest proton.

Uwagi i wskazówki.

- Zderzenia najwygodniej rozpatruje się w układzie współrzędnych, w którym całkowity pęd układu jest równy zero. Dodatkowo w tym układzie i w tym przypadku, zderzenie fotonu z protonem generujące parę e^+e^- można rozpatrywać nierelatywistycznie.
- Temperatura promieniowania tła wynosi około 3 kelwinów i do oszacowania należy przyjąć foton o własnościach typowych dla tej temperatury.
- Układy współrzędnych, ten, w którym pęd jest równy zero i ten, w którym temperatura wynosi 3K, są drastycznie różne, i przejście między nimi jest skrajnie relatywistyczne — jeżeli używasz obu, to przechodząc od jednego do drugiego, musisz użyć wzorów relatywistycznych.
- Kalkulator nie poradzi sobie ze skrajnie nietypowymi liczbami, jakie wystąpią w tym zadaniu. Część rachunków trzeba więc zrobić „na piechotę”. Być może przyda się następujący wzór dla małych x.

$$\sqrt{1+x} \approx 1 + \frac{1}{2}x$$

Wzory i dane:

$$\text{Prawo Wiena} \quad \lambda_{\max} \times T = b, \quad b = 2,898 \times 10^{-8} \text{ mK}.$$

Relatywistyczny wzór na przesunięcie dopplerowskie

$$\lambda = \frac{\lambda_0 \sqrt{1 - (\frac{v}{c})^2}}{(1 - \frac{v}{c})}.$$

Masa protonu	$m_p \approx 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$
masa elektronu	$m_e \approx 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$
prędkość światła	$c \approx 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

Rozwiązanie:

Zadanie zostało skonstruowane w ten sposób, że w zasadzie uczestnik nie mający pojęcia o problemie, realizując kolejno podane wskazówki i stosując się do zamieszczonych w zadaniu uwag, powinien uzyskać rozwiązanie. Pierwsza wskazówka mówi o rozpatrzeniu zderzenia w układzie, w którym pęd całkowity jest równy zero. Prawa zachowania pędu i energii prowadzą w tym przypadku do układu równań

$$\frac{E}{c} = mv_0,$$

$$E + \frac{mv_0^2}{2} = 2m_e c^2,$$

których rozwiązanie prowadzi do wzoru na prędkość protunu. Moduł prędkości protonu ma więc postać

$$v_0 = \sqrt{1 + \frac{4m_e}{m_p} - 1} \cdot c$$

i oczywiście w tym momencie warto było skorzystać z podanego we wskazówkach wzoru na rozwinięcie pierwiastka. Korzystając z niego, uzyskujemy bardzo prosty wzór

$$v_0 = 2m_e c / m$$

Prędkość protonu wyniesie więc około 330 km/s, co uzasadnia przybliżenie nierelatywistyczne Energia zderzającego się fotonu w tym układzie jest opisana wzorem

$$E = mv_0 c.$$

I w tym momencie mamy poszukiwane wartości w układzie, który można by nazwać „centrum masy”. Zadanie polega jednak na podaniu energii w układzie związanym z promieniowaniem tła. Należy więc uzyskane wartości do tego układu przetransformować. Podanie we wskazówkach prawa Wiena sugeruje przejście do opisu fotonu przy pomocy długości jego fali. Dokonując tego, otrzymujemy

$$\lambda_0 = \frac{h}{mv_0}.$$

Obliczając wartości, otrzymujemy długość fali zderzającego się fotonu

$$\lambda_0 = 1,2 \cdot 10^{-12} \text{ m.}$$

Ten foton w układzie związanym z promieniowaniem reliktywym ma długość typową dla promieniowania znajdującego się w równowadze z materią w temperaturze 3 K. Z prawa Wiena otrzymujemy więc

$$\lambda = \frac{c}{T} \approx 10^{-3} \text{ m.}$$

Znowu korzystając ze wskazówek, znajdujemy w nich wzór na przesunięcie dopplerowskie, co sugeruje, by znaleźć prędkość układu, w którym w wyniku zjawiska Dopplera uzyskana długość fali osiągnie długość typową dla promieniowania tła. W tym miejscu wygodnie jest oznaczyć

$$\frac{\lambda}{\lambda_0} = 8,5 \cdot 10^8 = \alpha.$$

Z wzoru na zjawisko Dopplera mamy

$$\frac{\lambda}{\lambda_0} = \sqrt{\frac{(1+\frac{v}{c})}{(1-\frac{v}{c})}},$$

czyli po przekształceniach

$$v = \frac{(\alpha^2 - 1) \cdot c}{(\alpha^2 + 1)}$$

Biorąc pod uwagę, że α^2 jest rzędu 10^{18} kalkulator tej wartości policzyć nie jest w stanie, choć oczywiście rachunek „na piechotę” jest łatwy.

W szczególności energia protonu w układzie poruszającym się z prędkością v

$$E_p = \gamma mc^2,$$

gdzie

$$\gamma = \frac{1}{1 - (\frac{v}{c})^2}$$

W szczególności γ ma przy wyliczonej wartości v bardzo prostą postać

$$\gamma = \frac{\alpha^2 + 1}{2\alpha}$$

Przy takiej wartości α rzędu 10^8 oczywiście jedynkę w liczniku można pominąć i ostatecznie

$$\gamma = \frac{\alpha}{2},$$

czyli w naszym przypadku energia wynosi

$$E = \frac{mc^2}{2}. \quad (*)$$

Liczbowo wyniesie to około $6,5 \times 10^{-2} \text{ J}$ albo $4 \times 10^{17} \text{ eV}$. *De facto* mierzy się wyższe energie, ale wynika to z tego, że w zadaniu w celu uproszczenia i tak skomplikowanych rachunków dokonano sporej liczby oszacowań od dołu. Przed wszystkim powstająca para e^+e^- musi mieć sporą energię kinetyczną (w układzie centrum masy!), a fotonów o długości fali rzędu centymetra w promieniowaniu tła jest znacznie więcej niż milimetrowych, więc i zderzenie z nimi jest bardziej prawdopodobne. Dodatkowo prawdopodobnie cząstki o najwyższej mierzonej energii są ciężkimi jonami o masie spoczynkowej rzędu kilkudziesięciu mas protonu. Tym samym uzyskane oszacowanie energii jest dość realistyczne.

Zadanie okazało się bardzo trudne, a tak jak tego się spodziewano, główną trudność sprawiły rachunki. Uczestnicy w sumie nie poradzili sobie z wykonywaniem obliczeń na bardzo dużych liczbach. W tym miejscu warto zauważyć, że podany powyżej tok obliczeń jest „zoptymalizowany” i w zakresie obliczenia liczbowe wystarczy zrobić dopiero, mając do dyspozycji bardzo prosty wzór (*). W praktyce uczestnik takiej optymalizacji dokonać nie miał szans i musiał uporać się z rachunkami w znacznie mniej korzystnej sytuacji. W praktyce odwrócenie wzoru opisującego zjawisko Dopplera (obliczenie prędkości) okazało się dla większości problemem krytycznym. Podobnie dokonanie przybliżeń typu zauważenia, że dodanie lub odjęcie jedynki od miliarda nie zmienia wyniku też okazało się zbyt trudne. Można chyba z tego wyciągnąć wniosek, że sprawność rachunkowa obecnych uczestników Olimpiady wyraźnie się obniżyła — kilka lat temu uczestnicy finału z takimi obliczeniami problemów raczej nie mieli.

W powyższych wzorach zastosowano oznaczenia:

v_0 — prędkość protonu w układzie CM („centrum masy”)

m — masa spoczynkowa protonu

m — masa spoczynkowa elektronu

E — energia fotonu w CM

Λ — długość fali fotonu w układzie CMB (promieniowania tła)

Λ_0 — długość fali fotonu w CM

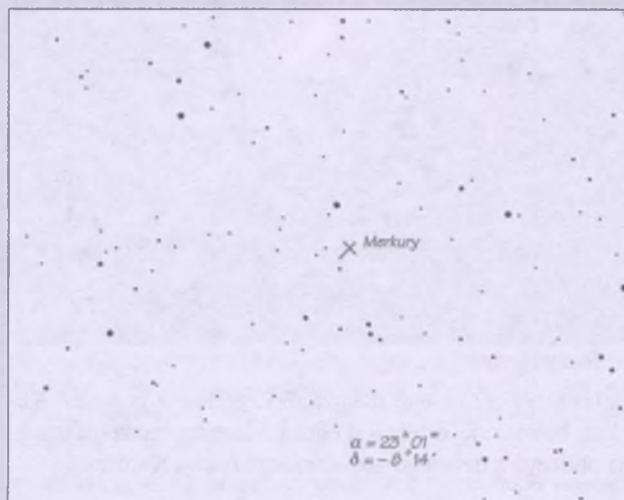
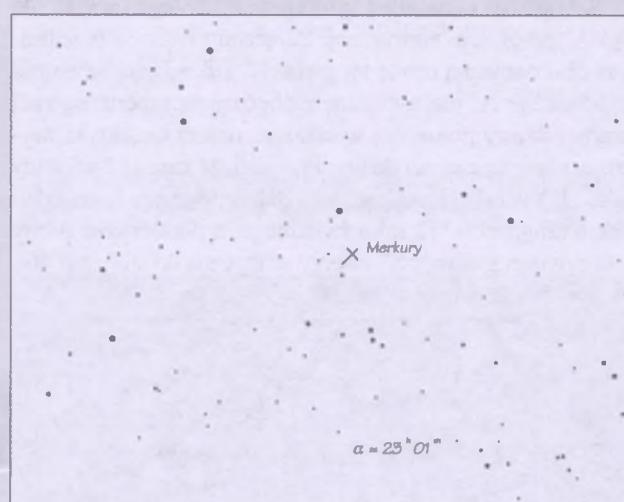
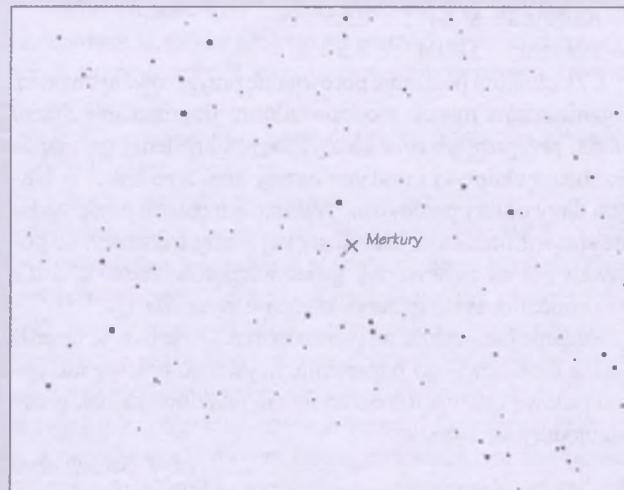
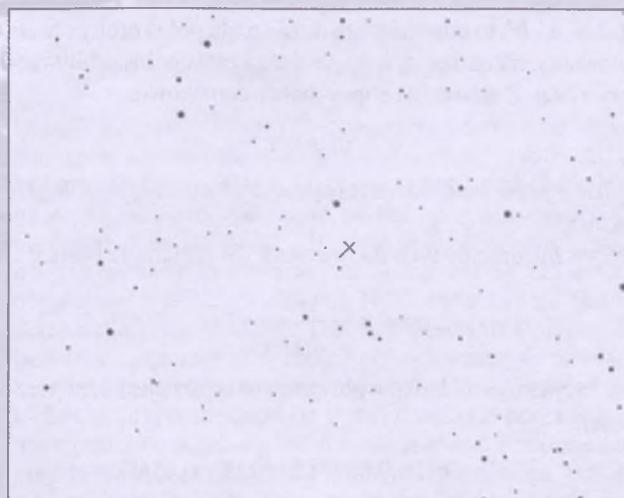
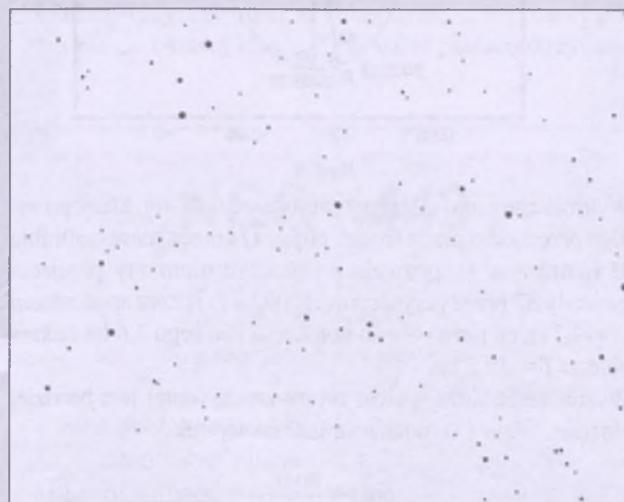
v — prędkość protonu w CMB.

J. Kuczyński

5. Załączone mapki obejmują fragmenty sfery niebieskiej o powierzchni około $24^\circ \times 30^\circ$ wokół Księżyca oraz czterech planet: Wenus, Marsa, Jowisza i Saturna. Obiekty te widoczne są na sztucznym niebie planetarium.

Po przeprowadzeniu ich identyfikacji, na każdej mapce:

- zaznacz położenie właściwego obiektu,
- podaj jego nazwę oraz współrzędne równikowe równonocne,
- wykreśl fragment ekliptyki mieszczący się na danej mapce,
- określ znak zodiaku, w którym obiekt przebywa.



Omówienie rozwiązania:

Zadanie rozwiązywane było w całości pod sztucznym niebem planetarium, a do dyspozycji uczestników były *Atlasy nieba gwiazdzistego* J. i A. Dobrzyckich oraz *Obrotowe mapki nieba*. Zadanie wymagało umiejętności po-

prawnej identyfikacji gwiazd, którą pozostawiamy Czytelnikom — jako zabawę w niestresowej sytuacji.

Na planetarynym niebie współrzędne równikowe równonocne wynosiły dla:

- | | | |
|------------|--------------|----------------|
| — Wenus: | $1^h 45^m$, | $12,5^\circ$, |
| — Marsa: | $3^h 13^m$, | $16,5^\circ$, |
| — Saturna: | $6^h 30^m$, | $23,5^\circ$, |

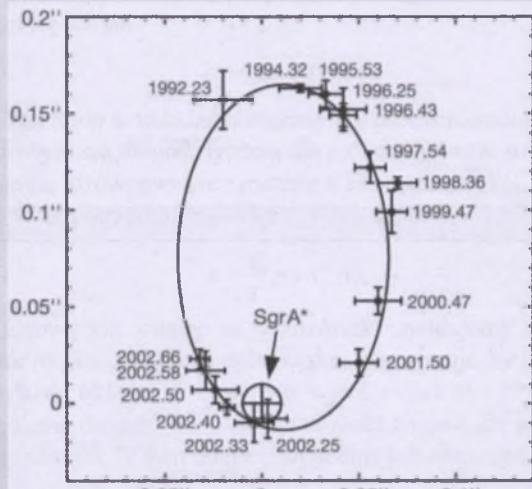
- Księżyca: $8^{\text{h}} 44^{\text{m}}$, $23,5^{\circ}$,
- Jowisza: $11^{\text{h}} 04^{\text{m}}$, $8,5^{\circ}$.

Czytelnikom pozostaje porównanie przygotowanych przez organizatorów mapek z odpowiednimi fragmentami *Atlasu nieba*, przeprowadzenie identyfikacji, określenie na mapce przebiegu ekiptyki i podanie nazwy znaku zodiaku, w którym dany obiekt przebywał. Właśnie ten ostatni punkt zadania sprawił finalistom olimpiady najwięcej trudności, bo podawali oni na ogół nazwy gwiazdozbiorów zodiaku, a nie o to chodziło. Wymagana dokładność wynosiła 1° .

Zadanie jako całość wypadło dobrze. Dwie trzecie uczestników rozwiązało go poprawnie, uzyskując połowę lub ponad połowę możliwych do zdobycia punktów, jednak pracy bezbłędnej nie było.

M. T. Szczepański

6. Gwiazda oznaczona symbolem S2 obiega radioźródło Sgr A^* po orbicie eliptycznej. Załączony rysunek przedstawia obserwowaną orbitę tej gwiazdy. Zakładając, że emisja radiowa Sgr A^* jest związana z obecnością supermasywnej czarnej dziury położonej w centrum naszej Galaktyki, wyznacz masę tej czarnej dziury. Przyjmij, że kątowi 1 sekundy łuku ($1''$) w odległości centrum Galaktyki odpowiada odcinek o długości 0,112 roku świetlnego, a płaszczyzna orbity rzeczywistej gwiazdy S2 tworzy ze sferyką kąt 46° .



Rys. 3.

Rozwiązanie:

Gwiazda S2 obiega radioźródło zgodnie z prawami Keplera, bowiem jej orbita jest elipsą. Masę centralną (M) można obliczyć z trzeciego uogólnionego prawa Keplera:

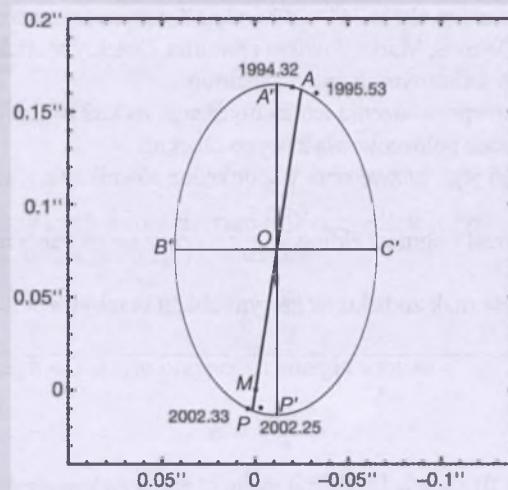
$$a^3 = \frac{G(M+m)P^2}{4\pi^2}, \quad (1)$$

pod warunkiem, że uda się wyznaczyć dużą półosię orbity rzeczywistej (a) oraz okres obiegu (P). Stała powszechnej grawitacji $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kg} \cdot \text{s}^2$ ustala jednostki, natomiast masa (m) gwiazdy S2 będzie zapewne do pominięcia względem masy centralnej, która prawdopodobnie jest masą czarną dziurą.

Korzystając z dodatkowych danych zamieszczonych na rysunku w treści zadania, należy wyznaczyć wartości a i P . Warto przy tym pamiętać, że rysunek przedstawia obserwowaną orbitę gwiazdy, która zgodnie z prawami rzutowania jest również elipsą, a przy tym:

$$\cos i = \text{pole elipsy obserwowanej} / \text{pole elipsy rzeczywistej}, \quad (2)$$

gdzie $i = 46^{\circ}$.



Rys. 4.

Wykreślenie rzutu dużej osi orbity rzeczywistej, który powinien przechodzić przez środek elipsy O i przez masę centralną M (patrz rys. 4), pozwala wyznaczyć momenty przejścia gwiazdy S2 przez perycentrum (2002,3 r) i przez apocentrum (1994,7 r), co prowadzi do półokresu równego 7,6 lat i okres obiegu $T = 15,2$ lat.

Wyznaczenie dużej półosi orbity rzeczywistej jest bardziej złożone. Wzór (2) można zapisać następująco:

$$\cos i = \frac{\pi a' b'}{\pi a b}, \quad (3)$$

gdzie: a' , b' to odpowiednio duża i mała półosi orbity obserwowanej, natomiast a , b — to duża i mała półosi orbity rzeczywistej. Z własności elipsy mamy dodatkowo:

$$a^2 = b^2 + c^2 \text{ oraz } c = a \cdot e,$$

gdzie e jest mimośrodkiem elipsy rzeczywistej, a c jej półogniskową.

Po uwzględnieniu tych faktów wzór (3) przyjmuje postać:

$$\cos i = \frac{a' b'}{a^2 \sqrt{(1-e^2)}}. \quad (4)$$

Jedyną niewiadomą w powyższym wzorze jest a , bo wartości:

$$a' = OA' = 0,089'' \text{ i } b' = OB = 0,054'',$$

można wyznaczyć bezpośrednio z rysunku, podobnie jak

$$e = \frac{c}{a} = \frac{OM}{OA} = 0,077''/0,087'' = 0,88,$$

Ostatnia zależność wynika z faktu, iż po zrzutowaniu iloraz odcinków wspólniowych (a takimi są c i a) zachowuje się.

Po przekształceniach i podstawieniu wartości liczbowych, z wzoru (4) mamy:

$$a = 0,121'' = 0,0135 \text{ l.y.} = 1,28 \times 10^{14} \text{ m.}$$

Uwzględniając wartości liczbowe we wzorze (1) otrzymujemy ostatecznie:

$$M = 5,4 \times 10^{36} \text{ kg} = 2,7 \times 10^6 \text{ mas Słońca}$$

(bo masa Słońca to $1,99 \times 10^{30}$ kg).

Zadanie polegało na opracowaniu wyników autentycznych obserwacji, przy czym pewne dane potrzebne do rozwiązania nie były podane jawnie, lecz należało je znaleźć samodzielnie, opracowując rysunek. Wyniki okazały się zaskakujące: tylko jedna praca wzorcowa i jedna poprawna. Pozostałe prace zawierały jedynie przyczynki, ocenione poniżej 50% możliwych do zdobycia punktów. Zadanie było złożone, choć w sumie niezbyt trudne. Problem wyniknął, być może, z niedokładnego czytania treści, w której było „... wyznacz masę ...”, a nie „... oszacuj masę ...”. W wielu pracach otrzymane

wyniki obarczone były błędem rzędu 20%, co byłoby do zaakceptowania, gdyby nie błąd merytoryczny popełniony przy ich oszacowywaniu. Większość uczestników uznała bowiem, że $\cos i = a''/a$,

gdzie a'' jest długością rzutu dużej osi orbity rzeczywistej, czyli odcinkiem OA na rys.

Niestety, podczas rzutowania proporcjonalne do $\cos i$ są odpowiadające sobie powierzchnie, a nie odcinki — z jednym wyjątkiem, gdy odcinki są prostopadłe do krawędzi przecięcia płaszczyzn. Zauważmy, że duża półos z zadania może być „prawie prostopadła” do krawędzi (i tak jest w rzeczywistości), ale może być również „prawie równoległa”, czyli to mała półos jest wtedy „prawie prostopadła” do krawędzi, a to już zdecydowanie zmienia wyniki! Rozstrzygnięcie tej alternatywy wcale nie jest łatwe, zwłaszcza bez znajomości mimośrodu e orbity rzeczywistej, a w pracach nie zaliczonych wartości mimośrodu na ogół nie było. Kłopoty wielu uczestników powstały niejako na własną prośbę, bo sporo prac mogło być poprawnych.

M. T. Szczepański

galeria obiektów NGC

NGC 4449

α (J2000)	12 ^h , 28,2 ^m
δ (J2000)	+44° 06'
Gwiazdozbiór	Psy Gończe
Typ	Galaktyka nieregularna IBm
Jasność fotograficzna	10,0
Jasność wizualna	9,4
Jasność absolutna M _v	-19,0
Rozmiar	6,2'×4,4'
Odległość	3,8 Mps
Prędkość radialna	+207 km/s

Dnia 27 kwietnia 1788 r. Wiliam Herschel zanotował tę galaktykę w swoim dzienniku obserwacyjnym jako H.I.213. W katalogu Dreyera jej opis jest następujący: „bardzo jasna, rozległa, nieco wydłużona, podwójna, łatwo rozróżnialne pojedyncze gwiazdy”. Obecnie wiemy, że owe „pojedyncze gwiazdy” to w istocie jasne gromady gwiazd wraz z otaczającymi je obszarami HII. NGC 4449 jest zaliczana do galaktyk typu Wielkiego Obłoku Magellana. Pod względem morfologicznym bardzo go przypomina: obie galaktyki są nieregularne w budowie, choć posiadają w swej strukturze coś przypominającego dysk i centralną poprzeczkę, mają podobne rozmiary (~5,6 kps) i jasność, podobne populacje gwiazd i dużą aktywność gwiazdotwórczą. Galaktyka ta jest wizualnie dość jasna i ma dużą jasność powierzchniową. Z tych powodów łatwo ją zobaczyć nawet przez niewielki teleskop o średnicy 10 cm. Widać ją wtedy jako zaokrągloną i lekko wydłużoną plamką światła. Większy teleskop o średnicy 25–30 cm pozwala zobaczyć jaśniejsze obszary HII, natomiast kształtem przypomina ona wtedy prostokąt albo „pułapkę” — charakterystyczny kształt tej galaktyki znany ze zdjęć.

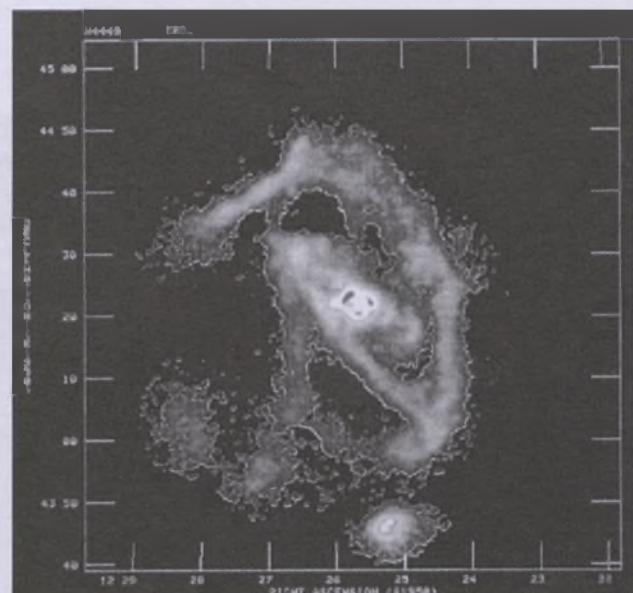


Zdjęcie optyczne NGC 4449 wykonane przez 2,5-m teleskop Izaaka Newtona. Zwraca uwagę charakterystyczny prostokątny kształt centralnej, najjaśniejszej części galaktyki. Północ jest u dołu. Rozmiary zdjęcia: 6,0'×6,0'

W NGC 4449 powstaje obecnie bardzo dużo nowych gwiazd, co rozpoznajemy po wielkiej ilości obszarów zjonizowanego wodoru HII, jakie w niej zarejestrowano. Pod tym względem przypomina galaktyki, w których obserwuje się „wybuchową” aktywność gwiazdotwórczą. Nasilenie jej nastąpiło jakieś 4 mld lat temu, a jej szczególny wzrost przypada na ostatnie kilkaset milionów lat. Standardowy „scenariusz” tego rodzaju wzmożonej aktywności zakłada, że jej przyczyną było oddziaływanie grawitacyjne z galaktyką, która w niedalekiej przeszłości (w sensie astronomicz-

nym) znalazła się w bardzo niewielkiej odległości od NGC 4449. Obserwacje radiowe neutralnego wodoru zdają się potwierdzać tę hipotezę. W 1975 r. odkryto wokół tej galaktyki wielką symetryczną otoczka wodoru HI o rozmiarze 10 razy od niej większym i całkowitej masie około 1 mld mas Słońca. W latach 90. ubiegłego wieku z pomocą interferometru radiowego VLA odkryto w obrębie otoczki potężne skupiska i włókna gazu rozciągające się na kilkadziesiąt tysięcy parseków. Ponadto stwierdzono, że otoczka ta obraca się w kierunku przeciwnym niż gaz w środkowej części galaktyki. Obie obserwacje wskazują na oddziaływanie grawitacyjne z jakąś inną galaktyką. W ciągu owych kilkuset milionów lat nie powinna się ona jeszcze oddalić na dużą odległość. Jak do tej pory, znaleziono tylko jedną kandydatkę DDO 125 — maleńką galaktykę niregularną, która znajduje się w odległości około 40 kps od niej. Wydaje się jednak, że jest ona zbyt mała, by czynić ją odpowiedzialną za wszystkie osobliwości obserwowane w NGC 4449. Nie udało się też wskazać jakiekolwiek innej galaktyki. Problem w tym, że NGC 4449 leży w grupie galaktyk oznaczanych jako CVnI lub grupa M94 (patrz „Urania–PA” 4/2007), która jest bardzo luźna i zawiera stosunkowo niewiele galaktyk w stosunku do swych całkowitych rozmiarów. Zresztą większość z nich to małe galaktyki niregularne, wyraźnie mniejsze nawet od naszej dzisiejszej bohaterki. Być może galaktyka, która oddziaływała w przeszłości z NGC 4449, zlała się z nią w jedną galaktykę.

W obrębie galaktyki odkryto z pomocą obserwacji radiowych i w podczerwieni liczne młode masywne gromady gwiazd, które w większości są jeszcze ukryte w „kokonach” obłoków materii międzygwiazdowej i w zakresie optycznym są prawie niewidoczne. Spośród gromad, które są dobrze zbadane w zakresie optycznym, wyróżnia się centralna, bardzo jasna gromada gwiazd, w obrębie której (i w jej najbliższym otoczeniu) obserwujemy znaczne wzmożenie aktywności gwiazdotwórczej. Jej wiek wynosi około 10 mln lat i zawiera ona sporo wyewoluowanych gwiazd: czerwonych i żółtych nadolbrzymów. Gromada ta ze względu na



Radiowy obraz rozkładu neutralnego wodoru wokół NGC 4449 uzyskany z pomocą sieci VLA. Centralny, jaśniejszy obszar pokrywa się z optycznym obrazem galaktyki. Zauważać można potężne, niregularne włókno gazu zawinięte w kształt ramienia spiralnego wokół NGC 4449. Jaśniejszy obszar na samym dole to DDO 125 — bliski towarzysz

jej stosunkowo młody wiek nie może być traktowana jako jądro galaktyki (co swoją drogą byłoby dość osobliwe, gdyż galaktyki niregularne w zdecydowanej większości nie posiadają obiektów, które można by interpretować jako ich jądro). Jest więc prawdopodobnie supergromadą gwiazd powstałą w wyniku oddziaływania grawitacyjnego NGC 4449 z jakąś inną galaktyką — bardzo podobne gromady obserwujemy w oddziałyujących galaktykach: Antenach (patrz: „Urania–PA” 6/2006).

Na północnym skraju galaktyki, w pobliżu dwóch wielkich obszarów HII odkryto silne, niemal punktowe radioźródło oraz źródło promieniowania X. Źródło to znajduje się w masywnej gromadzie młodych gwiazd typu O i B, a jego charakterystyka wskazuje, że jest to młoda pozostałość po supernowej. Moc promieniowania tego źródła wynosi $2,4 \times 10^{31}$ W, czyli dwa razy więcej od Cas A — najjaśniejszej pozostałości po supernowej w naszej Galaktyce. Jego średnica, zmierzona dzięki zdjęciom z teleskopu Hubble'a, jest mniejsza niż 0,028", co w połączeniu z prędkością ekspansji pozostałości określona na podstawie spektroskopii na 6000 km/s daje dolny limit wieku: około 100 lat. Obserwacje rentgenowskie dają natomiast górny limit wieku pozostałości na około 400 lat.

Dariusz Graczyk



Zdjęcie optyczne NGC 4449 uzyskane przez teleskop Hubble'a połącznej ekspozycji godzin w czterech filtrach. Rozmiary zdjęcia to około 5,6'x3,0'. W środku galaktyki jest widoczna masywna centralna gromada gwiazd o masie około pół miliona mas Słońca. Zwraca uwagę wielka ilość obszarów zjonizowanego wodoru HII.



ASTROKRAK

F.P.U.H. **ASTROKRAK**, ul. Mogilska 51, 31-545 Kraków
 e-mail: astrokрак@astrokрак.pl - www.astrokрак.pl
 tel.: (12) 413 55 26, fax: (12) 417 31 81
 sklep czynny: pon. - pt. 9-17, sob. 10-15



BRESSER

SERIA MESSIER - nowe ceny!!!

(Teleskopy na montażu paralaktycznym z najbogatszym wyposażeniem dodatkowym)

Refraktor R-90.....	999.00
Refraktor R-102.....	1899.00
Refraktor R-127L.....	2699.00
Refraktor R-127S.....	2899.00
Refraktor R-152.....	3499.00
Newton N-130.....	1099.00
Newton N-150.....	1699.00

ORION

SERIA SKYVIEW PRO

(Teleskopy na montażu paralaktycznym SkyView Pro z opcjonalnym napędem, GO-TO lub IntelliScope)

Refraktor 80mm ED APO.....	od 3350.00
Refraktor 100mm ED APO.....	od 5500.00
Refraktor 120mm ED APO.....	od 9250.00
Refraktor 120mm.....	od 3350.00
Maksutow 127mm.....	od 3350.00
Maksutow 150mm.....	od 4450.00
Maksutow 180mm.....	od 5999.00
Newton 203mm.....	od 3350.00



SOLIGOR

Digital • Photo • Optic • Video

LORNETKI ASFERYCZNE NIGHT VISION

7x50.....	485.00
10x50.....	495.00



OKULARY I SOCZEWKI BARLOWA

Plössl (4-40mm/1,25").....	od 95.00
RKE (26-40mm/2").....	od 195.00
Barlow 2x/1,25".....	95.00
Barlow 2x/2".....	299.00

SERIA MT - nowe ceny!!!

(Teleskopy Newtona na montażu paralaktycznym)

MT-910 114mm.....	999.00
MT-750 152mm.....	1450.00
MT-800 200mm.....	1999.00

Sky-Watcher

TELESKOPI - najniższe ceny!!!

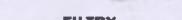
Newton 114mm EQ2.....	595.00
Newton 130mm EQ2.....	695.00
Newton 150mm EQ3-2.....	1235.00
Dobson 8" Classic.....	1075.00
Dobson 8" Pyrex.....	1275.00



ANCARES

OKULARY I SOCZEWKI BARLOWA

Plössl (6-40mm/1,25").....	od 105.00
Ortoskop (6-12,5mm/1,25").....	od 250.00
Erfla (30-52mm/2").....	od 315.00
Szerokokątne (67°/5,7-25mm).....	od 299.00
Szerokokątne (82°/7,5-18mm).....	od 499.00
Barlow 2x/1,25".....	105.00
Barlow 1,6x/2".....	350.00
Plössl podświetlany (10mm/1,25").....	525.00



NASADKI KĄTOWE

45° 1,25"/1,25".....	105.00
90° 1,25"/1,25".....	125.00
45° M42x1/1,25".....	125.00
90° M42x1/1,25".....	145.00
90° 2"/2" 98%.....	395.00
Prowadząca 90° 2"/T2 z podgl.	625.00

FILTRY

ALP 1,25".....	199.00
ALP 2".....	350.00
ND 13 1,25" (szary).....	45.00
ND 13 2" (szary).....	105.00
Kolorowe 7 szt. 1,25" ...	285.00
Kolorowe 7 szt. 2"	475.00



NASADKI KĄTOWE

45° 1,25"/1,25".....	105.00
90° 1,25"/1,25".....	125.00
45° M42x1/1,25".....	125.00
90° M42x1/1,25".....	145.00
90° 2"/2" 98%.....	395.00
Prowadząca 90° 2"/T2 z podgl.	625.00



MEADE

NOWE CENY!!!

NOWOŚĆ!!! - SERIA LX200R GPS

(Teleskopy Ritchey-Chretien na montażu widłowym z pełną automatyką naprowadzania GO-TO)

8" (203mm).....	13925.00
10" (254mm).....	18925.00
12" (305mm).....	23850.00
14" (356mm).....	35995.00
16" (406mm).....	69500.00

SERIA LDX-75

(Teleskopy na montażu paralaktycznym z systemem GO-TO)

5" (127mm refraktor).....	507.00
6" (152mm refraktor).....	6095.00
6" (152mm Schmidt-Newton).....	5175.00
8" (203mm Schmidt-Newton).....	6125.00
8" (203mm Schmidt-Cassegrain).....	8325.00
10" (254mm Schmidt-Newton).....	6925.00

SERIA ETX

(Teleskopy Maksułowa na montażu widłowym z systemem GO-TO)

90PE (90mm).....	3889.00
105PE (105mm).....	4899.00
125PE (125mm).....	5995.00



SERIA LIGHTBRIDGE DeLuxe

(Teleskopy kratownicowe na montażu Dobsona)

Newton 203mm.....	2049.00
Newton 254mm.....	2699.00
Newton 305mm.....	4249.00
Newton 406mm.....	9999.00

Akcesoria MEADE

OKULARY Z SERII 5000

Plössl (60°/5,5-40mm).....	od 499.00
SVA (68°/16-40mm).....	od 899.00
UVVA (82°/4,7-30mm).....	od 1050.00



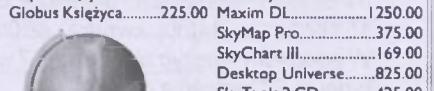
KAMERY CCD

(Z oprogramowaniem Autostar Suite)	
LP Imager.....	550.00
DS Imager.....	1525.00
DS Imager Pro.....	1950.00
Reduktor/korektor CCD f/3,3.....	799.00



MAPY I GLOBUSY

Obrotowa mapa nieba.....	8.00
Karta Messiera.....	13.00
Karta Caldwell.....	13.00
Mapa Księżyca.....	13.00
Globus Księżyca.....	225.00



OPROGRAMOWANIE

Starry Night Pro+.....	1050.00
Starry Night Pro.....	650.00
Starry Night Enth.....	335.00
CoolSky 2.0.....	39.00
Maxim DL.....	1250.00



SKY PUBLISHING

WYCIAGI OKULAROWE

(Do refraktora, Newtona lub Cassagraina)

Obrotowy 1,25".....	115.00
Przesuwny 1,25".....	195.00
Przesuwny 2".....	275.00



ZŁĄCZKI I REDUKCJE

M42/Canon EOS.....	49.00
M42/Nikon.....	49.00
M42/T2.....	45.00
1,25"/M42.....	35.00
2"/M42.....	45.00
M42/web kamera.....	45.00
L-adapter mały.....	20.00
L-adapter duży.....	25.00



Niniejszy cennik jest jedynie niewielkim fragmentem oferty. Sprawdź wszystkie nasze produkty na www.astrokрак.pl

Wrzesień

Słońce

Słońce, w swym ruchu rocznym po ekleptyce, 22 września przekracza równik niebieski w punkcie równonocy jesiennej, wstępując w znak Wagi, co rozpoczyna astronomiczną jesień. Dni stają się ciągle coraz krótsze. W Warszawie 1 września Słońce wschodzi o $3^{\text{h}}48^{\text{m}}$, zachodzi o $17^{\text{h}}23^{\text{m}}$, a 30 września wschodzi o $4^{\text{h}}36^{\text{m}}$, zachodzi o $16^{\text{h}}15^{\text{m}}$.

Dane dla obserwatorów Słońca (na 0^h czasu UT)

Data	2008	P [°]	B ₀ [°]	L ₀ [°]
IX	1	21,15	7,20	339,29
	3	21,64	7,22	312,88
	5	22,11	7,24	286,46
	7	22,55	7,25	260,05
	9	22,98	7,25	233,64
	11	23,38	7,24	207,23
	13	23,75	7,23	180,82
	15	24,11	7,20	154,41
	17	24,43	7,17	128,01
	19	24,73	7,13	101,61
	21	25,01	7,08	75,21
	23	25,26	7,02	48,81
	25	25,48	6,95	22,41
	27	25,68	6,88	356,02
IX	29	25,85	6,80	329,62
X	1	25,99	6,71	303,23

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy:

B_0 , L_0 — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;

$26^{\text{d}}16^{\text{h}}45^{\text{m}}$ — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0° .

Księzyc

Bezksiężycowe noce będącymi mieli na początku i pod koniec września, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: pierwsza kwadra $7^{\text{d}}14^{\text{h}}04^{\text{m}}$, pełnia $15^{\text{d}}09^{\text{h}}13^{\text{m}}$, ostatnia kwadra $22^{\text{d}}05^{\text{h}}04^{\text{m}}$ i nów $29^{\text{d}}08^{\text{h}}12^{\text{m}}$. W apogeum Księżyc znajdzie się 7 września o $15^{\text{h}}00^{\text{m}}$ a w perigeum 20 września o $3^{\text{h}}30^{\text{m}}$.

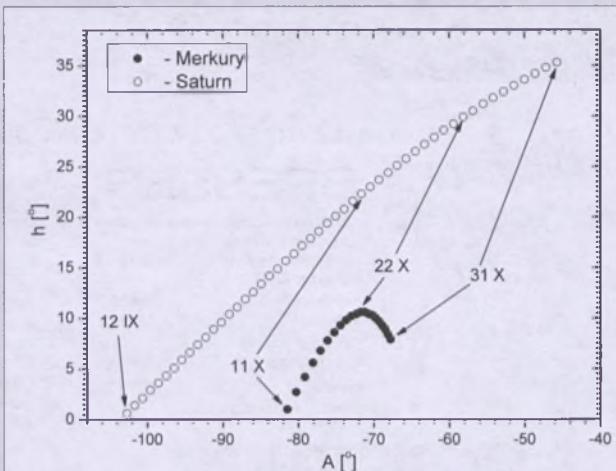
Pianety, pianety karłowane i planetoidy

Merkury znajduje się na niebie w pobliżu Słońca i jest niewidoczny.

Wieczorem teoretycznie można tuż nad południowo-zachodnim horyzontem próbować dostrzec **Venus**, jednak pod koniec miesiąca, w godzinę po zachodzie Słońca, wznieś się ona na wysokość zaledwie 2° , co czyni jej obserwacje praktycznie niemożliwymi, pomimo jasności wynoszącej aż -4^m .

Na podobnej wysokości nad horyzontem wznosi się na początku września **Mars**, jednak przy jasności zaledwie +1,7^m jego dostrzeżenie w blasku zorzy wieczornej jest niemożliwe. W połowie miesiąca planeta zbliża się na niebie do Słońca, qinac całkowicie w jego blasku.

W pierwszej połowie nocy można zobaczyć Jowisza.

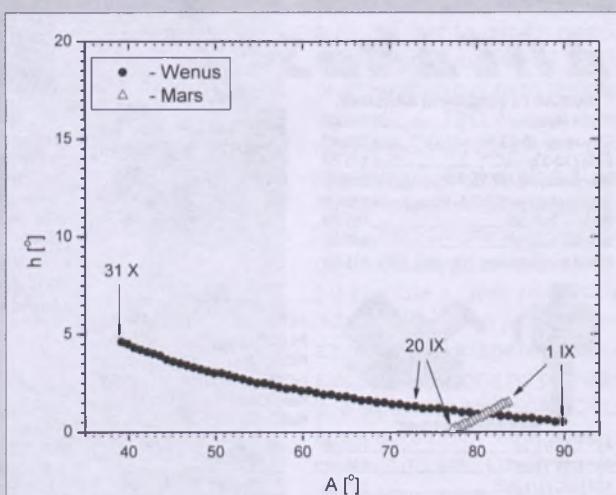


Rys. 1. Merkury i Saturn nad wschodnim horyzontem (w Warszawie) na początku świąt cywilnego we wrześniu i październiku 2008 (około godziny przed wschodem Słońca)

świetcącego z jasnością $-2,1^m$ na wysokości 15° nad południowym horyzontem na tle gwiazdozbioru Strzelca. Przez teleskopy można obserwować struktury chmur planety oraz zjawiska w układzie jej największych satelitów.

Nad ranem, w połowie miesiąca, nisko nad wschodnim horyzontem pojawia się **Saturn**, świecący w gwiazdozbiorze Lwa z jasnością 1,0^m. Obserwacja planety stanie się możliwa pod koniec września, gdy na początku świtu cywilnego, czyli godzinę przed wschodem Słońca, wznieś się na wysokość 14° nad wschodnim horyzontem. Przez teleskop będziemy mogli obserwować tarczę planety o średnicy 16'' oraz jej pierścienie, których płaszczyzna bliska będzie płaszczyźnie ekiptyki. Geometria ta sprawi, że blask pierścieni nie przeszkodzi w dostrzeżeniu słabych księżyców Saturna nawet przez niewielkie teleskopy amatorskie.

Przez całą noc w gwiazdozbiorze Wodnika widoczny jest **Uran** (o jasności 5,7^m), a w pierwszej połowie nocy w gwiazdozbiorze Koziorożca możemy obserwować **Neptuna** (7,8^m). Małe średnice tarcz tych planet (odpowiednio 3,7" i 2,3") utrudniają dostrzeżenie jakichkolwiek szczegółów powierzchniowych nawet przez większe teleskopy amatorskie, jednak



Rys. 2. Wenus i Mars nad zachodnim horyzontem (w Warszawie) pod koniec zmierzchu cywilnego we wrześniu i październiku 2008 (około godzinę po zachodzie Słońca)

już teleskop o średnicy przynajmniej 10 cm i powiększeniu 100× pozwoli na dostrzeżenie tarczy Urania oraz odróżnienie obrazu Neptuna od obrazów dyfrakcyjnych sąsiednich gwiazd o podobnych jasnościach.

Planeta karłowata (134340) **Pluton** jest jeszcze widoczna wieczorem w gwiazdozbiorze Węża, jednakże jej jasność wynosi jedynie 13,9^m i do jej zaobserwowania niezbędny jest teleskop o średnicy zwierciadła przynajmniej 15 cm.

We wrześniu w pobliżu opozycji znajdują się jaśne planetoidy:

(2) **Pallas**, (jasność 8,7^m). 7 IX: 4^h56,0^m, -9°39'; 17 IX: 5^h07,1^m, -12°08'; 27 IX: 5^h16,5^m, -14°54'.

(4) **Vesta**, (jasność 6,5^m). 7 IX: 3^h00,7^m, +7°09'; 17 IX: 3^h01,0^m, +6°40'; 27 IX: 2^h58,4^m, +6°03'.

Meteory

We wrześniu można obserwować meteory z kilku słabo zbadanych rojów o niskiej aktywności, z radiantami w gwiazdozbiorach Barana, Perseusza, Kasjopei i Woźnicy, być może związanych genetycznie z kometą Kiesa (1911 II). Od 5 do 17 września promieniują meteory z roju **wrześniowych Perseidów [SPE]**. Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Perseusza i ma współrzędne: rekt. 4^h00^m, dekl. +47°. Maksimum aktywności tego mało aktywnego roju przypada 9 września o 3^h. W tym roku w porannych obserwacjach tych szybkich meteorów nie będzie przeszkadzał Księżyca po pierwszej kwadrze. Do tej samej rodziny rojów meteorowych należą, promieniujące od 25 sierpnia do 8 września, alfa Aurigidy [AUR]. W latach 1935, 1986 i 1994 odnotowano zwiększenia aktywności roju (ZHR = 40). Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Woźnicy i ma współrzędne: rekt. 5^h36^m, dekl. +42°. Maksimum aktywności tego mało aktywnego roju przypada jeszcze 31 sierpnia. W tym roku w obserwacjach szybkich, często pozostawiających ślady, meteorów będzie przeszkadzał Księżyca w nowiu. Od 18 września do 10 października można natomiast obserwować meteory z mało aktywnego roju **delta Aurigidów [DAU]**, których radiant ma współrzędne: rekt. 5^h52^m, dekl. +49°. Maksimum aktywności tego mało aktywnego roju przypada 9 września i w jego porannych obserwacjach nie będzie przeszkadzał Księżyca po pierwszej kwadrze.

Przez cały wrzesień możemy też obserwować wolne, czerwonawe i często jasne meteory z mało aktywnego, ekliptycznego Źródła Przeciwsłonecznego [ANT], dawniej wydzielane w oddzielnym róju **Piscidów [SPI]**, wiązany z kometą Morehouse'a z 1907 r. Radiant meteorów, w ciągu miesiąca przesuwający się wzduł ekliptyki, leży w gwiazdozbiorze Ryb w pobliżu punktu Barana i 15 września ma współrzędne: rekt. 0^h20^m, dekl. +3°.

1^d14^h Złączenie Wenus z Księżykiem w odleg. 6°.

1^d21^h Złączenie Merkurego z Księżykiem w odleg. 3°.

2^d03^h Złączenie Marsa z Księżykiem w odleg. 5°.

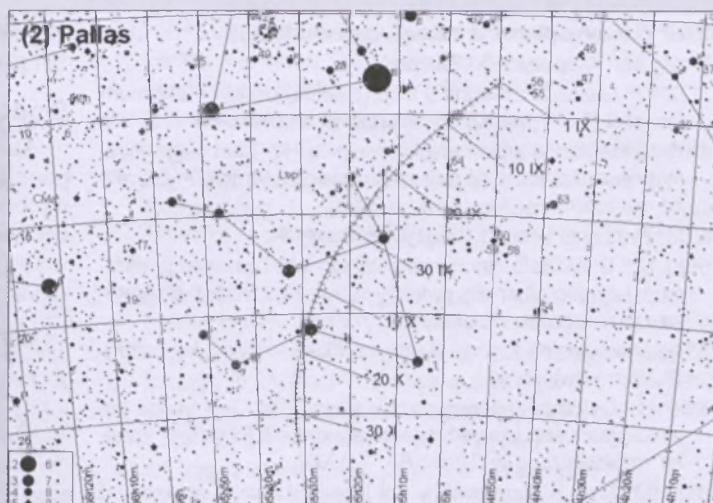
3^d19^h Maksymalna libracja Księżyca (7,8°) w kierunku *Mare Humboldtianum* (oświetlone).

4^d02^h Saturn w koniunkcji ze Słońcem.

7^d03^h Złączenie Merkurego z Marsem w odleg. 3°.

8^d03^h Jowisz nieruchomy w rektascensji.

9^d23^h48^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa Algol (β Per) osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 2,1^m do 3,4^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2007].



Rys. 3. Trasa planetoidy (2) Pallas na tle gwiazd gwiazdozbioru Zająca we wrześniu i październiku 2008 (zaznaczone gwiazdy do 9^m)

10^d00^h Złączenie Jowisza z Księżycem w odleg. 3°.

11^d00^h Minimalna libracja Księżyca (4,5°) w kierunku *Sinus Iridium* (zacieleniona).

11^d04^h Merkury w maksymalnej elongacji wschodniej od Słońca w odległości 27°.

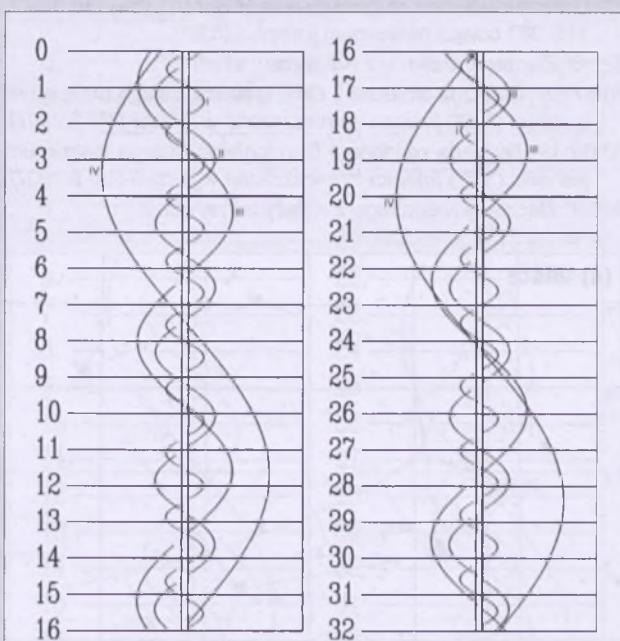
11^d23^h49^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,7^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2006].

12^d03^h Złączenie Wenus z Marsem w odleg. 0,3°.

12^d16^h Złączenie Merkurego z Wenus w odleg. 4°.

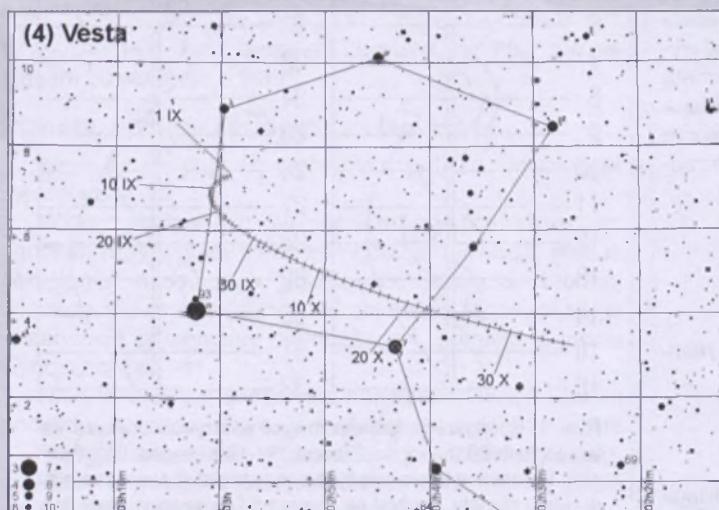
12^d20^h37^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa Algol (β Per) osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 2,1^m do 3,4^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2007].

12^d20^h38^m Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksymum jasności (3,5^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 6/2007].



Rys. 4. Konfiguracja galileuszowych księżyców Jowisza we wrześniu 2008 (I – Io, II – Europa, III – Ganimedes, IV – Callisto). Przerwa w trasie księżyca oznacza przebywanie satelity w cieniu planety. Zachód na prawo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na lewo

- 13^d03^h Złączenie Neptuna z Księżykiem w odł. 0,3°.
 13^d11^h Uran w opozycji do Słońca.
 13^d22^h12^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2007].
 14^d01^h10^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,7^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2006].
 15^d06^h Złączenie Urana z Księżycem w odł. 3°.
 15^d20^h12^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa U Oph osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,6^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2008].
 18^d04^h Maksymalna libracja Księżyca (6,9°) w kierunku krateru Clavius (oswietlony).
 18^d19^h41^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa 1143 Cyg osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,4^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2005].
 20^d00^h53^m Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 6/2007].
 20^d03^h Odkrycie gromady otwartej Plejady przy ciemnym brzegu Księżyca przed ostatnią kwadrą, widoczne w całej Polsce (gwiazda 19 Tau – Taygeta: Zielona Góra 3^h33^m – Lublin 3^h42^m).
 22^d15^h44^m Słońce wstępuje w znak Wagi, jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 180°, mamy zrównanie dnia z nocą i początek jesieni astronomicznej.
 23^d00^h Złączenie Merkurego z Marsem w odł. 4°.
 24^d Gwiazda zmienna długookresowa S CrB (miryda) (15^h21,1^m, +31°22') osiąga maksimum jasności (7,3^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 4/2007].
 24^d05^h Merkury nieruchomy w rektascencji.
 24^d17^h Minimalna libracja Księżyca (4,2°) w kierunku Mare Fecunditatis (zaciemnione).
 26^d23^h02^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,8^m do 6,6^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2006].
 27^d Gwiazda zmienna długookresowa R Ser (miryda) (15^h50,7^m, +15°08') osiąga maksimum jasności (6,9^m).
 27^d16^h Złączenie Saturna z Księżycem w odł. 5°.
 28^d17^h55^m Gwiazda zmienna ζ Gem (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,6^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 6/2007].
 30^d00^h35^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2007].
 30^d09^h Złączenie Merkurego z Księżycem w odł. 2°.



Rys. 5. Trasa planetoidy (4) Vesta na tle gwiazd gwiazdozbioru Wieloryba we wrześniu i październiku 2008 (zaznaczone gwiazdy do 10^m)

Październik

Słońce

Dni są coraz krótsze, co widać po momentach wschodu i zachodu Słońca. W Warszawie 1 października Słońce wschodzi o 4^h37^m, zachodzi o 16^h13^m, a 31 października wschodzi o 5^h30^m, zachodzi o 15^h08^m.

W październiku Słońce wstępuje w znak Skorpiona.

Dane dla obserwatorów Słońca (na 0^h czasu UT)

Data 2008	P [°]	B ₀ [°]	L ₀ [°]
X 1	25,99	6,71	303,23
3	26,10	6,61	276,84
5	26,19	6,50	250,45
7	26,25	6,38	224,07
9	26,28	6,26	197,68
11	26,28	6,13	171,30
13	26,25	6,00	144,91
15	26,19	5,85	118,53
17	26,10	5,70	92,15
19	25,98	5,54	65,77
21	25,83	5,37	39,39
23	25,65	5,20	13,01
25	25,43	5,02	346,63
27	25,19	4,84	320,26
29	24,91	4,65	293,88
X 31	24,61	4,45	267,51

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;

B₀, L₀ — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;

23^d23^h40^m — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.

Księżyca

Bezksiążycowe noce będącymi mieli na początku i pod koniec października, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: pierwsza kwadra 7^d09^h04^m, pełnia 14^d20^h02^m, ostatnia kwadra 21^d11^h55^m i now 28^d23^h14^m. W apogeum Księżyca znajdzie się 5^d10^h36^m, a w perigeum 17^d06^h09^m.

Planety i planetoidy

W połowie miesiąca, nad ranem, nisko nad południowo-wschodnim horyzontem pojawi się **Merkury**, który 22 października, na godzinę przed wschodem Słońca, wznieśnie się na wysokość prawie 11°, świecąc z jasnością -0,5^m. Wtedy przez teleskop będzie można zobaczyć tarczę planety o średnicy 7'', w fazie zbliżonej do kwadry.

Wieczorem, nadal bardzo nisko nad południowo-zachodnim horyzontem, można próbować dostrzec wznoszącą się coraz wyżej **Wenus**, jednak nawet pod koniec października, w godzinę po zachodzie Słońca, znajdziemy ją na wysokości zaledwie 5°, świeczącą z jasnością -4^m. Przez teleskopu można dostrzec tarczę planety o średnicy 13'', w fazie zbliżonej do pełni, jednak obserwacje znacz-

nie utrudniają termiczne ruchy atmosfery tuż nad horyzontem.

Mars znajduje się na niebie w pobliżu Słońca i jest niewidoczny.

Jowisza możemy obserwować wieczorem na wysokości 15° nad południowym horyzontem. W związku ze zwiększeniem się odległości od Ziemi średnica tarczy planety maleje do $36''$.

Szybko poprawiają się warunki porannej widzialności **Saturna**. Pod koniec miesiąca, na początku świtu cywilnego, planeta wznosi się już na wysokość 35° nad południowo-wschodnim horyzontem, świecąc w gwiazdozbiorze Lwa jako „gwiazda” $1,1^m$.

Warunki obserwacji **Urana** i **Neptuna** w stosunku do września się nie zmieniają.

Praktycznie nie zmieniają się również warunki obserwacji planety karłowatej (134340) **Pluton**.

W październiku w pobliżu opozycji znajdują się jasne planetoidy:

(2) **Pallas**, (jasność $8,3^m$). 7 X: $5^h23,8^m$, $-17^{\circ}52'$; 17 X: $5^h28,7^m$, $-20^{\circ}57'$; 27 X: $5^h30,9^m$, $-24^{\circ}02'$.

(4) **Vesta**, (jasność $6,5^m$). 7 X: $2^h53,0^m$, $+5^{\circ}18'$; 17 X: $2^h45,1^m$, $+4^{\circ}32'$; 27 X: $2^h35,6^m$, $+3^{\circ}48'$.

(9) **Metis**, (jasność $8,7^m$). 7 X: $3^h11,7^m$, $+12^{\circ}05'$; 17 X: $3^h05,9^m$, $+11^{\circ}54'$; 27 X: $2^h57,3^m$, $+11^{\circ}38'$.

Meteory

Od 2 października do 7 listopada promienią szybkie, białe meteory ze śladami, z roju **Orionidów [ORI]**, związanego z kometą 1P/Halley. Radiant meteorów leży na granicy gwiazdozbiorów Oriona i Bliźniąt i ma współrzędne: rekt. $6^{\circ}20'$, dekl. $+16^{\circ}$. W bieżącym roku maksimum aktywności przypada w nocy z 20 na 21 października, jednak odnotowywano już także inne maksima. Warunki obserwacyjne w tym roku są niezbyt dobre, gdyż niedaleko radiantu świecił będzie wtedy Księżyc w pobliżu ostatniej kwadry, jednak zważywszy na zwiększoną aktywność roju w poprzednich latach oraz na zbliżanie się do, występującego co 12 lat, maksimum jego obserwacje mogą być wartościowe.

Od 6 do 10 października promienią wolne meteory z roju **Drakonidów [GIA]**, związanego z kometą 21P/Giacobini-Zinner (dla tego zwane są również Giacobinidami). Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Smoka i ma współrzędne: rekt. $17^{\circ}28'$, dekl. $+54^{\circ}$. W roku bieżącym przewidywane jest maksimum w dniu 8 października o 10^h30^m , jednak bardzo możliwe jest wystąpienie innych maksimów. W porannych obserwacjach tych meteorów nie będzie przeszkadzał Księżyc po pierwszej kwadrze.

Od 19 do 27 października promienią szybkie meteory z roju **Leo Minorydów [LMI]**. Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Małego Lwa i ma współrzędne: rekt. 10^h48^m , dekl. $+37^{\circ}$. W bieżącym roku maksimum aktywności przypada 24 października, toteż w obserwacjach tego bardzo słabo zbadanego roju nie będzie przeszkadzał zbliżający się do nowiu Księżyca.

1^h00^m Złączenie Marsa z Księżykiem w odległości 6° .

1^h06^m Maksymalna libracja Księżyca ($7,6^{\circ}$) w kierunku *Mare Humboidianum* (oświetlone).

2^h00^m Złączenie Wenus z Księżykiem w odległości 5° .

2^h00^m14^s Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5,8^m$ do $6,6^m$ [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2006].

2^h22^m20^s Gwiazda zmienna zaćmieniowa Algol (β Per) osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $2,1^m$ do $3,4^m$ [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2007].

6^d21^h Merkury w koniunkcji dolnej ze Słońcem.

7^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.

7^d01^h26^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5,8^m$ do $6,6^m$ [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2006].

7^d07^h Złączenie Jowisza z Księżycem w odległości 3° .

7^d14^h Minimalna libracja Księżyca ($4,6^{\circ}$) w kierunku *Sinus Iridium* (zacieleniona).

8^d21^h32^m Gwiazda zmienna ζ Gem (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,6^m$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 6/2007].

10^d Gwiazda zmienna długookresowa R Hya (miryda) ($13^h29,7^m$, $-23^{\circ}17'$) osiąga maksimum jasności ($4,5^m$).

10^d10^h Złączenie Neptuna z Księżycem w odległości $0,08^{\circ}$.

10^d18^h10^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^m$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2007].

11^d Gwiazda zmienna długookresowa U Her (miryda) ($16^h25,8^m$, $+18^{\circ}54'$) osiąga maksimum jasności ($7,5^m$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 2/2004].

12^d13^h Złączenie Urana z Księżycem w odległości 3° .

14^d00^h Maksymalna libracja Księżyca ($7,2^{\circ}$) w kierunku krateru Schickard (zacieleniona).

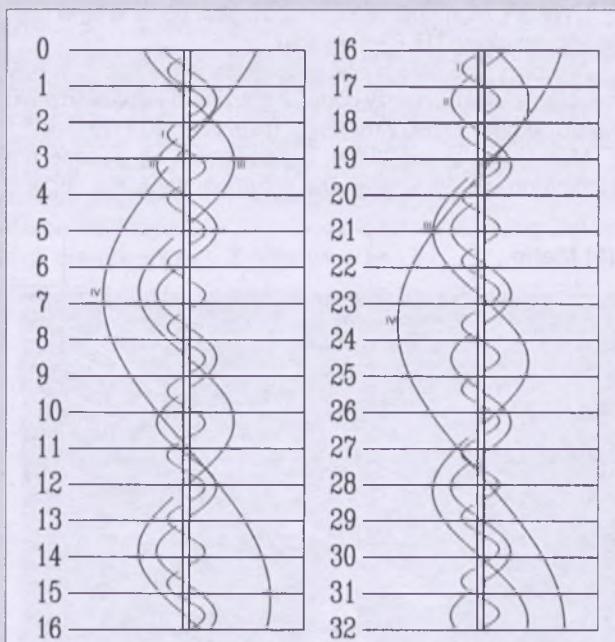
14^d21^h26^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5,9^m$ do $6,7^m$ [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2006].

15^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.

15^d05^h Merkury nieruchomy w rektascensji.

16^d Gwiazda zmienna długookresowa R Vir (miryda) ($12^h38,5^m$, $+6^{\circ}59'$) osiąga maksimum jasności ($6,9^m$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2003].

16^d02^h57^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^m$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2007].



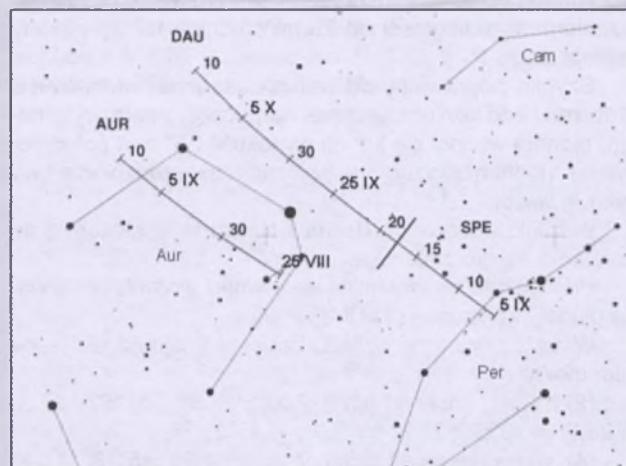
Rys. 6. Konfiguracja galileuszowych księżyców Jowisza w październiku 2008 (I – Io, II – Europa, III – Ganimedes, IV – Callisto). Przerwa w trasie księżyca oznacza przebywanie satelity w cieniu planety. Zachód na prawo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na lewo

- 18^d17^h50^m Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 6/2007].
- 19^d01^h09^m Gwiazda zmienna ζ Gem (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,6^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 6/2007].
- 21^d01^h30^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,7^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2006].
- 21^d03^h Minimalna libracja Księżyca ($5,3^{\circ}$) w kierunku *Mare Fecunditatis* (zaciennione).
- 22^d06^h Odkrycie gwiazdy δ Cnc (3,9^m) przy ciemnym brzegu Księżyca po ostatniej kwadrze, widoczne w całej Polsce (Szczecin 6^h22^m — Krosno 6^h36^m).
- 22^d09^h Merkury w maksymalnej elongacji zachodniej od Słońca w odległości $18^{\circ}19'$.
- 23^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.
- 23^d00^h03^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa Algol (β Per) osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 2,1^m do 3,4^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2007].
- 23^d01^h08^m Słońce wstępuje w znak Skorpiona, jego długość eklipsyczna wynosi wówczas 210° .
- 25^d02^h Złączenie Saturna z Księżykiem w odl. 5° .
- 25^d20^h52^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa Algol (β Per) osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 2,1^m do 3,4^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2007].
- 25^d22^h04^m Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 6/2007].
- 26^d20^h32^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2007].
- 27^d07^h Złączenie Merkurego z Księżykiem w odl. 7° .
- 28^d03^h Maksymalna libracja Księżyca ($7,7^{\circ}$) w kierunku *Mare Humboldtianum* (zaciennione).
- 29^d23^h Złączenie Marsa z Księżykiem w odl. 5° .
- 31^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.

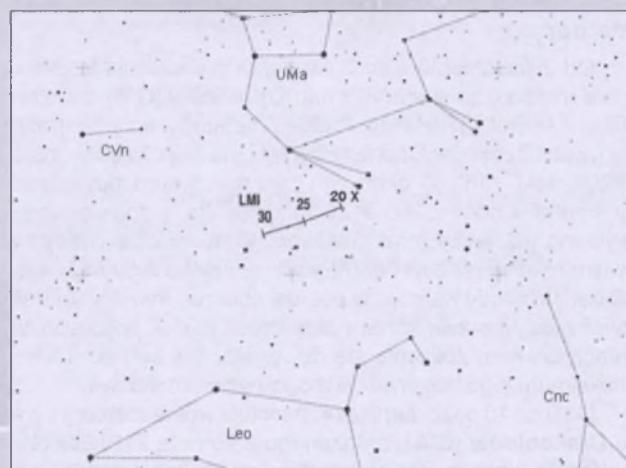
momenty największego zbliżenia obiektów na niebie. Podane są wszystkie złączenia, nie tylko widoczne w Polsce.

Współrzędne równikowe podane są dla Epoki 2000.0.

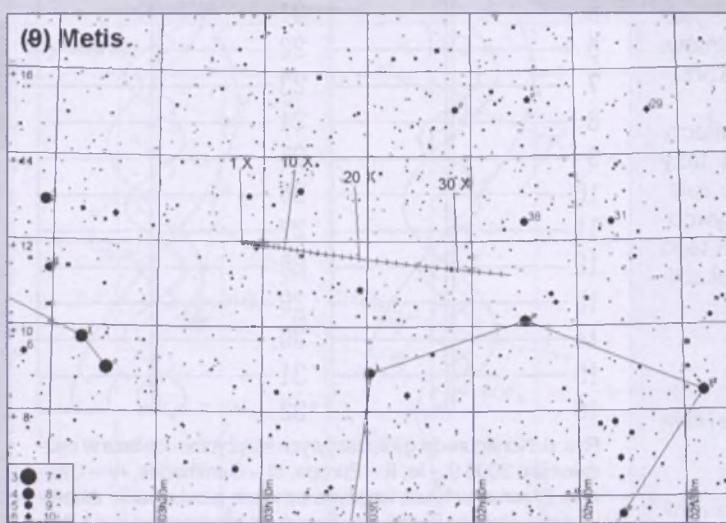
Opracował T. Ściężor



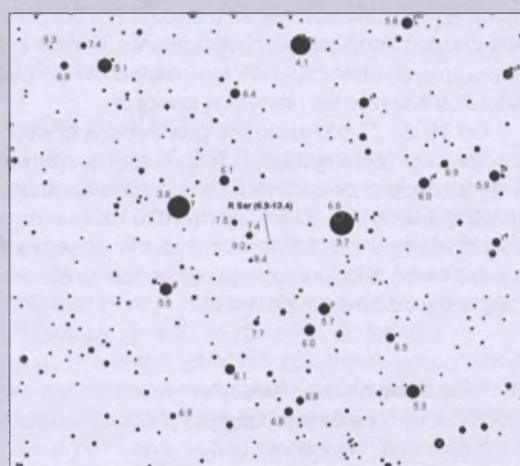
Rys. 8. Położenie i ruch własny radiantów meteorowych alfa Aurigidów (AUR) w okresie od 25 sierpnia do 10 września 2008 r. i delta Aurigidów (DAU) w okresie od 5 września do 10 października 2008 r.



Rys. 9. Położenie i ruch własny radiantu meteorowego Leo Minoridów (LMI) w okresie od 20 do 30 października 2008



Rys. 7. Trasa planetoidy (9) Metis na tle gwiazd gwiazdozbioru Barana w październiku 2008 (zaznaczone gwiazdy do 10^m)



Rys. 10. Mapa gwiazdozbioru Węża do obserwacji gwiazdy zmiennej R Ser ($15^{\mathrm{h}}50^{\mathrm{m}}41,7^{\mathrm{s}}$, $+15^{\circ}08'01''$). Podane jasności gwiazd porównania (pole widzenia wynosi 7° , północ u góry)

Nadchodzi era kosmicznych żaglowców

Jeśli nic nie stanie na przeszkodzie, w końcu lipca br. może rozpocząć się era kosmicznych żaglowców. Na 29 lipca jest planowany start rakiety SpaceX Falcon 1, która ma wynieść na orbitę ziemską żagiel napędzany ciśnieniem wiatru słonecznego o nazwie NanoSail-D. Żagiel o powierzchni prawie 100 stóp kwadratowych (ok. 9 m²) wykonyany jest z aluminium i specjalnych tworzyw sztucznych. Przed rozłożeniem mieści się w pojemniku wielkości pudełka tostów, a proces jego rozwijania jest inspirowany wychodzeniem motyla z kokonu. Całość waży niecałe 10 funtów (4,5 kg).



Fot. NASA

Pomysł żaglowców „pływających” po Układzie Słonecznym pojawił się po raz pierwszy na stronach opowiadań Artura C. Clarka „Wiatr od Słońca”. Na dużych dystansach drobne, ale stale działające ciśnienie wiatru słonecznego potrafi bardziej rozprowadzić pojazd kosmiczny niż klasyczne paliwa rakietowe stosowane do tej pory.

(jd)

Zapomniany skarb

Obserwujący na falach X satelita Europejskiej Agencji Kosmicznej *XMM-Newton* dokonał ponownego odkrycia zapomnianego nigdyś niebieskiego klejnotu. Obiekt ten to jedna z najmłodszych i najjaśniejszych pozostałości po supernowej w naszej Galaktyce, gwiazda, która wybuchła około 1000 lat temu.

Kształt, wiek i skład chemiczny pozostałości po supernowej (ang. SNR — supernova remnants) pozwalają lepiej zrozumieć dramatyczny koniec życia gwiazd. Eksplodujące gwiazdy wzboga-

cają Wszechświat w pierwiastki chemiczne niezbędne do tworzenia planet i powstawania na nich życia. Wybuchająca chmura szczątków, które pozostają po każdej eksplozji, jest jasnym źródłem promieniowania rentgenowskiego i radiowego. Na ogół uważa się, że szczątki pojawiają się w postaci ekspandującego bąbla lub pierścienia.

Gdy w latach 80. XX w. wykonano pierwsze zdjęcia radiowe o wysokiej rozdzielcości, obiekt o nazwie G350.1-0.3 ukazał się na nich jako nieregularne zagęszczenie gazu, które wydawało się nie kryć niczego ciekawego. Obiekt został sklasyfikowany jako galaktyka tła i... zapomniany.

Obecnie naukowcy z Uniwersytetu w Sydney wraz ze współpracownikami wykorzystali możliwości sondy *XMM-Newton*, by udowodnić, że pozostaje mylą. Mimo zniekształcenia obiekt G350.1-0.3 jest w rzeczywistości pozostałością po wybuchu gwiazdy. Co więcej, okazało się, że jest to jedna z najmłodszych i najjaśniejszych pozostałości po supernowej w naszej Galaktyce.

Aby wytłumaczyć dziwny kształt, astronomowie przyrzeli się obserwacjom radiowym i odkryli, że G350.1-0.3 wybuchła blisko gęstej chmury gazu odległej o około 15 tys. lat świetlnych od Ziemi. Chmura uniemożliwiła ekspansję podmuchu równomiernie we wszystkich kierunkach, co po skutkowało rzadkim przykładem deformacji pozostałości po supernowej.

G350.1-0.3 to obiekt wyjątkowo

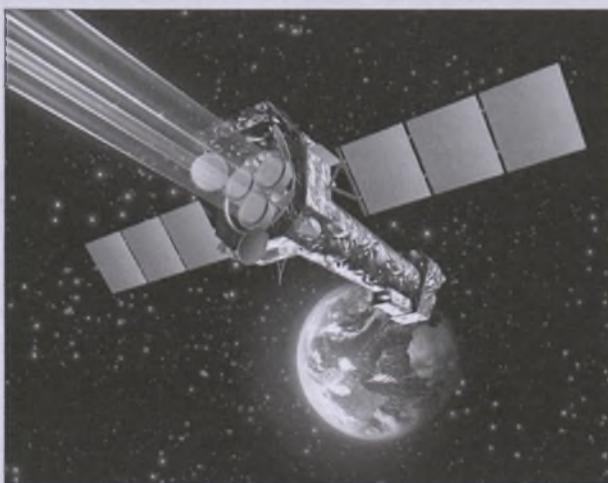


Zdjęcie z satelity *XMM-Newton* przedstawia młodą i bardzo jasną pozostałość po wybuchu supernowej G350.1-0.3 (z lewej) oraz towarzyszącą mu gwiazdę neutronową (z prawej). Źródło: ESA/XMM-Newton/EPIC (Gaensler et al.)

mały i młody w klasyfikacji astronomicznej. Liczy sobie około 1000 lat, a jego średnica wynosi jedynie 8 lat świetlnych. Z powodu pyłu leżącego między nami a gwiazdą jej wybuch nie mógł być zaobserwowany z Ziemi gołym okiem. Znana jest jedynie garstka tak młodych SNR. Kolejna odkryta młoda pozostałość to gratka dla astronomów, ponieważ, jako obiekt bardzo jasny, jest łatwiejsza do obserwacji, dając wgląd w świeżo powstałe pierwiastki chemiczne i sposób, w jaki gwiazda wybuchła. Tego typu informacji nie ma przy obserwacji starszych pozostałości, ponieważ w czasie ich ekspansji i wraz z upływem czasu obiekt traci swoją początkową charakterystykę. Po około 20 tys. lat wszystkie pozostałości wyglądają już bardzo podobnie.

Wiemy dziś, że gwiazdy wybuchają w różny sposób, który zależy od masy gwiazdy, od jej składu chemicznego, od tego, czy jest pojedyncza, czy też w układzie podwójnym. Naukowcy z Sydney otworzyli sezon polowań na SNR i chcą się dowiedzieć, czy inne młode pozostałości po wybuchu supernowych mają również dziwne kształty.

Karolina Zawada

Źródło: www.esa.int

Artystyczna wizja satelity *XMM-Newton*. Źródło: ESA

John M. Charap: OBJAŚNIANIE WSZECHŚWIATA. Fizyka w XXI wieku. Przełożył Piotr Rączka. Wyd. Prószyński i S-ka, seria „Na ścieżkach Nauki”, s. 208, Warszawa.

Mimo iż podtytuł tej pozycji brzmi *Fizyka XXI wieku*, to jednak w tekście zawartym jest wiele informacji z dziedziny astrofizyki wysokich energii oraz kosmologii, co skłonić powinno miłośników astronomii do sięgnięcia po nią.

Autor jest profesorem fizyki teoretycznej, specjalistą z dziedziny teorii cząstek elementarnych, stąd tak dużo miejsca poświęca tzw. Modelowi Standardowemu — i dla cząstek elementarnych (oraz subelementarnych), i istniejącemu w kosmologii. Modele te stawały się niemal tożsame w najwcześniejszym Wszechświecie, dlatego mają tak wielkie znaczenie w poznawaniu świata (w skali mikro i mega — zob. też T. Z. Dworak: *Modele standardowe, „Urana-PA” nr 6/2004*).

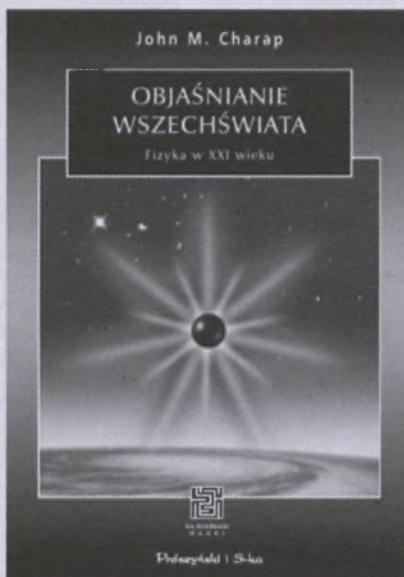
Fizyka, kosmologia i astrofizyka są przedstawiane również w kontekście historycznym, w odniesieniu do ostatniego stulecia (oryginał książki ukazał się w 2002 r.). Tak się bowiem składa, iż nowoczesna fizyka powstała w zasadzie w 1900 r., kiedy to większości uczonym akurat wydawało się, że nastąpił kres fundamentalnych odkryć naukowych. Na początku tego stulecia jesteśmy już ostrożniejsi w ferowaniu takich opinii.

Właśnie od rozdziału *Fizyka w 1900 roku. Obrazek z przeszłości* rozpoczyna się rzeczona pozycja (poprzedzona aż trzema wprowadzeniami). Ale już kolejny rozdział *Niebo nad nami. Pełne galaktyk i gwiazd* dotyczy astronomii, astrofizyki i kosmologii, przedstawionych z konieczności w dużym skrócie.

Następne rozdziały znowu powracają do fizyki — do dziwnego świata mechaniki kwantowej i do pojawiania się struktur oraz ich koherencji. Rozważana jest tu teoria chaosu (prowadzi do uporządkowania!), turbulencja, przejścia fazowe, odwzorowania rzutowe, jak również... fraktale. W charakterze przykładów jest przywoływana nawet meteorologia, nie wspominając już o Wielkiej Czerwonej Plamie na Jowiszu, będącej ogromnym wirem złożonym

z mniejszych wirów i zachowującą stabilność od około trzystu lat (a na pewno od stu lat).

Natomiast rozdział 6. dotyczy zarówno współczesnej fizyki, jak i kosmologii, ponieważ traktuje o szczegółowej teorii względności, czasoprzestrzeni i teorii pola (energii-materii). Kontynuuje te rozważania dość trudny rozdział 7. — *Wiele historii, wiele przyszłości*.



Rozdział 8. to *Mikrokosmos. Model standardowy fizyki cząstek elementarnych*. Łączy się on jednak z kosmologią dzięki próbom obserwacji neutrin z głębi Wszechświata oraz usiłowaniom oceny, czy mają one niezerową masę, co ostatecznie się udało, przynajmniej w przypadku jednego typu neutriona.

Rozdział *Ważkie sprawy. Ogólna teoria względności* ma już jak najpełniejsze odniesienia do kosmologii i astrofizyki wysokich energii, zaś testy na sprawdzenie OTW są niemal wyłącznie astronomiczne — wraz ze słynną

Dokończenie ze s. 146.

cje komet, które wysyłam do Centrum Obserwatorów Komet i oczywiście przeglądam niebo, oczekując z nadzieją, że może i do mnie się uśmiechnie i pozwoli odkryć coś nieznanego. Przesyłam serdeczne pożdrowienia dla całej redakcji. Wasz stałego czytelnika

Antoni Chrapek
z Nehrybki koło Przemyśla

Pragnę przesyłać na ręce redakcji zdjęcie mojego obserwatorium im. Jana Heweliusza w Nehrybce koło Przemyśla i reflektora

pierwszą oceną ugięcia promieni świetlnych w polu grawitacyjnym, wykonaną podczas pamiętnego zaćmienia Słońca w 1919 r.

Naruszając niejako kolejność, warto od razu wspomnieć o całkowicie kosmologicznym rozdziale *Początek wszechświata. Wielki Wybuch i jego następstwa*. Zawarto w nim informacje o Erze Planka, inflacji, pierwotnej nukleo syntezie, ewolucji kosmicznej, wynikach misji COBE i wnikiwe rozważania na temat średniej gęstości Wszechświata.

Odmienny charakter ma rozdział 10. — *Struny. Teoria Wszystkiego?* Jest to, uzciccie mówiąc, nie żadna teoria, a nadal kontrowersyjna hipoteza i rzeczywiście — miałaby jakoby rozwijać wszystkie problemy związane z mechaniką kwantową, teorią względności, kosmologią itp., itd. Jeszcze bardziej wątpliwa jest hipoteza superstrun i tzw. M-teoria (zob. Brian Greene: *Piękno Wszechświata. Superstruny, ukryte wymiary i poszukiwanie teorii ostatecznej*, „Urana-PA” nr 6/2006). Nie będę się więcej na ten temat wypowiadał, ponieważ niektórym czytelnikom nie podobażą się moje krytyczne uwagi, a to chyba dlatego, że zawsze staram się trzymać rzymskiej maksymy: *amicis Plato, sed magis amica veritas*.

Zamyka pozycję sympatyczny rozdział zatytułowany *Z powrotem na Ziemię. Fizyka w bardziej ludzkiej skali*, po którym następuje jeszcze *Epilog. Droga w nieznane*.

Do zasadniczego tekstu książki został dołączony *Słowniczek terminów fizycznych i astronomicznych*, wykaz literatury uzupełniającej i oczywiście indeksy.

T. Zbigniew Dworak

ra Newtona o średnicy 350 mm f 4,5 oraz foto Księżyca i Słońca z ostatnio widocznymi grupami plam wykonanymi przez ten instrument.

Red.: Gratulujemy serdecznie Koledze Antoniemu pasji i konsekwencji w jej realizacji. Państwa wytrwałość i zapał pokazują nam wszystkim, jak wiele można osiągnąć, mając jasno wyznaczony cel i determinację w jego realizacji. Podziwiamy Państwa Obserwatorium i życzymy ciekawych obserwacji.

Gwiazdy dźwiękami malowane

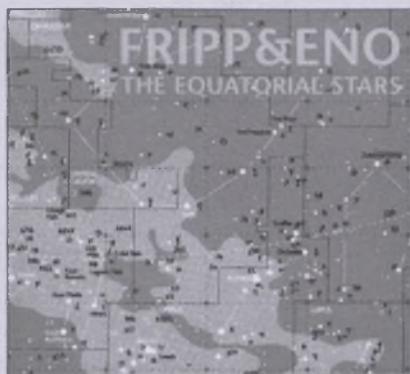
Czerwowe noce, nie dość że krótkie i jasne, to jeszcze częste upalne. Wszystko to sprawia trudności w zaśnięciu. Dobrze wtedy posłuchać muzyki. Spokojnej muzyki. No, chyba że spanie czy odpoczynek nie są nam w głowie. Taką muzyką jest ambient.

Na łamach „Uranii” wspominałem już o Brianie Eno — pionierze tego stylu i twórcy samego terminu „ambient” (patrz „Urania-PA” 1/2007). Ten angielski kompozytor i multiinstrumentalista często współpracował z różnymi wykonawcami. Jednym z nich jest Robert Fripp, awangardowy gitarzysta znany przede wszystkim z legendarnej grupy rockowej King Crimson, gdzie grał m.in. na melotronie (tak, tak, przepiękna ballada *Moonchild* z ich najślynniejszej płyty „In The Court Of The Crimson King” to w dużej mierze jego robota!).

Ponad 30 lat temu obaj panowie nagraли przepiękną płytę „Evening Star”, której kojące dźwięki nie raz, odtwarzane z magnetofonowej taśmy zarejestrowanej prawdopodobnie podczas audycji radiowej Jerzego Kordowicza „Studio nagrai”, towarzyszyły mi nocami. Niestety, taśma była bez opisu i długo tkwiła w nieświadomości, kto jest autorem tej wspaniałej muzyki.

Ostatnio skusiłem się na wydaną w 2004 r. płytę obu panów „Equatorial

Stars”. Okładkę tej płyty tworzy fragment mapy nieba, a tytuły 7 zawartych na niej utworów to nazwy gwiazd i konstelacji (*Meissa, Lyra, Tarazed, Lupus, Ankaa, Altair, Terebellum*). Z ciekawostki sprawdziłem, czy tytułowe obiekty znajdują się na okładce i ze zdziwieniem stwierdziłem, że raczej nie. Równik niebieski, i owszem, przecina fragment mapki z okładki, ale bardziej rzuca



Okładkę płyty „Equatorial Stars” stworzył Brian Eno, wykorzystując fragment mapy nieba Philipsa (www.philips-maps.co.uk)

sie w oczy przerywana linia ekliptyki. W lewym dolnym rogu widoczny jest tylko gwiazdozbiór Wilka (*Lupus*). Gwiazdozbiory Orła (*Altair* to α , a *Tarazed* to γ *Aquilae*) i Strzelca (*Terebellum* to ω *Sagittarii*) od biedy znalazłyby się w tylnej części okładki przeznaczonej na napisy, gdzie na rozjaśnionym tle dyskretnie pozostały w paru miejscach rysunki i oznaczenia z mapy.

Natomiast Lutnia (*Lyra*) to już ponad 30° na północ od równika, a *Ankaa* (najjaśniejsza gwiazda Feniksa) oddalona jest od niego ponad 40° na południe. Trudno jest więc traktować te obiekty jako równikowe i na mapce z okładki ich nie uświadczymy. Równikową, owszem, jest *Meissa* (Ł Orionis, gwiazda podwójna, u nas raczej znana pod nazwą Heka), ale znajduje się ona w zupełnie innej części nieba! Tak więc, generalnie stwierdzam, że astronomicznie to panowie nie przyłożyli się uczciwie do roboty. A muzycznie?

Muzycznie płyta nie zaskakuje, ale i nie przynosi rozczarowań. Panowie, prawie sześćdziesięcioletni, grają tak, jakby czas ich się nie imiał. Gitara Frippa przynosi charakterystyczne lewitujące dźwięki, balansujące płynnie między basami i sopranami, a oszczędna gra Eno, poza jednym wyjątkiem pozbawiona rytmów, tworzy niesamowity klimat, znany z wcześniejszych dokonań muzyka. Klimat idealny do nocnego słuchania pod rozgwieżdżonym niebem.

Jacek Drążkowski

PS. Na koniec ciekawostka dla użytkowników systemów operacyjnych MS Windows. Autorem dźwięku startowego Windows 95 jest Brian Eno, natomiast Robert Fripp wziął udział w sesji nagraniowej, której efektem są dźwięki pojawiające się w systemie Vista.



INFORMACJE O PRENUMERACIE URANII-PA

Prenumerata na rok 2008 (6 zeszytów) kosztuje 54 zł (zagraniczna 70 zł). Cena pojedynczego zeszytu 10 zł. Wpłaty prosimy kierować na konto:

Polskie Towarzystwo Astronomiczne
Bank Millennium S.A. o/Toruń
Nr 44 11602202000000055305241

Wszelkich informacji o prenumeracie i zakupie numerów archiwalnych „Postępów Astronomii” i „Uranii-PA” udziela:

Karolina Zawada
Centrum Astronomii UMK
ul. Gagarina 11, 87-100 Toruń

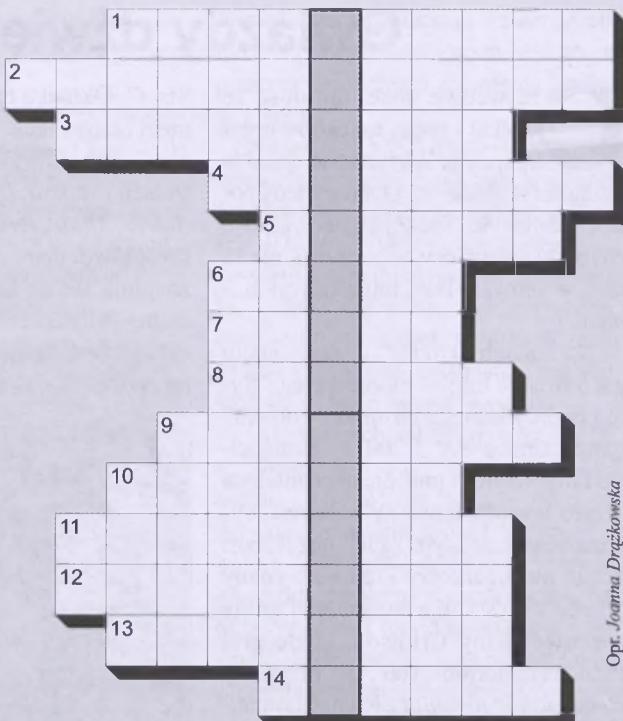
E-mail: urania@astri.uni.torun.pl
tel/fax (0-56) 611 30 14 / 611 30 08

W „Uranii–PA” nr 2/2008 zamieściliśmy krzyżówkę, której rozwiązaniem jest hasło POLSCY ASTRONOMOWIE. Nagrody książkowe wylosowali Arkadiusz Kubczak z Piotrkowa Trybunalskiego i Michał Perła z Sandomierza. Nagrody wyślemy pocztą.

A oto hasła pomocnicze do rozwiązywania nowej krzyżówki:

1. Zajmuje się badaniem natężenia światła otrzymywanej od gwiazd
2. Jego imię nosi obserwatorium na Lubomirze
3. Projekt, który ma połączyć wszystkie ośrodki astronomiczne w Polsce
4. Obserwatorium na Kaukazie
5. Ojczyzna MOST-u
6. Powierzchnia ekwipotencjalna
7. Najbardziej znany pies w Kosmosie
8. Misja satelitarna, w której uczestniczą Polacy
9. Efekt związany z ruchem źródła fal
10. Typ spektrografa
11. Numeryczne; współczesna metoda badań astrofizycznych
12. Rój ze Smoka
13. Galaktyki z silnymi liniami emisyjnymi
14. Mają swoją kosmologiczną teorię

Wśród autorów prawidłowych odpowiedzi rozlosujemy dwie nagrody książkowe. Na rozwiązania czekamy do końca września br. Osoby nie będące prenumeratorem „Uranii–PA” muszą dołączyć do rozwiązania kupon umieszczony w lewym górnym rogu tej strony. Prenumeratorzy mogą przesyłać rozwiązania drogą elektroniczną.



Op. Joanna Drążkowska

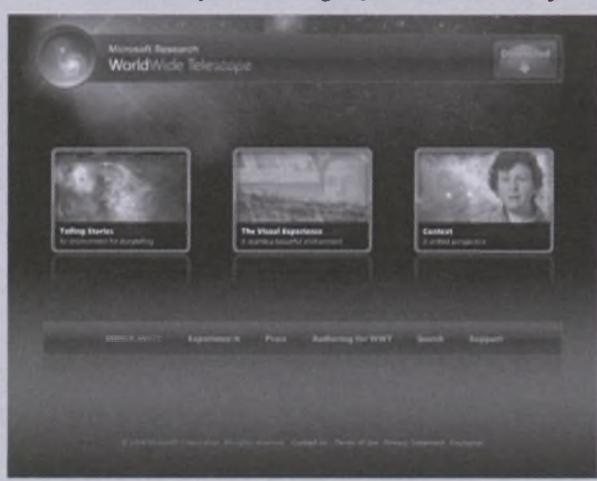
Słowa kluczowe do rozwiązywania krzyżówki zamieszczone w „Uranii–PA” 2/2008: 1. KEPLER; 2. Kopernik; 3. Atlas; 4. SALSAJ; 5. Mitchell; 6. SKY; 7. Tajlandia; 8. Herschel; 9. Saturn; 10. Akreja; 11. Astrometria; 12. AGN; 13. Tholin; 14. Commentariolus; 15. OGLE; 16. Torwid; 17. VLBI; 18. Niepołomice.

Ciekawe strony internetowe...

14 września 2001 r. ukazał się w „Science” artykuł Aleksandra Szalaya (astronoma z Uniwersytetu Johna Hopkina w Baltimore) i Jima Graya (informatyka z centrum badawczego Microsoftu w San Francisco) „The World-Wide Telescope”, w którym autorzy próbują zmierzyć się z problemem lawinowego przyrostu danych rejestrowanych przez przyrządy astronomiczne — dzięki Internetowi możliwy będzie dostęp do olbrzymiej rozproszonej bazy danych — problem polega m.in. na efektywnym dostępie do informacji, szybkich algorytmach wyszukiwania. Siedem lat później (dokładnie 13 maja br.) Microsoft udostępnił pod adresem <http://worldwidetelescope.org> dopracowaną publiczną wersję beta programu o tej samej nazwie, niestety jedynie w wersji pracującej pod Windows. Jim Gray nie dożył tego momentu, w zeszłym roku zginął wraz ze swoim jachtem w okolicach San Francisco, jednak w międzyczasie do

realizacji projektu włączyli się Jonathan Fay i Curtis Wong — i to dzięki nim, poczynając od roku 2006, program zaczął przybierać obecną formę. Spełnia on funkcje podobne do omawianego już w numerze 2/08 naszego pisma Google Sky, integrując dane astronomiczne dostępne poprzez Internet. Są jednak widoczne różnice: o ile Google Sky rozwija się na zasadzie ciągłych uzupełnień, to WorldWide Telescope jest przygotowany jako starannie zaprojektowany produkt doprowadzony do pewnego (wysokiego) poziomu doskonałości, stąd m.in. konieczność „ściagnięcia” oprogramowania. Warto skorzystać z tej oferty chociażby dla porównania jej z Google Sky. Na naszych oczach zaczyna się urzeczywistniać pojęcie obserwatorium wirtualnego.

(rs)



Galeria Uranii



Jeszcze jedno zdjęcie przedstawiające złączenie Księżyca i Merkurego 6 maja br. Jego autorem jest Marcin Filipek (Canon EOS 350D z obiektywem 300/4, godz. 19.38 UT)

Autorem sekwencji wschodu Księżyca w tle starożytnej greckiej świątyni Posejdona w Sounion jest Anthony Ayiomamitis, którego prace niejednokrotnie już gościły na łamach naszej Galerii Uranii. Prezentowane zdjęcia były wykonane 18 czerwca br. w godz. 18.25–18.30 UT (Canon EOS 300D z obiektywem Takahashi FSQ 106/f5, eksp. 1/10 s przy ISO 400). Tym razem obyło się bez doświetlania budowli reflektorami samochodu, jak w przypadku zdjęć zamieszczonych w poprzednim zeszytce „Uranii–PA”, autorowi udało się uchwycić naturalne oświetlenie architektury ok. 22 min po zachodzie Słońca.



Powyższe zdjęcie przedstawiające 22-stopniowe halo wokół Słońca wykonała w Częstochowie na Jasnej Górze pani Małgorzata Wasilewska z Lidzbarka Warmińskiego (Minolta Dimage A1 + filtr szary, godz. 11.28 UT)



Dwuramienna spirala Mlecznej Drogi



Bardzo trudno jest dostrzec strukturę naszej Galaktyki, spoglądając na nią z jej wnętrza. Wyciągamy więc wnioski na ten temat z różnego typu badań i rozważań. Ostatnie przeglądy nieba dokonane przez teleskop kosmiczny Spitzera dostarczyły nam silnych argumentów za tym, że nasza Droga Mleczna jest wielką galaktyką wyróżniającą się dwoma wielkimi spiralnymi ramionami wyła-

nającymi się z końców dużej centralnej „belki” (ramię Scutum–Centaurus i ramię Perseus) oraz paroma znacznie mniejszymi ramionami. Można ją sobie wyobrazić na powyższej artystycznej wizji. Poprzednio astronomowie myśleli, że nasza Galaktyka ma małą centralną belkę i 4 ramiona.

Źródło: R. Hurt (SSC), JPL-Caltech, NASA, GLIMPSE

Urania

5/2008 (737)

POSTĘPY ASTRONOMII

tom. LXXIX

wrzesień—październik

- SKA — kilometrowy radioteleskop
- O planetoidzie krążącej wokół Ziemi
- Powstaje nowa „astronomia praktyczna”?



30. rocznica lotu Polaka w Kosmos

Gościem specjalnym tegorocznego Ogólnopolskiego Zlotu Miłośników Astronomii w Kawęczynku był lotnik-kosmonauta gen. Mirosław Hermaszewski. W ten sposób organizatorzy Zlotu uczcili 30. rocznicę lotu pierwszego i jak na razie jedynego Polaka w przestrzeni kosmicznej. Obszerniejszą relację ze Zlotu zamieszczamy na s. 220.



Otwarcie wystawy „Dogonić Kosmos” w Miejskim Domu Kultury w Szczebrzeszynie. Fot. Bartek Pilarski



Zlotowi towarzyszył piknik meteorytowy. Gen. Hermaszewski, patrząc na jeden z meteorytów, stwierdził, że miał jednak bardziej miękkie lądowanie. Fot. Jacek Drążkowski



Pamiątkowe zdjęcie uczestników tegorocznego OZMA z gen. Miroslawem Hermaszewskim. Fot. Wojciech Burzyński

Szanowni i Drodzy Czytelnicy,

Sierpniowe zaćmienia Słońca i Księżyca zajmują dużo miejsca w tym zeszycie Uranii. Otrzymaliśmy tak wiele interesujących zdjęć i relacji od naszych Czytelników i Przyjaciół z kraju i z zagranicy, że nie wszystkie mogliśmy tu zamieścić. Bardzo dziękujemy. Niektóre zdjęcia są tak piękne, że budzą zachwyt i podziw nie tylko dla tych zjawisk Natury, ale i dla ich autorów.



Bieżący zeszyt otwieramy artykułem Bogny Pazderskiej na temat stojącego się coraz bardziej realnym radioteleskopu o powierzchni zbiorczej 1 kilometra kwadratowego noszącego kryptonim SKA. Jest to niezwykle ambitny projekt realizowany formalnie od 2000 r. przez zespoły badawcze z 11 państw, w tym i z Polski. Teleskop ten będzie się charakteryzował czułością 50 razy większą niż jakikolwiek radioteleskop dotychczas zbudowany. Będzie mógł dokonywać przeglądów nieba 10 000 razy szybciej niż to jest dotychczas możliwe. Lokalizacja tego instrumentu nie jest jeszcze zdecydowana, a konkurują ze sobą Afryka i Australia. Zakończenie jego realizacji planowane jest na lata między 2016 a 2020.

W kolejnym artykule Tomasz Kwiatkowski z Poznania przedstawia nam niezwykle ciekawe obiekty — planetoidy krążące wokół Ziemi! Czy planetoida może krążyć wokół Ziemi? Do początku lat 1990. istnienie takich obiektów było czysto hipotetyczne. W 1991 r. wykryto planetoidę 1991 VG, która okazała się pierwszym obiektem nowej kategorii. Później za taką planetoidę przyjęto obiekt J002E3, jednak okazał się on ostatecznie trzecim członem rakiety nośnej Saturn IV, którą leciąła na Księżyca misja Apollo 12. Ale były też i przypadki odwrotne. Sklasyfikowany najpierw jako sztuczny satelita obiekt 6R10DB9 okazał się planetoidą okołoziemską i w konsekwencji zmienił nazwę na 2006RH120. Gorąco polecam Państwu ten artykuł.

Starsze pokolenie astronomów, jeszcze w połowie XX w., w programie swoich studiów miało przedmiot „astronomia praktyczna”. Chodziło w nim o poznawanie wyrafinowanych technik wyznaczania współrzędnych geograficznych i czasu. Było to niezwykle ważne w geodezji, kartografii i nawigacji. Do dzisiaj symbolem nawigacji statków po morzach i oceanach jest sekstans. Nawet astronauci zabierali go ze sobą w podróże kosmiczne. Kiedyś jednak „astronomia praktyczna” znaczyła co innego. Służyła do badania wpływu zjawisk niebieskich na sprawy ziemskie, czyli, możemy powiedzieć, do przepowiedni astrologicznych. A jak jest dzisiaj, w dobie GPS-ów i zegarów atomowych? O tym jest właśnie artykuł profesora Konrada Rudnickiego.

Ksiądz Profesor Michał Heller, w czasie specjalnej ceremonii, odebrał swą Wielką Nagrodę w Pałacu Buckingham z rąk księcia Filipa. Piszemy o tym i innych uroczystościach z tą ceremonią związanych piorem ich uczestnika Ks. Wojciecha Grygiela w wiadomościach Z kraju i ze świata. Tam też Miroslaw Śpiewak pisze, jak ratował radioteleskop Lovella należący do Uniwersytetu w Manchesterze, a Adam Michalec o wyprawie MOA z Niepołomic na Syberię w celu obserwacji zaćmienia Słońca i 13. już „Warsztatach Bieszczadzkich” poświęconych badaniom pól elektromagnetycznych na Ziemi i w przestrzeni kosmicznej.

Już powyższy przegląd wskazuje, że bieżący numer jest ciekawy i warto się z nim szczegółowo zapoznać. A dochodzą jeszcze Rozmaitości przynoszące krótkie informacje o najnowszych odkryciach, Astronomia w szkole o kolekcjach dydaktycznych meteorytów, Galeria galaktyk o niezwykłej parze galaktyk, Kalendarz astronomiczny już na listopad i grudzień, felieton muzyczny, ciekawe strony internetowe, krzyżówka itd.

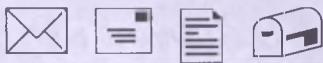
W In memoriam wspominamy Red. Zbigniewa Przyrowskiego, wieloletniego redaktora naczelnego Młodego Technika.

W Recenzjach omawiamy książkę Przemysława Rudzia pt. Niebo, która jest dobrym przewodnikiem po sklepieniu nieba, instrumentach astronomicznych amatorów i miłośniczych obserwacjach astronomicznych.

Życzę Państwu ciekowej lektury i interesujących obserwacji

Toruń, w sierpniu 2008 r.





Szanowny Panie Profesorze,
Być może w numerze 5/
2008 „Uranii” znajdzie się miejsce dla zdjęcia pokazującego, gdzie dokładnie 160 lat wcześniej, we wrześniu 1846 r., został odkryty Neptun — najdalejsza planeta Układu Słonecznego.

Obserwatorium Berlińskie, w którym dokonał tego odkrycia Johann Gottfried Galie, zostało przeniesione do Poczdamu. Jednak na podstawie planu miasta z roku 1875 ustaliliem, gdzie mieściło się to obserwatorium i udarem się na

miejsce, aby udokumentować te okolice fotograficznie.

Okazuje się, że jedynym znakiem świadczącym o tym, gdzie znajdowała się ta budowla, jest pamiątkowa tabliczka na szyldzie z nazwą ulicy Encke-go. Załączam XIX-wieczny plan z krzyżykiem wskazującym „Sternwarte” oraz zdjęcie wykowane własnoroźczenie 5 września 2006 r., przedstawiające w malowniczy sposób ten mało znany, a bardzo ważny astronomiczny akcent Berlina.

Z poważaniem,

Karol Pankowski



Tu może być reklama Twojej Firmy!

Nasz cennik jest następujący:

cała strona kolorowa: 1000,00 zł

cała strona czarno-biała: 400,00 zł

Przy mniejszych formatach dla stron czarno-białych:

1/2 s.: 300,00 zł

1/4 s.: 200,00 zł

1/8 s.: 100,00 zł — ten rozmiar traktujemy jako najmniejszy „moduł”.

Podobnie jest ze stroną kolorową.

Istnieje możliwość negocjowania warunków.

Zapraszamy na nasze łamy!

Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii oddział w Gliwicach, Instytut Astronomiczny Uniwersytetu Wrocławskiego oraz teleskopy.net zapraszają amatorów i miłośników astronomii na III Ogólnopolskie Spotkania Astronomiczne — ORLE 2008.

W tym roku odbędą się one w dniach od 26 do 28 września w Stacji Turystycznej „ORLE” w Górnach Iberskich. Lokalizacja umożliwia obserwację nieba z dala od źródeł zanieczyszczenia nieba światłem, a okres — przypadający trzy dni po nowiu — został wybrany tak, by umożliwić obserwację obiektów jesiennego, głębokiego nieba (o ile tylko pozwoli pogoda). Poza obserwacjami nocnymi są planowane obserwacje Słońca w świetle widzialnym, jak również w pasmach wodoru i wapnia.

Program dzienny — podobnie jak w trakcie poprzednich spotkań — to dwa dni wykładów o astronomii prowadzonych przez astronomów z Uniwersytetu Wrocławskiego.

Więcej informacji, sprawozdania z poprzednich spotkań oraz formularz rejestracyjny można znaleźć na stronie OSA.teleskopy.net — sugerujemy wczesną rezerwację, bowiem liczba miejsc w Orlu jest ograniczona.

Tomasz L. Czarnecki, mgr inż. arch.

www.teleskopy.net

Organizatorzy XII OZMA Roztocze-Kawęczynek 2008 składają specjalne podziękowania za wkład w realizację zlotu następującym osobom i instytucjom:

Marianowi Mazurowi – Burmistrzowi Miasta Szczebrzeszyn; Sławomirowi Kalitą – dyrektorowi Miejskiego Domu Kultury w Szczebrzeszynie; Dorocie i Mirosławowi Kicyk – gospodarzom Ośrodka Przystanek Kawęczynek; Ilonie Wilk i Sklepowi internetowemu www.astrozakupy.pl; Hotelowi ARTIS**** z Zamościem; Sklepowi Muzycznemu SOPRAN z Zamościem; Krzysztofowi Wójcikowi i Agencji Reklamowej Reflection z Krakowa; Tomaszowi Różyckiemu i Firmie ELPROM z Warszawy; Tadeuszowi Pisarczykowi i Agencji Artystycznej ADA z Biłgoraja; Księgarni im. B. Leśmiana z Zamościem; Piekarni Kucharscy z Zamościem; Sklepowi Mięsnemu Izidor Dubiel ze Szczebrzeszyna; Browarom Tyskim; Marcinowi Mazurowi; Marcinowi Polarowi; Maciejowi Jarmoc; Stanisławowi Jachymkowi; Andrzejowi Piłskiemu; Krzysztofowi Socha; Jackowi Drążkowskiemu; Wiesławowi Krajewskiemu

Urania

POSTĘPY ASTRONOMII

(PL ISSN 0032-5414/ 0042-07-94)

Dwumiesięcznik poświęcony upowszechnianiu wiedzy astronomicznej. Czasopismo powstałe z połączeniem się „Uranii” — dotyczącej miesiącnika PTMA, ukazującego się od 1922 r. i „Postępów Astronomii” — dotyczącego kwartalnika PTA, wychodzącego od 1953 r. Patronat: Polskie Towarzystwo Astronomiczne i Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii. Zachowana zostaje dotycząca numeryacja „Uranii”. Pismo jest częściowo finansowane przez MNiSzW.

Nakład: 1500 egz.

Redaktor Naczelny:

Andrzej Woszczyk, CA UMK Toruń

Zespół Redakcyjny:

Marek Gołębiewski, CA UMK Toruń
Magdalena Kożuchowska, CAMK Warszawa
Adam Michalec, UJ/PTMA Kraków
Roman Schreiber, CBK PAN

Opracowanie graficzne i skład komputerowy:

Jacek Drażkowski

Korekta:

Bożena Wyrzykowska

Adres Redakcji:

Uniwersytet Mikołaja Kopernika
Centrum Astronomiczne
ul. Gagarina 11
87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 52
fax. (0-56) 611 30 08

Poczta elektroniczna (E-mail address):
aw@astri.uni.torun.pl
urania@astri.uni.torun.pl

Adres WWW:

<http://urania.pta.edu.pl>
<http://urania.camk.edu.pl>

Druk:

Zakład Poligraficzno-Wydawniczy
POZKAL, Inowrocław

Dystrybucja:

Karolina Zawada, CA UMK,
ul. Gagarina 11, 87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 14
E-mail: urania@astri.uni.torun.pl

Prenumerata w roku 2008 kosztuje 54 zł.
Można również zamawiać pojedyncze zeszyty w cenie 10 zł.

Polskie Towarzystwo Astronomiczne

Zarząd Główny — Sekretariat
ul. Bartycza 18, 00-716 Warszawa
tel. (0-22) 841 00 41 wewn. 146
E-mail: hania@camk.edu.pl
WWW: www.pta.edu.pl

Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii
Zarząd Główny

ul. Miodowa 13 m. 35, 31-055 Kraków
tel. (0-12) 422 38 92
E-mail: ptma@oa.uj.edu.pl
WWW: ptma.astronomia.pl

Numer zamknięto w sierpniu roku 2008

* Materiałów nie zamówionych Redakcja nie zwraca, a wykorzystując zastrzega sobie prawo do ich redagowania i skracania
* Przedruk materiałów i zdjęć tylko za zgodą Redakcji. * Opinie i poglądy formułowane przez Redakcję i Autorów nie reprezentują oficjalnego stanowiska obu patronujących nam Towarzystw *

W NUMERZE

196 *SKA — kilometrowy radioteleskop!*

Bogna Pazderska

Niezwyczajny projekt radioteleskopu o powierzchni zbiorczej 1 kilometra kwadratowego (w skrócie SKA) absorbuje radioastronoma z 11 krajów już od szeregu lat. Będzie to instrument 50 razy czulszy i 10 000 razy szybciej zbierający dane o radiowym niebie niż jakikolwiek z istniejących teleskopów. Autorka przybliża nam aktualny stan jego planowania i kluczowe badania, które za pomocą tego teleskopu pozwolą lepiej rozumieć Wszechświat i jego historię

204 *O planetoidzie krążącym wokół Ziemi*

Tomasz Kwiatkowski

Czy planetoidy mogą krążyć wokół Ziemi? Do początku lat 1990. istnienie takich obiektów było czystą fantazią naukową. Rok 1991 przyniósł odkrycie planetoidy 1991 VG, która okazała się obiektem nowej kategorii. Później odkrywano obiekty sztuczne, np. ostatnie człony rakiet, które wzięto za planetoidy i odwrotnie, początkowo sklasyfikowane jako sztuczne satelity okazywały się planetoidami okrążającymi Ziemię. Te obiekty bada właśnie Autor i dzieli się z nami swoją przygodą badawczą

210 *Powstaje nowa „astronomia praktyczna”*

Konrad Rudnicki

„Astronomia praktyczna” — co to jest: astronomia i praktyczna? Tak, od wieków astronomia służyła do zaspakajania praktycznych potrzeb człowieka. Najpierw poszukując związków między zjawiskami na niebie i na Ziemi i przepowiadając ze znaków na niebie to, co ma się zdarzyć na Ziemi. Później służąc człowiekowi w jego bytowaniu, gospodarce i wędrówkach po świecie. Przez ostatnie wieki służyła do określania czasu i miejsca pobytu: w nawigacji, geodezji, kartografii, itp. A jaką „praktyczną” rolę ma astronomia dzisiaj? Odsyłamy Państwa do lektury przemyśleń Autora

w kolorze: 30 rocznica lotu Polaka w Kosmos (o.II); Całkowite zaćmienie Słońca (w.II–III); Galeria Uranii (w. I, IV, o. III)

z kraju i ze świata: Wręczenie nagrody Księdu Hellerowi (213); Jak ratowałem radioteleskop Lovella (214); Trzynaste warsztaty bieszczadzkie (217); Zaćmienie Słońca — Syberia 2008 (218); XII OZMA w Kawęczynku (220)

rozmałości: Woda na Marsie (222); Pierwsze gwiazdy (223); Supernowa 2007sr i odległość do galaktyk Antennae (224); Rosetta spotyka się z planetoidą (224); HST dokonał już 100 000 obiegów wokół Ziemi (209); Z ostatniej chwili (209)

in memoriam: Wspomnienie o red. Zbigniewie Przyrowskim (1921–2008)

astronomia w szkole: Dydaktyczne kolekcje meteorytów dla każdego

galeria obiektów NGC: Para galaktyk Arp 269: NGC 4485 i NGC 4490

kalendarz astronomiczny 2008: Listopad — grudzień

recenzje: Przemysław Rudź „NIEBO. Przewodnik po Wszechświecie”

astronomia i muzyka: Muzyka i... astronautyka

relaks z Uranią: Krzyżówka

ciekawe strony internetowe

NA OKŁADCE

Zdjęcie mgławicy leżącej w pobliżu gromady NGC 2074 w Wielkim Obłoku Magellana. Obszar ten jest istnym matecznikiem, w którym rodzą się nieustannie gwiazdy i w ten sposób przyczyniają do odmłodzenia gwiezdnej populacji w tym regionie.

Przypuszcza się, że ten aktywny obszar formowania się gwiazd jest napędzany wybuchem pobliskiej supernowej. Leży on ok. 170 000 lat św. od nas, w pobliżu mgławicy Tarantula, która jest jednym z najaktywniejszych obszarów tworzenia się gwiazd w naszej Lokalnej Grupie Galaktyk. Zdjęcie zostało wykonane dokładnie w momencie zakończenia 100 000 orbity przez teleskop kosmiczny Hubble'a w dniu 10 sierpnia 2008 r. Szerzej na ten temat piszemy na s. 209.

SKA* — *kilometrowy radioteleskop!*

Wstęp

Wszechświat wciąż jest źródłem większej liczby pytań niż odpowiedzi. Ale dziś znajdujemy się w miejscu, gdy wreszcie możemy próbować naukowo odpowiadać na te najbardziej fundamentalne. Biologia stara się nam wyjaśnić powstanie i ewolucję ludzkiego gatunku, zaś astronomia pozwala badać początek i ewolucję Wszechświata. Dziedziną, która w znaczący sposób pozwala zmierzyć się z tymi problemami, jest radioastronomia.

Radioastronomia jest wciąż młodą dziedziną nauki, ale już dostarczyła nam wielu przełomowych odkryć, które w istotny sposób zmieniły nasze pojmowanie Wszechświata. Odkrycie mikrofalowego promieniowania tła stanowiło najlepsze potwierdzenie teorii Wielkiego Wybuchu, a zatem doprowadziło do odważnego mówienia w nauce o początku istnienia Wszechświata.

* Square Kilometre Array (w skrócie SKA) to radioteleskop o powierzchni zbiorczej równej 1 kilometra kwadratowego.

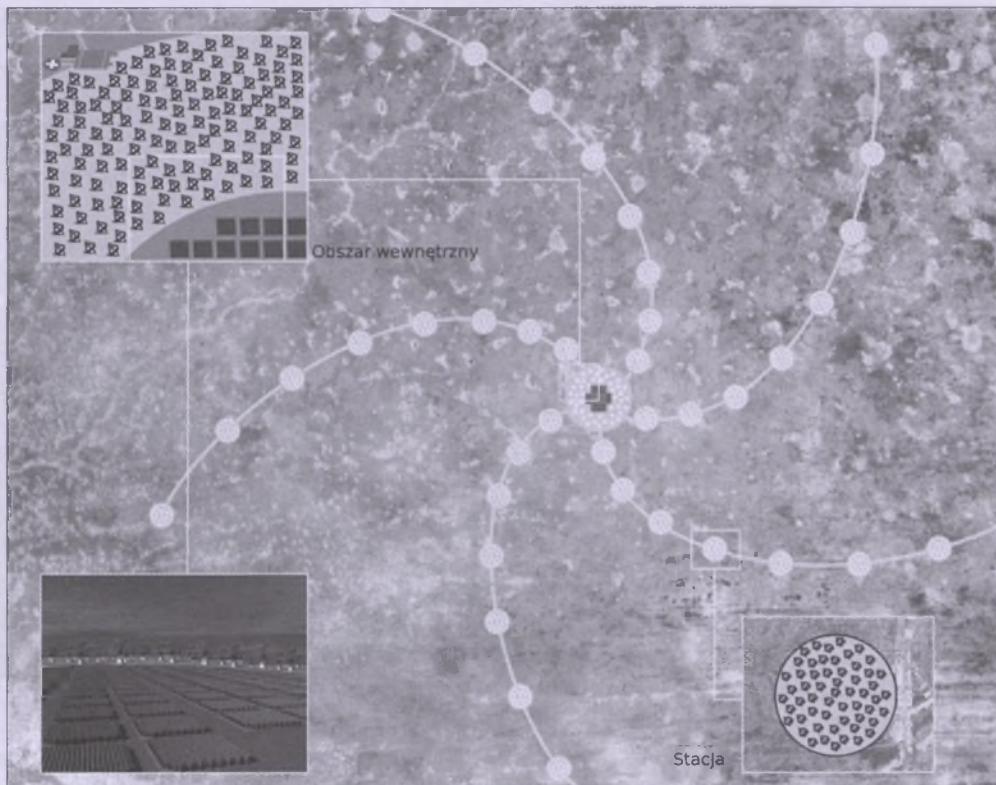
Odkrycie pulsarów, stanowiących szybko rotujące gwiazdy neutronowe, pozwoliło na testowanie wielu aspektów teorii Einsteina. W konsekwencji, gdy odkryto układ podwójny pulsarów, udało się po raz pierwszy potwierdzić obecność fal grawitacyjnych. Zaś dokładne zmapowanie kosmicznego promieniowania tła pokazało pierwotne ziarna później powstałych obiektów. Te odkrycia były tak znaczące, że zostały uhonorowane czterema Nagrodami Nobla.

Rozwój w radioastronomii zawsze był związany z rozwojem technologii. To ona determinuje możliwości instrumentów astronomicznych, które z kolei przekładają się na nowe odkrycie naukowe. Nie bez przyczyny postęp technologii w radioastronomii bywał również nagradzany Nagrodą Nobla, jak w przypadku sir Martina Ryle'a (opracowanie syntezy apertury, pozwalającej na działanie wielu anten jak jeden, wielki radioteleskop). Zatem pragnąc coraz to lepiej poznać odpowiedzi na fundamentalne pytania, jakie stawia

nam Wszechświat, potrzebujemy nowej generacji instrumentów astronomicznych, które będą wykorzystywały najnowsze zdobycze techniki. Odpowiedzią na takie zapotrzebowanie ma być właśnie jednokilometrowy radioteleskop, nazwany w skrócie SKA (Square Kilometre Array). Schemat jego budowy został przedstawiony na rys. 1.

SKA = Square Kilometre Array

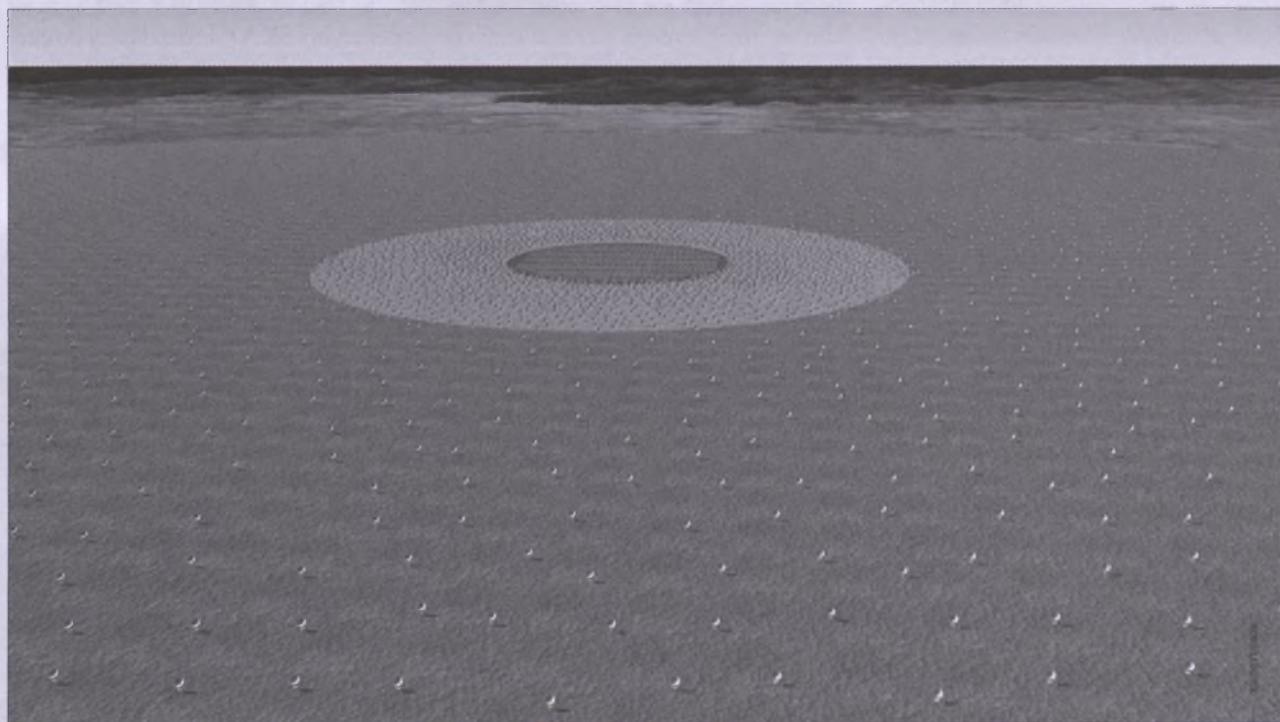
Sama idea SKA narodziła się we wcześniejszych latach 90. Ten międzynarodowy projekt został zatwierdzony we wrześniu 1993 r. przez Międzynarodową Unię Nauk Radiowych, URSI (International Union of Radio Science). W sierpniu 2000 r. powołano pierwszy zespół zajmujący się realizacją tego projektu (ISSC, tj. International Square Kilometre Array Steering Committee), a cała inicjatywa dostała poparcie przedstawicieli 11 państw, w tym Polski. I tak ruszył ten potężny projekt, którego realizacja trwa i trwa będzie jeszcze przez długie lata.



Rys. 1. Schemat ogólnej struktury radioteleskopu SKA

Zatem podsumowując, SKA jest potężnym projektem naukowo-technicznym, którego realizacja wymaga współpracy między wieloma krajami. Wiąże się to też z ogromnymi nakładami finansowymi, które dźwigać będą poszczególne kraje. Lecz jest to obecnie naturalna droga do realizacji tak ambitnych projektów, z których będą mogli korzystać astronomowie

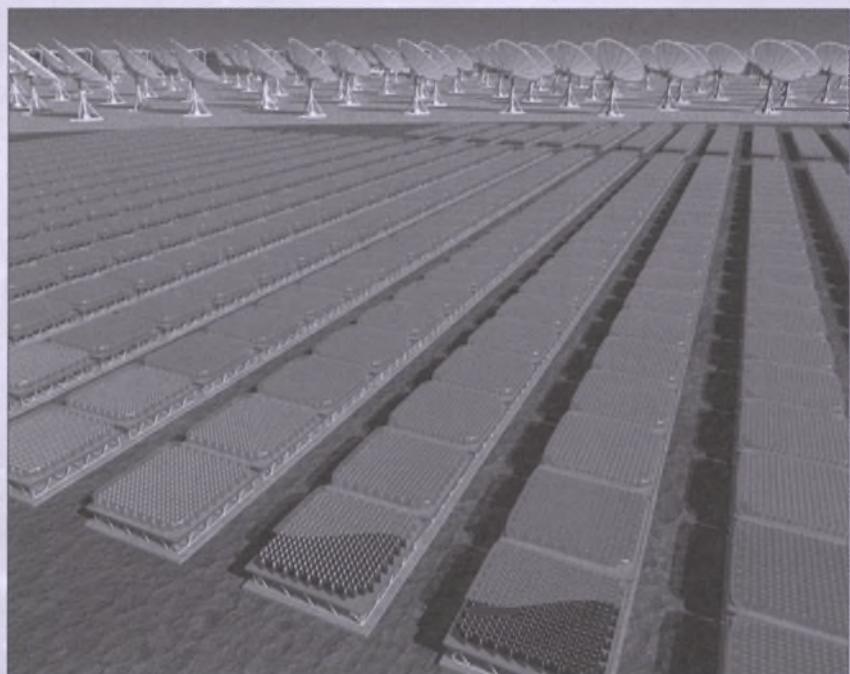
z całego świata. W końcu mówimy tu o budowie teleskopu o powierzchni zbierającej rzędu milionów metrów kwadratowych! To oznacza poprawę o dwa rzędy wielkości względem istniejących teleskopów. I jest to tylko jedna z wielu cech tego radioteleskopu, która sprawia, że przewyższa on swoich poprzedników.



Rys. 2. Centralna część radioteleskopu SKA

Charakterystyka radioteleskopu

SKA będzie instrumentem złożonym z wielu rodzajów anten, rozłożonych na odległości do 3000 km. Aby zapewnić temu teleskopowi zarówno krótkie bazy, określające maksymalne rozmiary struktur, jakie można zdetektować, jak i duże bazy potrzebne do uzyskania dużych zdolności rozdzielczych (wielkości mówiącej o dokładności widzenia struktur danego źródła), struktura teleskopu będzie dość skomplikowana. Obszar o średnicy do 1 km ma zawierać ma ok. 20% powierzchni zbierającej, 50% ma się znajdować w obszarze 5 km, a 75% w obszarze 150 km. Zatem centralne „jądro” będzie otoczone licznymi stacjami anten sięgającymi aż do 3000 km od centrum, co również jest pokazane na rys. 1. Zadaniem SKA będzie obserwowanie w bardzo szerokim widmie, poczawszy od 70 MHz i sięgając aż do 35GHz. Jednak by działać efektywnie w tak szerokim zakresie widma, potrzebne są różne rodzaje anten. Stąd SKA będzie składało się zarówno z anten parabolicznych, dipolowych czy taflowych, tworząc przy tym ciekawą strukturę, która zastała pokazana na rysunkach 2 i 3. Teleskop ten będzie się charakteryzować 50 razy większą czułością niż jakikolwiek radioteleskop dotychczas zbudowany. Przykładowo, na częstotliwości 20 GHz w paśmie 4000 MHz obliczono, że rms (*root mean square*) uzykany w ciągu godziny będzie wynosił około 0,08 mJy. SKA będzie też mógł dokonywać przeglądów nieba 10 000



Rys. 3. Struktury anten SKA

razy szybciej niż dotychczas jest to możliwe, co, poza wspomnianymi cechami, będzie zawdzięczać szerokoemu polu widzenia i istnieniu wielu niezależnych wiązek czy wysokiej dynamicznej obrazów.

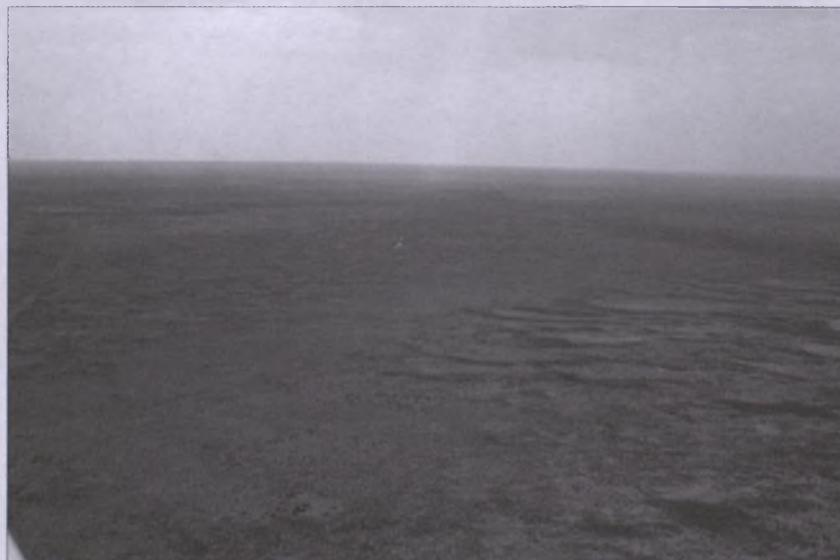
Czas realizacji projektu

Mając tak ambitne plany, trzeba się liczyć z tym, że budowa takiego radioteleskopu będzie trwała lata. Wszak wiele potrzebnych rozwiązań technologicznych wciąż nie zostało wynalezionych. Wiąże się to przede wszystkim w problemem przetwarzania danych z tak wielu anten. Obecnie jesteśmy na etapie wyboru ostatecznego projektu. Decyzja w tej sprawie ma

zapaść do końca 2010 r. W kolejnym roku przewiduje się ostateczny wybór lokalizacji SKA. Trwa ostra konkurencja w tej kwestii między Afryką Południową (rys. 4) a Australią (rys. 5). Choć wydaje się, że wygrywa ją Afryka, która już uczestniczy w wielu innych projektach, to wciąż niepokojące są konflikty lokalne, groźne o tyle, że SKA będzie musiało znajdować się na terenie kilku krajów. Kolejnym krokiem będzie zbudowanie i uruchomienie pierwszych 10% powierzchni. Ma się to stać około 2014 r. Zaś w pełni operacyjny SKA (ale działający do częstotliwości 10 GHz) powinien być gotowy między 2016 a 2020 rokiem. W końcowej fazie planuje się jeszcze rozszerzenie zakresu odbieranych częstotliwości do 35 GHz. Na ile uda się zrealizować ten plan, pokaże życie. Jednakże już w tej chwili mają miejsce liczne szkoły, przygotowujące do pracy z tym instrumentem. Wszak ważne jest, by takim wysiłkiem zbudowany radioteleskop został jak najefektywniej wykorzystany.

Nauka przy użyciu SKA

Zajmijmy się rzeczą najważniejszą. W końcu dla astronomii jest najważniejszy pożytek naukowy ze zbudowanego instrumentu. Zatem jakie przewidujemy odkrycia, co sprawia, że gotowi jesteśmy wydać miliardy euro na budowę tego radioteleskopu? W przypadku SKA wyróżniono 6 klu-



Rys. 4. Teren w Afryce Południowej — ewentualne miejsce lokalizacji SKA

czwórkę dla nauki projektów, w zakresie których mamy nadzieję istotnie powiększyć nasze rozumienie Wszechświata. Projekty te postaram się tu po kolejni przybliżyć:

a) Ciemna energia i ciemna materia

Choć już od wielu lat wiemy, że znana nam materia barionowa stanowi ledwo 4% materii we Wszechświecie, to wciąż nie jest nam znana natura pozostały 96%. Dotychczas nadaliśmy nazwy i poznaliśmy pewne własności omawianych składników Wszechświata. Zatem wiemy, że część stanowi ciemna materia, która ma tę własność, że oddziałuje grawitacyjnie, ale nie elektromagnetycznie (czyli nie emituje światła), zaś większość stanowi ciemna energia, która według teorii odpowiada za przyspieszanie ekspansji Wszechświata. Jednak odpowiedzi na pytanie, czym są poszczególne składniki, wciąż nie znamy. A są to przecież składniki, które mają zdecydować o ostatecznym losie Wszechświata. I tu z pomocą przyjdzie SKA. Pierwszą rzeczą, na jaką pozwoli nam ten instrument, to detekcja miliardów galaktyk w ciągu kilku lat, do poczerwienienia rzędu $z = 2$. A to z kolei pozwoli nam poznać dystrybucję ewoluującej materii. Znając ją, będziemy mogli określić geometrię Wszechświata i na tej podstawie sprawdzić, czym jest ciemna energia. Wciąż spierają się ze sobą dwie teorie. Jedna sugeruje, że



Rys. 5. Alternatywne miejsce budowy SKA w Australii

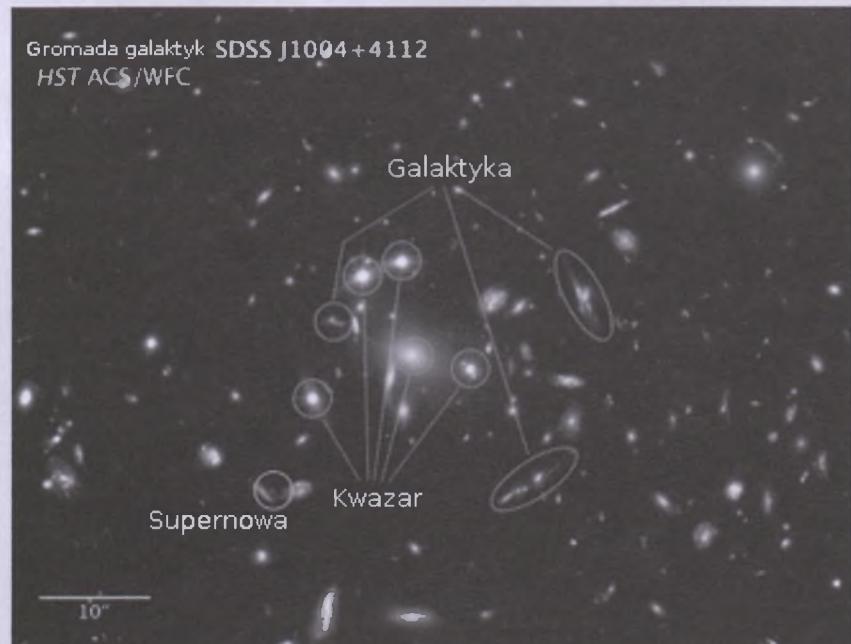
odpowiedzialna za istnienie ciemnej energii jest energia próżni, zaś druga opowiada się po stronie zmodyfikowanej teorii grawitacji. W praktyce polega to na wyznaczeniu parametru w , będącego stosunkiem gęstości energii do ciśnienia ciemnej energii. Parametr ten powinien być stały w czasie dla modelu energii próżni, zaś zmienny w przypadku, gdy mamy do czynienia z modyfikacją teorii grawitacji. Obecne instrumenty nie mają możliwości zmierzenia go z zadowalającą dokładnością. Zatem SKA pozwoli na pierwsze dokładne badanie równania stanu ciemnej energii. A jest to jedna z najbardziej fundamentalnych kwestii w dzisiejszej astronomii.

Inną możliwość badania tych składników Wszechświata daje nam mikrosoczewkowanie grawitacyjne (przykład znajduje się na rys. 6). Uzyskany w mikrosoczewkowaniu obraz zależy od masy obiektów (a zatem też od masy ciemnej materii), a więc porównanie go z obrazem optycznym daje

możliwość oszacowania ilości ciemnej materii. Jest to już znana metoda, jednak teraz będzie ona możliwa do wykorzystania na ogromną skalę. W końcu interesuje nas jak najdokładniejsze zmapowanie dystrybucji ciemnej materii. Zatem badania te są bardzo ambitne, a istnieją również plany, by zmierzyć masę neutrin.

b) Ewolucja galaktyk i struktury wielkoskalowe

Ewolucja galaktyk wciąż jest gorącym problemem. W końcu mówimy tu o czasach istnienia rzędu miliardów lat! Zatem jest potrzebny instrument, który pozwoli zatrzymać jeszcze dalej i dalej, tak by wreszcie móc odpowiedzieć na pytanie, co było pierwsze: gwiazdy czy galaktyki? I choć przypomina to pytanie o kurę i jajko, to my mamy możliwość uzyskania odpowiedzi. Wiąże się to z możliwością mapowania z ogromną czułością linii neutralnego wodoru 21 cm we wcześniejszym Wszechświecie, jak i emisji od pyłu, molekularnego gazu czy radiowej emisji ciągłej. SKA powinien dać nam możliwość zobaczenia pierwszych obszarów powstawania gwiazd, dysków akrecyjnych wokół pierwszych masywnych czarnych dziur, pierwszych galaktyk z epoki, w czasie której gaz po raz pierwszy zaczął tworzyć te widziane również przez nas na nocnym niebie obiekty. Epoką tą jest epoka rejonizacji (koniec tej fazy opowiada poczerwienieniu ok. $z = 7$, co pokazano na rys. 7) i może ona być studiowana jedynie przy użyciu fal radiowych. Stąd nie tylko SKA stawia sobie za cel jej zbadanie. Będziemy mieli możliwość studiowania kolejności powstawania różnego rodzaju źródeł, prześledzenia, jak łączą się ze sobą w pierwsze struktury i ich ewolucję, co pozwoli nam również zrozumieć dzisiaj obserwowany Wszechświat.



Rys. 6. Przykład oddziaływań grawitacyjnych; kwazar, galaktyki — soczewkowanie grawitacyjne

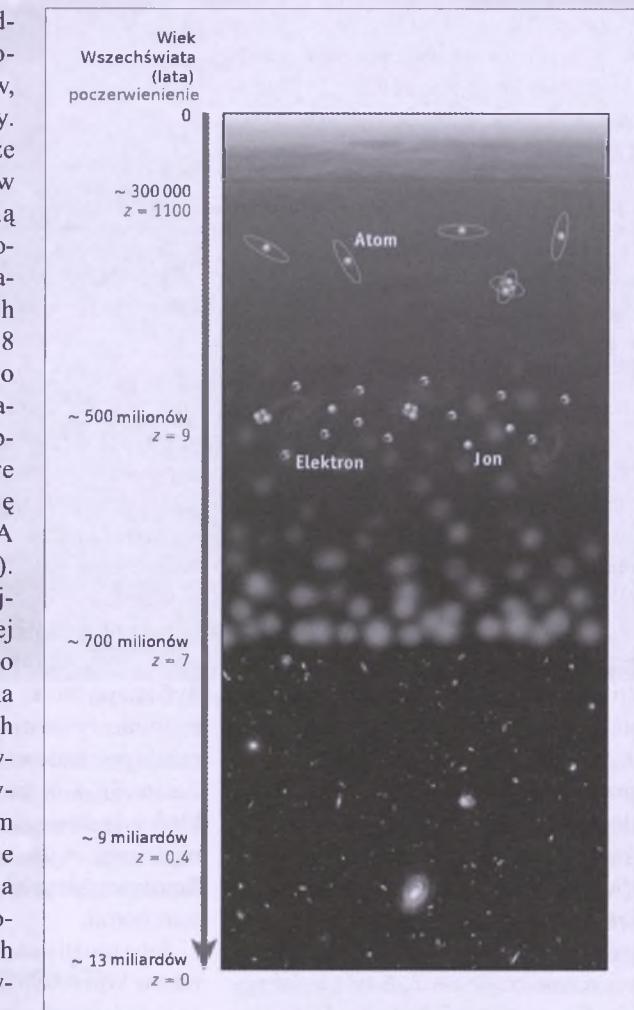
c) Teoria względności w ekstremalnych warunkach

Teoria względności wciąż budzi wiele emocji. Jesteśmy nieustannie pod wrażeniem jej zgodności z obserwacjami, jednak nie sposób uwolnić się od pytania, jak daleko ta zgodność zachodzi, czy uda nam się znaleźć miejsce, gdzie wreszcie zawiedzie? Jednak, aby prowadzić rozsądne testy jej granic, są potrzebne ekstremalne pola grawitacyjne, niedostępne na Ziemi. Jednakże takie warunki istnieją w wielu miejscach we Wszechświecie, a szczególnie są związane z czarnymi dziurami, jak i gwiazdami neutronowymi. SKA i tu ogromnie poszerzy nasze możliwości. Uważa się, że przy jego użyciu zdążymy „zmierzyć” rotację wszystkich czarnych dziur i to z ogromną precyzją. Każda rotująca czarna dziura wywoła precesję dysku akrecyjnego, nie dającą się wyjaśnić przez teorię Newtona, którą będzie można zmierzyć. To samo zjawisko występuje w Układzie Słonecznym, gdzie efekty relatywistyczne wywołują precesję orbity Merkurego (bardzo słabą, ze względu na nieporównywanie mniejsze masy), co stanowiło jeden z pierwszych dowodów na teorię Einsteina. Na tej podstawie będzie też można sprawdzić zależności przewidywane przez ogólną teorię względności.

Kolejnym oczekiwaniem osiągnięciem SKA będzie bezpośrednia detekcja fal grawitacyjnych. Stanie się to

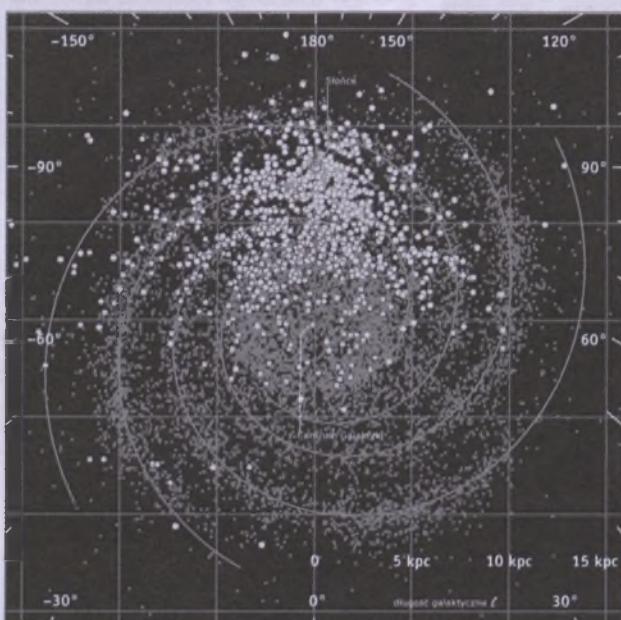
możliwe dzięki odkryciu tysięcy kosmicznych zegarów, jakimi są pulsary. Mamy nadzieję, że wiele z nich będzie w układach z czarną dziurą, co pozwolioby na badanie ultra-relatywistycznych efektów. Rysunek 8 pokazuje zarówno znane obecnie pulsary (jaśniejsze kropki), jak i te, które spodziewamy się znaleźć dzięki SKA (pozostałe kropki). Znając czasy przyjścia pulsów z całej siatki pulsarów (co zostało pokazane na rys. 9) rozłożonych nie tylko w Galaktyce, dysponowałibyśmy doskonałym detektorem na fale grawitacyjne. Poza wspomnianą bezpośrednią detekcją tych fal powinniśmy również odkryć fale pochodzące z różnych

spektakularnych zdarzeń we Wszechświecie, jak choćby od zderzających się masywnych czarnych dziur czy czarnej dziury i gwiazdy neutronowej. Zatem daje to doskonałe możliwości szybkiego dostrzegania interesujących zjawisk na niebie.



Rys. 7. Struktura i ewolucja Wszechświata

ono ekstremalne wartości. Tu często obserwacje radiowe stanowią jedyny środek do obserwacyjnego badania własności pola magnetycznego, w szczególności w obiektach pozagalaktycznych. Przykładem tego jest przedstawione na rys. 10 pole magnetyczne galaktyki M51. Obecnie znamy dość dobrze mechanizmy wzmacniania pola (choć wciąż pragniemy je poznać lepiej), jednakże cały czas pozostaje otwarty problem, w jaki sposób powstało pierwotne pole magnetyczne i jaki ma wpływ na ewolucję poszczególnych źródeł. Dlatego też jednym z podstawowych zadań SKA ma być wykrycie milionów słabych, spolaryzowanych źródeł pozagalaktycznych, rozłożonych po całej półkuli, ze średnim rozdzielaniem 60 arcsec. Pozwoli to na pełną charakterystykę ewolucji pola magnetycznego w galaktykach i gromadach galaktyk od poczerwienienia $z > 3$ aż do teraz. Pomoże to stwierdzić, czy istnieje związek między formowaniem się pola magnetycznego a formowaniem się struktur we wczesnym Wszechświecie.

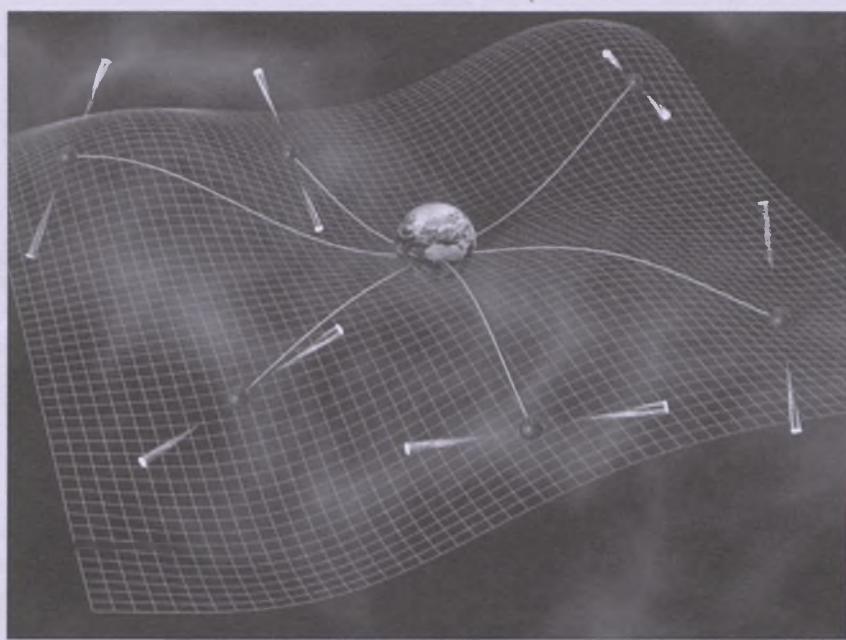


Rys. 8. Rozkład znanych pulsarów (jaśniejsze kropki) i perspektywa odkryć pulsarów przy pomocy SKA

cie. Zaś najważniejszym wynikiem będzie dodanie dodatkowych ograniczeń na to, kiedy i jak powstały pierwsze ziarna pola magnetycznego. Obecnie są nam znane różne ograniczenia na wielkość pierwotnego pola, wynikające choćby z obserwacji kwazarów, anizotropii mikrofalowego promieniowania tła czy z analizy pierwotnej nukleosyntezy i jej obserwacyjnych skutków. Zaś dodatkowe obserwacje może pozwolić nam ostatecznie rozstrzygnąć kwestię powstania pola i stwierdzić, która z konkurujących teorii za to odpowiada. Dodatkowym ambitnym zamarem jest stworzenie trójwymiarowego modelu Drogi Mlecznej i innych galaktyk, które pozwolą studiować procesy formowania się obecnie obserwowanego pola.

e) Planety pozasłoneczne i życie pozaziemskie

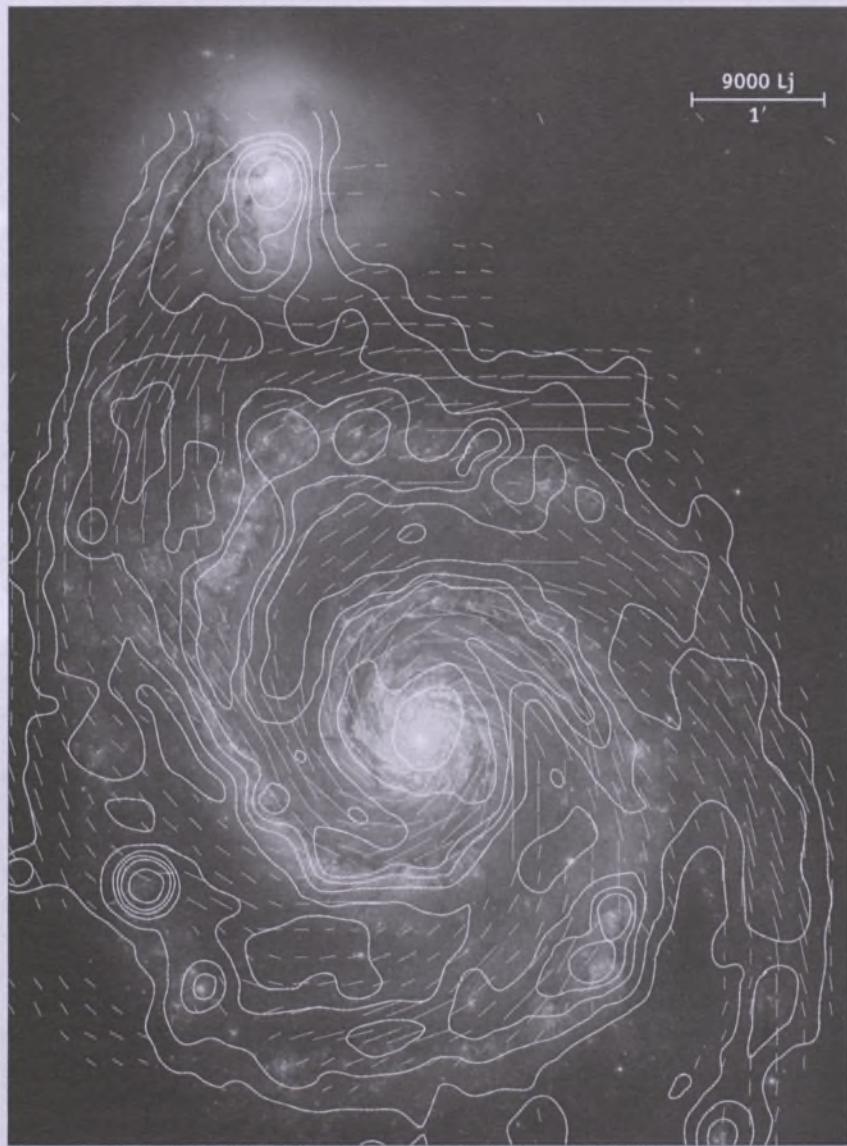
Obecnie znamy ponad 300 planet



Rys. 9. Siatka pulsarów wokół Ziemi mogąca posłużyć do detekcji fal grawitacyjnych

w ponad 250 układach planetarnych. Z każdym dniem odkrywane są nowe.

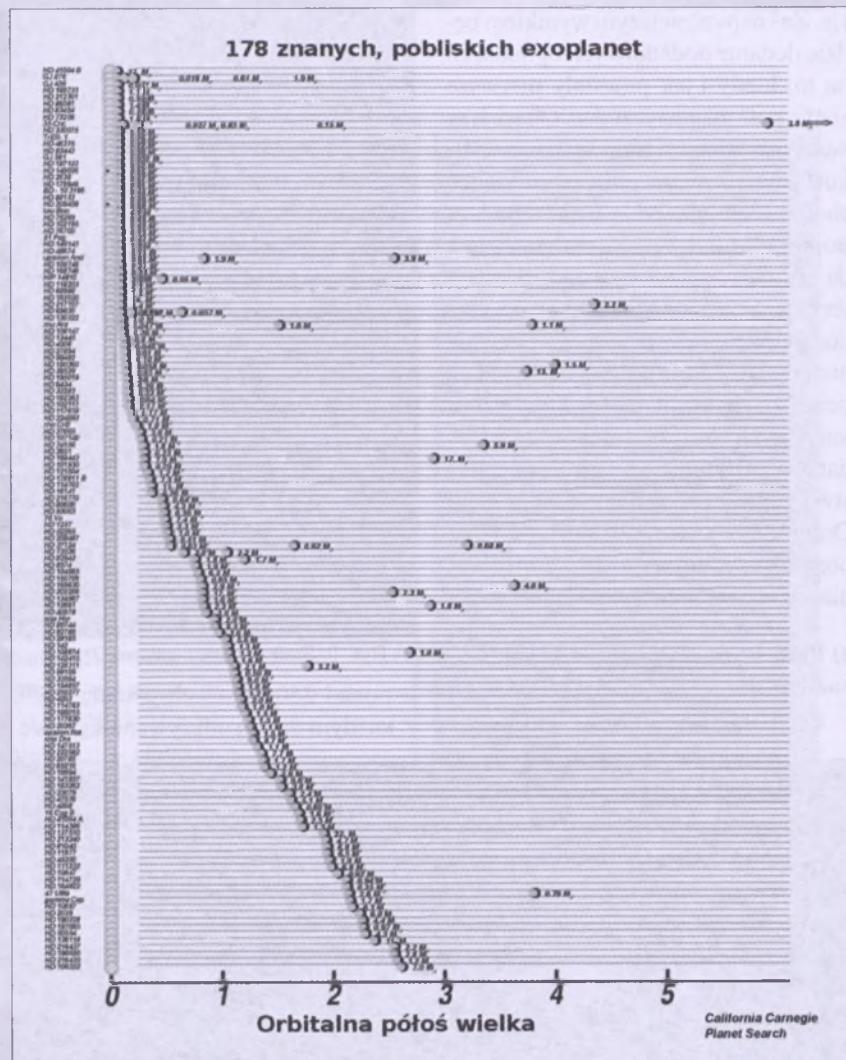
Obecne metody odkrywania planet opierają się przede wszystkim na pomiarze prędkości radialnych gwiazd centralnych i szukaniu w nich regularnych zmienności albo, w mniejszym stopniu, na tranzytach planet czy mikroszczekowaniu grawitacyjnym. Jednakże takie planety mogą mieć również silną emisję radiową, związaną z istnieniem silnej magnesofery, tak jak w przypadku Jowisza. Taki sposób detekcji wydaje się o tyle sensowny, że przecież ok. 20% z odkrytych planet stanowią tzw. gorące jowisze, znajdujące się w odległości od gwiazdy centralnej mniejszej niż 0,05 AU (rys. 11 przedstawia planety znane na rok 2005 do odległości 200 pc). Zatem da nam to dodatkową możliwość poszukiwania planet na masową skalę. Jednakże nas najbardziej interesuje znalezienie odpowiedzi na pytanie, jak powstają planety takie jak nasza. Aby tego dokonać, SKA obdarzony ogromną czułością i zdolnością rozdzielczą powinien zdołać powiększyć przerwy w dyskach protoplanetarnych blisko gwiazdy centralnej (artystyczna wizja została pokazana na rys. 12), tak by zobaczyć miejsca, w których możliwe, że znajdują się formowane właśnie planety ziemiopodobne. Przykładowo na 20 GHz SKA zapewni możliwość mapowania emisji termicznej ze zdolnością rozdzielczą 0,15 AU do odległości 150 pc. W tej odległości znajduje się wiele dobrze zbadanych rejonów formowania się gwiazd. Oznacza to również,



Rys. 10. Rozkład pola magnetycznego i polaryzacji światła w M51

że nie tylko będziemy mogli odkrywać rejony formowania się planet typu ziemskiego, ale i obserwować ewolucję dysku protoplanetarnego w skalach miesięcy, a zatem dysponować „filmem” z tworzenia się planet. Obecnie wiemy, że odkrycie planet ziemiodobnych wokół gwiazd podobnych do Słońca wydaje się już tylko kwestią czasu. Przecież już dziś nikt nie wątpi, że Wszechświat jest wprost wypełniony planetami.

Jednak gdy już poruszamy tak bliksie nam tereny, nie sposób nie wspomnieć o wiecznej fascynacji ludzkości, jakim jest poszukiwanie życia we Wszechświecie. Chcemy sprawdzić, czy jesteśmy sami. Już dziś staramy się w ramach naszych technologicznych umiejętności szukać tego życia (program SETI), jednakże bez rezultatów. Ale żeby odkryć życie, wystarczy nam odebrać jeden sygnał, jeden przekaz na falach radiowych! Musimy jednak mieć techniczne możliwości usłyszenia go i skierować nasze radiowe uszy we właściwą stronę. Odkrywanie nowych planet może nam pomóc w drugim problemie, ale wciąż musimy mieć odpowiednio czułe instrumenty, które wykryją sygnały nie kierowane specjalnie do nas, ale związane ze zwykłą cywilizacyjną działalnością. I znów SKA ma dokonać tego skoku w technologii. Pozwoli on szukać sygnałów o sile zblżonej do tych emitowanych przez telewizję czy radary na naszej rodzinnej planecie,



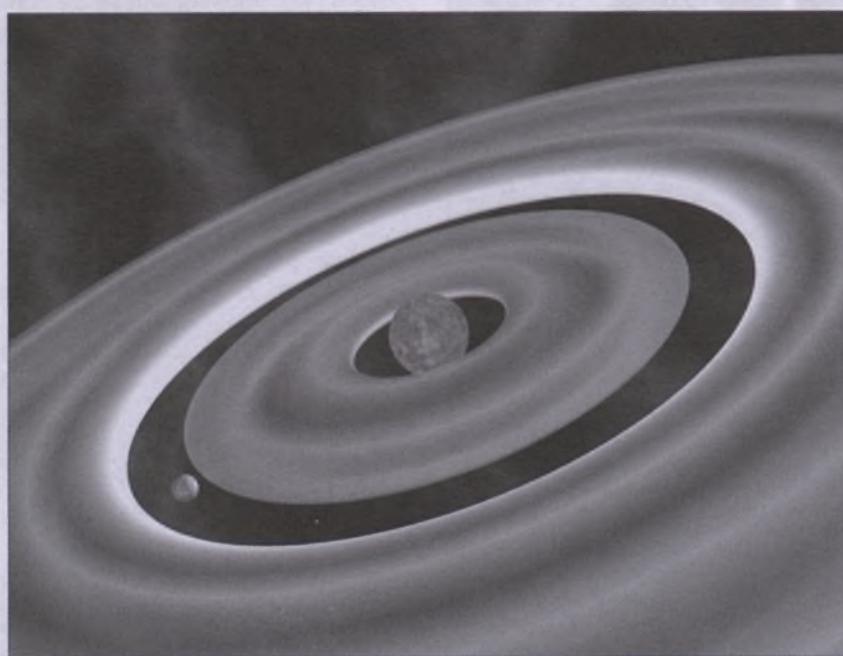
Rys. 11. Rozkład odległości od gwiazdy centralnej 178 pobliskich egzoplanet

wokół pobliskich gwiazd. Dodatkowo, SKA będzie dysponować wystarczającą zdolnością rozdzielczą i czuło-

ścią, by studiować przejścia w takich związkach, jak aminokwasy czy skomplikowane biomolekuły węglowe. A zatem sięgamy już tu do związków organicznych. Oczywiście potrzeba nam też trochę szczęścia, ale nawet największemu szczęściu trzeba jeszcze dopomóc.

f) Odkrywanie nieznanego

Pozostaje zadać sobie pytanie, czy to, co widzimy wraz z rozwijającymi się teoriami opisującymi wszystkie znane nam procesy fizyczne, pozwala nam przewidzieć już wszystko we Wszechświecie? Czy może jest to tylko kosmiczna „okładka”, a nowe odkrycia znów zaskoczą nas i drastycznie zmienią nasz obraz Wszechświata. Wszak człowiek już nieraz sądził, że większość już wie i nieraz dostawał lekcje, jak bardzo się myli. My jednak wciąż lubimy popełniać ten sam błąd, może dlatego, że lubimy być zaaktywani. Dlatego lepiej nie starać się



Rys. 12. Model dysku protoplanetarnego

przewidzieć, jakie zupełnie nowe odkrycia przyniesie przyszłość, a jedynie dla pokory spojrzeć na historię astronomii, która jest pełna takich nieoczekiwanych odkryć. Za współczesne przykłady niech posłużą odkrycia pulsarów, czarnej materii czy energii, które przecież tak diametralnie zmieniły to, co sądzimy o Wszechświecie. Także nie jesteśmy w stanie przewidzieć, co nowego odkryjemy, ale możemy przewidzieć, że z pewnością nas to zaskoczy.

Podsumowanie

SKA będzie spełnieniem wielu marzeń astronomów, jednakże na ich realizację przyjdzie nam trochę poczekać. Zanim będzie można prowadzić pierwsze obserwacje, minie minimum 6 lat i dostępne będzie jedynie 10% oczekiwanej powierzchni. Zaś na całe, w pełni operacyjne SKA będziemy oczekiwali przynajmniej 12 lat. Ale nawet te 10% powierzchni drastycznie poprawi nasze możliwości badania przeróżnego rodzaju źródeł.

Ze względu na istotne trudności przy budowie tak nowoczesnego instrumentu, jakim jest SKA, realizuje się obecnie inne projekty, które mają pomóc w znalezieniu właściwych rozwiązań technologicznych. Przykładem może być ASKAP (Australian SKA Pathfinder), radioteleskop obecnie budowany w Australii. Będzie się on składał z 45 parabolicznych anten z nowoczesnymi odbiornikami, które mają pracować jak jeden radioteleskop. To okaże się testem dla „jądra” SKA, choć teleskop sam w sobie będzie stanowił jeden z najlepszych instrumentów radiowych na świecie. Innym istotnym projektem, służącym m.in. do testowania technologii użytych później do SKA jest LOFAR (LOw Frequency ARray). Jest to instrument wciąż w fazie konstrukcji, choć pierwsze jego bazy zostały już zainstalowane. LOFAR to już pracujący radioteleskop, którego oddzielnym zadaniem jest badanie Wszechświata na niskich częstotliwościach, obecnie bardzo zaniedbanych. Zdjęcia różnego rodzaju anten są pokazane na rys. 13 (HBA tj. anteny na wyższe pasma częstotliwości, 115–240 MHz) i 14 (LBA tj. anteny na niższe pasma częstotliwości, 30–80MHz). „Jądro” LOFAR-u zostało już zbudowane



Rys. 13. Modele już pracujących anten LOFAR – HBA



Rys. 14. Model anteny LOFAR – LBA

w Holandii, a dalsze bazy powoli są rozmieszczane w różnych krajach Europy. Także Polska (w tym Toruń) ma zamiar uczestniczyć w tym projekcie i zbudować stację LOFAR-u. Co istotne, instrument ten już ma swoje pierwsze wyniki naukowe. Zatem te projekty same w sobie stanowią istotny wkład do rozwoju radioastronomii.

Wymieniono tylko główne, kluczowe dla SKA projekty naukowe, ale przecież wciąż istnieje wiele innych zakresów zainteresowań astronomii, które będą mogły być rozwijane. Zatem SKA przyczyni się do odpowiedzenia zarówno na te najbardziej fundamentalne pytania, jak choćby związane

z naturą czarnej materii czy energii, jak i na bardziej standardowe, przykładowo związane z ewolucją gwiazd czy planet. Stąd można mieć nadzieję, że te miliardy euro poświęcone na rozwój instrumentów radioastronomicznych będą dobrze wykorzystane.

Mgr Bogna Pazderska jest młodą absolwentką astronomii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, a obecnie doktorantką radioastronomii na tym Uniwersytecie

O planetoidzie krążącej wokół Ziemi

Ruchliwe sąsiedztwo Ziemi

Planetoidy zbliżające się do Ziemi (oznaczane angielskim skrótem EAs od Earth-approaching Asteroids) poruszają się po eliptycznych orbitach przebiegających wewnątrz orbity Marsa. Niektóre z nich mogą mijać Ziemię w niewielkich — jak na rozmiary Układu Słonecznego — odległościach rzędu kilku — kilkunastu milionów kilometrów. Są to odległości znacznie większe niż średni promień orbity Księżyca, 384 400 km, który często przyjmuje się za wygodną jednostkę odległości i oznacza symbolem LD (od angielskiego *lunar distance*). Okazuje się, że nawet w bezpośredniej bliskości Ziemi, w obszarze o promieniu 10 LD, średnio raz na jeden-dwa dni pojawia się niewielka planetoida. Są to okruchy skalne o rozmiarach na ogół kilkudziesięciu metrów, przemykające w pobliżu naszej planety z dużymi prędkościami względnymi kilkunastu km/s (dla porównania: prędkość Ziemi na orbicie wynosi 30 km/s).

W Internecie istnieje serwis zajmujący się zbieraniem danych o „ruchliwym sąsiedztwie Ziemi” (<http://www.hohmanntransfer.com/>), podający

codziennie bieżące informacje o „natężeniu ruchu” w pobliżu Ziemi. Z dostępnych tam statystyk wynika, że przynajmniej raz w miesiącu przelatuje koło nas planetoida w odległości mniejszej od 1 LD, a rekord należy do obiektu 2004 FU162 o średnicy ok. 5 m, który w marcu 2004 r. przeleciał na wysokości 11,5 tys. km nad powierzchnią Ziemi (jest to 1/3 wysokości, na której znajdują się satelity geostacjonarne).

Skrajnym przypadkiem w naszych rozważaniach są te małe planetoidy, które, wpadając w atmosferę ziemską, ulegają spaleniu lub — w rzadkich przypadkach — przelatują przez nią i kontynuują swój ruch orbitalny wokół Słońca. Jednym z takich obiektów był słynny bolid obserwowany w 1972 r. gołym okiem przez wielu świadków w USA i Kanadzie. Była to planetoida o średnicy kilku metrów, która przeleciała na wysokości 53 km nad powierzchnią Ziemi. Do wykrywania niewielkich planetoid wpadających w atmosferę znakomicie nadają się satelity wojskowe, które przystosowane są do detekcji wybuchów ładunków nuklearnych. Z zebranych przez nie danych wiemy, że rocznie ok. 10 planetoid



o średnicach kilku metrów kończy swój żywot w atmosferze ziemskiej. Podobny los spotkał słynny obiekt tunguski, planetoidę o średnicy ok. 60 m, która eksplodowała w 1908 r. nad syberyjską tajgą. Tak duże obiekty trafiają jednak w Ziemię znacznie rzadziej, bo raz na ok. 1000 lat.

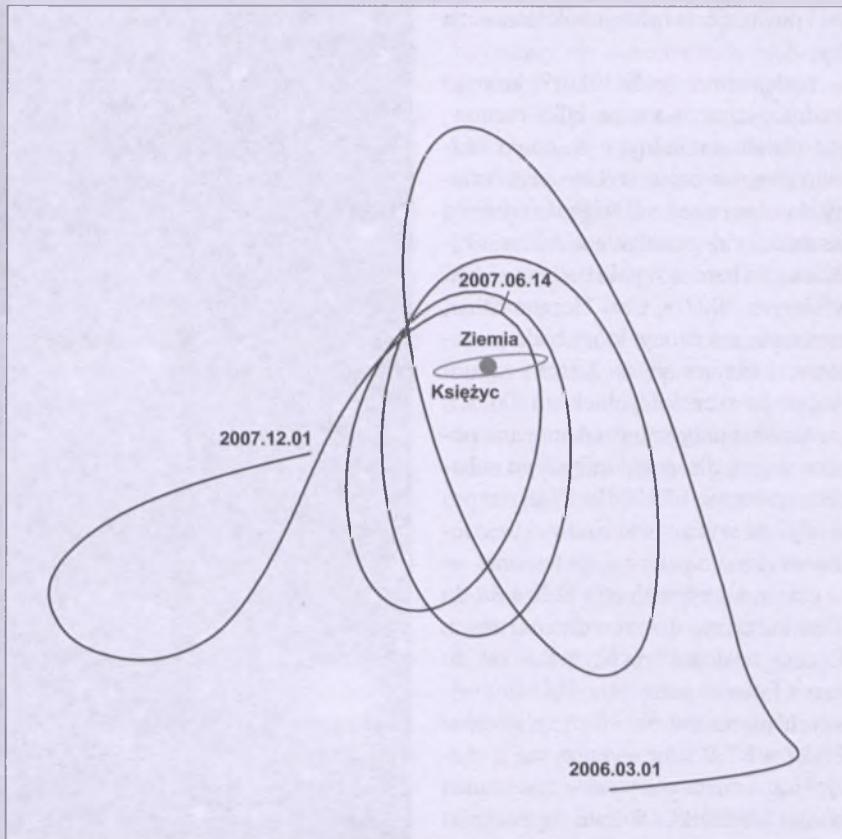
Czy planetoida może krążyć wokół Ziemi?

W Układzie Planetarnym dominuje oddziaływanie grawitacyjne Słońca. By któreś z ciał je obiegających miało własny księżyc, satelita musi je okrążać wewnątrz tzw. sfery Hilla, która dla Ziemi ma promień 1,5 mln km (ok. 4 LD). W rzeczywistości występują dodatkowe czynniki, które zawężają ten obszar i często powodują, że ciało, które wykona kilka obiegów wokół planety, po krótkim czasie opuszcza ją i wraca na orbitę okołosłoneczną. W przypadku Ziemi to właśnie ten scenariusz jest najbardziej prawdopodobny ze względu na perturbacje grawitacyjne ze strony Księżyca.

Nie każde ciało przechodzące przez sferę Hilla Ziemi może zacząć ją obiegać. Wszystkie wspomniane przez nas wcześniej obiekty przechodziły w pobliżu Ziemi ze zbyt dużymi prędkościami względnymi, by mogły zostać grawitacyjnie przechwycone. Dobrymi kandydatami na księżyc Ziemi byłyby planetoidy poruszające się po orbitach bardzo podobnych do orbity naszej planety, których względna prędkość w czasie przekraczania jej sfery Hilla byłaby mniejsza od ok. 0,5 km/s.

Do początku lat 90. istnienie takich obiektów było czysto hipotetyczne. Jednak w 1991 r. odkryto planetoidę 1991 VG, która weszła w strefę Hilla Ziemi z prędkością względną zaledwie 1,5 km/s, obiegła ją po otwartej pętli i powróciła na orbitę okołosłoneczną. Był to pierwszy przypadek obserwacji chwilowego wychwytu satelity naturalnego pochodzenia przez Ziemię.

W 2002 r. zaobserwowano kolejny obiekt, który wzbudził powszechnie zainteresowanie: J002E3. Wpadł on do sfery Hilla Ziemi z prędkością względną 0,5 km/s, obiegł ją sześć razy po bardzo chaotycznej orbicie, po czym powrócił na orbitę wokół Słońca. W czasie wyznaczania jego orbity z obserwacji okazało się, że J002E3 jest bardzo podatny na działanie ciśnienia promieniowania



Rys. 1. Orbita planetoidy 2006 RH120 w pobliżu Ziemi. Początek trajektorii znajduje się w prawym, dolnym rogu rysunku i odpowiada dacie 1 marca 2006 r., a jej koniec 1 grudnia 2007 r. Kółko pośrodku symbolizuje Ziemię (bez zachowania skali), a elipsa wokół niej orbita Księżyca

słonecznego, co czyniło go bardziej podobnym do sztucznych satelitów Ziemi niż naturalnych odłamków skalnych. Obserwacje spektroskopowe J002E3 w zakresie widzialnym wykazały, że jego widmo podobne było do uzyskanego kiedyś widma starego członu rakiety, który spędził w przestrzeni kosmicznej wiele lat. Co więcej, analogiczne obserwacje w podczerwieni pozwoliły wykryć linie absorpcyjne tlenku tytanu, będącego jednym ze składników białej farby, którą pokrywa się w NASA człony rakiet. Ostatecznym dowodem na sztuczne pochodzenie J002E3 były obliczenia, pokazujące jego przeszłe losy. Okazało się, że w 1971 r. obiekt ten również przebywał w układzie Ziemia-Księżyca i może być trzecim członem rakiety nośnej Saturn IV, którą leciała na Księżyc misja Apollo 12.

6R10DB9 czy 2006 RH120

Zawód związany z J002E3 (któzby się cieszył, wiedząc, że wykorzystuje cenny czas teleskopu na obserwacje śmieci kosmicznych?) padł cieniem na następny obiekt, który 14 września 2006 r. odkryto na odległej orbicie wokół Ziemi. Z rozprzędu zaklasyfikowa-

no go jako dalekiego sztucznego satelitę Ziemi i nadano mu typowe dla takich obiektów oznaczenia 6R10DB9. Ciekawe, że zaledwie tydzień wcześniej w tym samym obserwatorium Catalina w Arizonie odkryto podobny obiekt 6Q0B44E, również na odległej orbicie geocentrycznej. O ile jednak w ruchu orbitalnym 6Q0B44E działanie ciśnienia promieniowania słonecznego było wyraźnie widoczne, co świadczyło o jego sztucznym pochodzeniu, o tyle 6R10DB9 zdawał się na nie prawie nie reagować. W grudniu 2006 r. zaczęto podejrzewać, że tym razem na orbicie wokół Ziemi znalazło się rzeczywiście ciało naturalne, a nie śmieć kosmiczny.

Dokładniejsze obliczenia orbitalne pokazały, że już w lipcu 2006 r. 6R10DB9 wszedł w sfere Hilla Ziemi, przy czym w tym momencie jego prędkość względem naszej planety wynosiła zaledwie 0,6 km/s. Po grawitacyjnym wychwycie obiekt ten miał wykonać trzy otwarte pętle wokół Ziemi, przechodząc przez perigea 11 września 2006 r. (na odległość 2,2 LD), 3 stycznia 2007 r. (1,4 LD), 25 marca (0,9 LD) oraz 14 czerwca (0,7 LD). W lipcu 2007 r. 6R10DB9 miał opuścić sąsiedztwo Zie-

mi i powrócić na orbitę okołosłoneczną (rys. 1).

Podejrzanie, że 6R10DB9, którego średnicę oszacowano na kilka metrów, jest ciałem naturalnym, na nowo ożywiło obserwatorów. Był to obiekt trudny do obserwacji ze względu na małą jasność (która wahala się w zakresie 19–22 mag.) i bardzo szybki ruch na niebie. W lutym 2007 r. Carl Hergenrother, astronom z Arizony, który bada planetoidy zbliżające się do Ziemi i zajmował się już wcześniej obiektem J002E3, postanowił przygotować kampanię obserwacyjną dla dokładniejszego scharakteryzowania 6R10DB9. W jej ramach miały być wykonywane obserwacje fotometryczne, spektroskopowe oraz — w czasie maksymalnego zbliżenia do Ziemi w czerwcu — również radarowe. Piszący te słowa wykonywał w owym czasie fotometryczny przegląd najmniejszych planetoid na 10-m teleskopie SALT w RPA, więc wykorzystał tę okazję i już w marcu otrzymał krzywe zmian blasku 6R10DB9. Okazało się, że obiekt ten bardzo szybko rotuje wokół osi i konieczne jest stosowanie krótkich czasów ekspozycji, co przy jego niewielkiej jasności oznaczało stosowanie teleskopów o średnicach przynajmniej 4 m.

Inne obserwacje, niestety, nie poszły tak dobrze. Próby uzyskania widma przez kolegów z Arizony na 6,5-metrowym teleskopie MMT nie powiodły się z powodu złych warunków atmosferycznych, a inne instrumenty, dostępne dla nich w tym czasie, były zbyt małe. Nie



Rys. 3 Obraz z kamery CCD teleskopu SALT. Zdjęcie wykonane 16 marca 2007 r. pokazuje planetoidę 2006 RH120 (oznaczoną strzałką) na tle gwiazd. Jasność obiektu 20 mag., czas ekspozycji 7 s. Niektóre gwiazdy są wyraźnie niesferyczne: jest to spowodowane niedoskonałym funkcjonowaniem układu korekcyjnego optyki w okresie testów teleskopu

udały się także próby powtórnych obserwacji 6R10DB9 na teleskopie SALT w maju 2007 r. Gdy jednak w czerwcu 6R10DB9 zbliżył się do Ziemi na wyjątkowo niewielką odległość 0,7 LD, radary w Goldstone były już gotowe.

Wiązka wysłana w stronę obiektu z 70-metrowego radaru została odebrana przez 34-m antenę, pozwalając na bardzo dokładny pomiar odległości oraz zbadanie własności powierzchniowych obiektu (albedo i polaryzacji). Okazało się, że odpowiadają one własnościom planetoid, co utwierdziło wszystkich w przekonaniu, że tym razem obserwowano prawdziwą planetoidę krążącą wokół Ziemi. Konsekwencją tego była zmiana nazwy obiektu na 2006 RH120, która nastąpiła w lutym 2008 r.

Obserwacje 2006 RH120 na teleskopie SALT

O teleskopie SALT (rys. 2) pisano już na łamach „Uranii” (1/1999, 1/2006), tu przypomnimy pokróćce te jego cechy, które są istotne dla obserwacji poruszających się obiektów, jakimi są planetoidy. Zasadniczą częścią teleskopu jest sferyczne lustro o kształcie sześciokąta i średnicy ok. 10 m, w ognisku którego jest zawieszony na szynach wózek z instrumentami badawczymi (m.in. kamerą CCD). Główne zwierciadło składa się z 91 heksagonalnych segmentów, któ-



Rys. 2 Kopia 10-m teleskopu SALT w RPA (fotografia autora)

rych wzajemne położenie jest cały czas korygowane przez system autokolimatora. Oś główna zwierciadła jest nachylona pod stałym kątem 37° do pionu, a cały teleskop może się obracać jedynie względem osi pionowej. Skutkiem tego SALT może obserwować tylko te obiekty na niebie, których wysokość nad horyzontem jest zawarta w przedziale od 47 do 59 stopni (odpowiada to zakresowi deklinacji od -75 do 10 stopni). Przed rozpoczęciem obserwacji teleskop nastawia się na odpowiedni azymut i nieruchomoje. Gdy żądany obiekt znajdzie się w polu jego widzenia, wózek umieszczony na szynach nad głównym zwierciadłem przesuwa kamerę CCD tak, by śledziła ona ruch obiektu na niebie. Po około godzinie obserwacja kończy się, a teleskop nastawia się na kolejny obiekt. Na ogół możliwe jest dwukrotne obserwowanie danego obiektu w ciągu nocy: na wschód i na zachód od południka.

Nasze obserwacje 2006 RH120 zostały zaplanowane na marzec 2007 r., gdy jasność planetoidy wzrosła z 21 do 20 mag. Znajdowała się ona wtedy na niebie południowym i poruszała się w kierunku równika niebieskiego z prędkością ok. 15 sekund łuku na minutę. Ze względu na ograniczenia SALT-a oraz obecność Księżyca na niebie, planetoidę można było obserwować tylko w okresie od 11 do 19 marca. W tym czasie na teleskopie odbywały się prace inżynierijne, jednak ze względu na wyjątkową sytuację, na czas obserwacji były one przerywane.

Trzeba tu dodać, że obserwacje były wykonywane w sposób zdalny, za pomocą poczty elektronicznej, którą autor komunikował się z operatorem teleskopu. Po zakończeniu każdej nocy wyniki w postaci serii ramek CCD były przesypane siecią z Sutherland (gdzie znajduje się SALT) do obserwatorium w Kapsztadzie. Tam jeden z dyżurnych astronomów redukował je i wstawiał na serwer ftp, powiadamiając „zleceniodawcę” e-mailem. Ze względu na dość wolne łącza między Afryką i Europą wyniki obserwacji trafiały do Poznania po dalszych kilku godzinach. To opóźnienie między samymi obserwacjami a ich analizą utrudniało pracę, gdyż następną noc trzeba było zaplanować, nie wiedząc, co uzyskano w czasie poprzedniej.

Brak możliwości śledzenia teleskopu za obiektem niegwiazdowym powo-

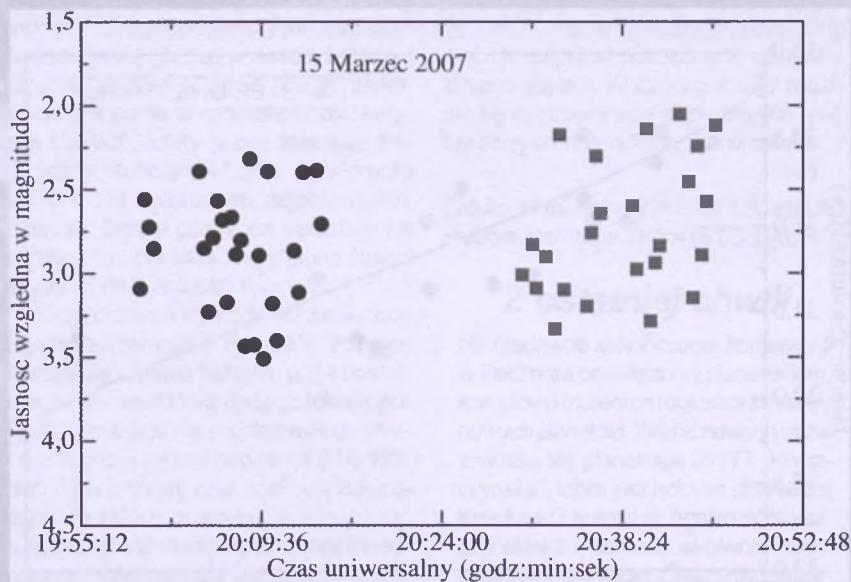
dował konieczność stosowania na tyle krótkich czasów ekspozycji, by uniknąć rozmycia obrazu. W praktyce oznaczało to naświetlanie obiektu o jasności 20 mag. w ciągu zaledwie 7 s. Już pierwsze próbne obserwacje z 11 marca pokazały, że przy tak krótkich czasach ekspozycji obrazy planetoidy uzyskiwane przez żółty filtr nie pozwalają na pomiar jej jasności z odpowiednią dokładnością. Zdecydowano się więc na obserwacje w tzw. filtre czystym (jest to po prostu przezroczysta szybka ze szkła optycznego), co niestety powodowało zaświetlenie pola widzenia kamery CCD rozproszonym światłem laserów systemu autokolimacji (rys. 3). Mimo to zysk na liczbie fotonów w pełni zrekompensował pogorszenie tła na ramkach CCD.

Po analizie testowych obserwacji z 11 marca okazało się, że dostępna efemeryda 2006 RH120 nie jest zbyt dokładna. Powodem było to, że ostatnie obserwacje astrometryczne wykonano w grudniu 2006 r. Pojawiła się pilna potrzeba poprawienia efemerydy. Na moją prośbę Paweł Kankiewicz z Instytutu Fizyki Akademii Świętokrzyskiej w Kielcach błyskawicznie zmierzył rektascensje i deklinacje planetoidy i przesłał wyniki do Centrum Małych Planet (Minor Planet Center, w skrócie MPC). To pozwoliło astronomom z MPC poprawić efemerydę 2006 RH120 w oparciu o nasze obserwacje z 11 marca.

Gdy nadeszła kolejna, pogodna noc 15 marca, byliśmy już gotowi. Przy teleskopie SALT obecna była Encarni

Romero Colmenero, która jeszcze nigdy wcześniej nie obserwowała planetoid. Trzeba więc było jej wy tłumaczyć, że nasz obiekt porusza się „naprawdę szybko” i może być jej trudno odszukać go wśród gwiazd. Wreszcie nadszedł uprawniony e-mail od Encarni z nagłówkiem: „Hurra”. Nowa efemeryda okazała się dokładna, a obiekt pojaśniał od 11 marca na tyle, że było go wyraźnie widać na ekranie komputera. W ciągu godziny udało się uzyskać prawie sto ramek CCD; nie wszystkie nadawały się do wykorzystania, gdyż planetoida poruszała się po dość gęstym polu gwiazdowym i jej obraz zlewał się często z obrazami gwiazd. Trudności te nasiąły się w czasie kolejnych nocy, gdy obiekt zbliżył się do Drogi Mlecznej.

W sumie zmiany jasności 2006 RH120 udało się uzyskać w ciągu trzech nocy: 15, 16 i 17 marca. Pomiary wymagały ręcznego ustawiania wielu apertur na setkach ramek CCD. W ich szybkim ukończeniu pomagały mi Agnieszka Kryszczynka i Magdalena Polińska z OA UAM. Przykładowa krzywa jasności z 15 marca pokazana jest na rys. 4. Widoczne dwie grupy punktów (czarne i czerwone) zostały zmierzane z innymi gwiazdami porównania, co było spowodowane szybkim ruchem obiektu na niebie: w ciągu godziny (bo przez taki mniej więcej czas SALT „widział” obiekt) planetoida przesunęła się aż o 13 minut kątowych (czyli o 1,5 średnicy pola widzenia kamery CCD). Na zdjęciu obrazy gwiazd są wyraźnie niesferyczne.



Rys. 4. Zmiany jasności planetoidy 2006 RH120 15 marca 2007 r. Czarne i czerwone symbole oznaczają pomiary, wykonane względem innych gwiazd porównania. Na wykresie łatwo dostrzec charakterystyczne, okresowe zmiany blasku, spowodowane rotacją planetoidy wokół osi.

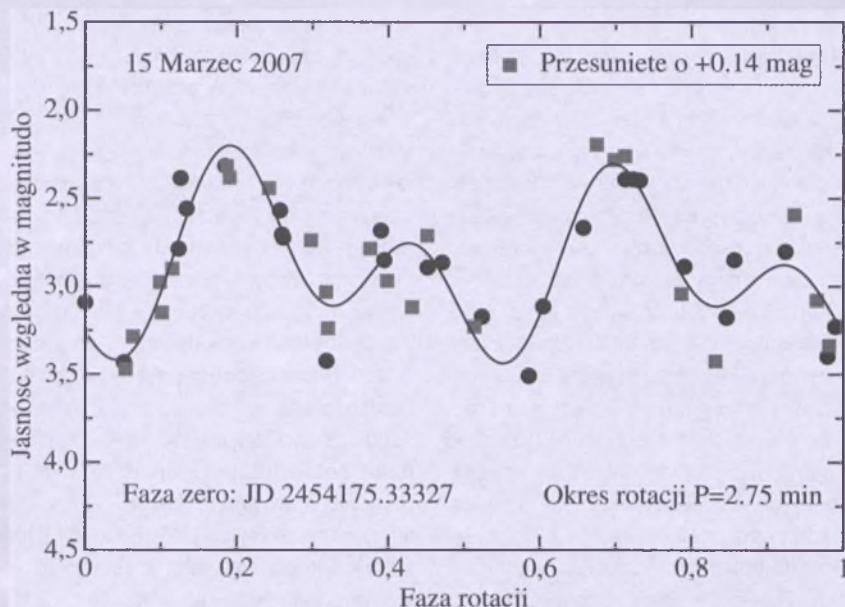
Było to spowodowane nie najlepszym systemem korekcji obrazu na teleskopie, który nie był jeszcze w pełni gotowy do rutynowych obserwacji.

Oiores rotacji i średnica

Niestety, wykres na rys. 4 nie pokazuje żadnej okresowości w zmianach blasku. Jednak rozrzuł punktów nie jest też losowy. Mimo iż same ekspozycje trwały 7 s, czas odczytu kamery wynosił aż 25 s, zatem odstęp między kolejnymi punktami na wykresie wynosi ok. 30 s. Jeśli więc przyjąć, że okres rotacji planetoidy wynosi kilka minut, wówczas złożenie częstości próbkowania z częstością badanej funkcji okresowej może dać efekt taki, jak na wykresie.

Analiza danych z rys. 4 pokazała, że zmiany blasku planetoidy można opisać szeregiem Fouriera czwartego rzędu o okresie 2,75 min. Pojawiło się też drugie rozwiązanie o okresie o połowę krótszym, jednak z pewnych względów jest ono mniej prawdopodobne. Po złożeniu punktów ze znalezionym okresem otrzymano nowy wykres (rys. 5), na którym wyraźnie widać periodyczne zmiany jasności 2006 RH120. Skomplikowany przebieg tej krzywej (maksima jasności złożone są z dwóch „garbów”) jest częściowo spowodowany dużym kątem fazowym ($\alpha = 74^\circ$), przy którym wykonano obserwacje. Podobne krzywe, uzyskane z kolejnych dwóch nocy, potwierdzają poprawność wyznaczonego okresu rotacji.

Amplituda krzywej blasku z 15 marca wynosi 1,2 mag., co oznacza, że pla-



Rys. 5. Zmiany jasności planetoidy 2006 RH120, odpowiadające rys. 4., po złożeniu wszystkich punktów z okresem 2,75 min. Widoczna jest również dopasowana krzywa, będąca harmonią Fouriera czwartego rzędu

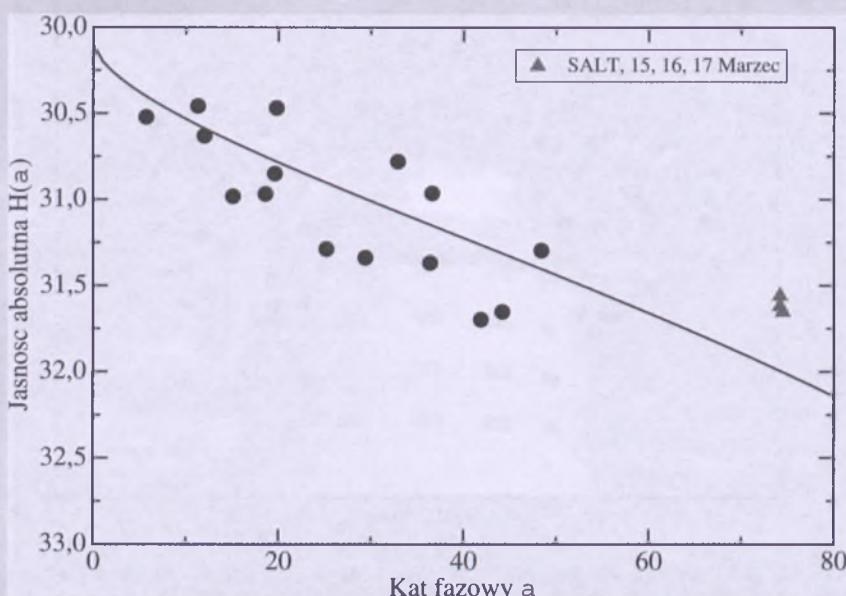
netoida charakteryzuje się znacznym wydłużeniem. Zakładając, że jej kształt w pierwszym przybliżeniu podobny jest do trójsiowej elipsoidy rotującej wokół najkrótszej osi $2c$, można stwierdzić, że stosunek pól osi a/b tej elipsoidy jest większy od 1,4. Do dokładniejszej charakterystyki jej kształtu należałoby określić położenie osi rotacji w przestrzeni, a tego nie da się zrobić na podstawie obserwacji przeprowadzonych w krótkim odstępie czasu.

Chcąc określić rozmiar planetoidy, wyznaczono jej średnią jasność dla każdej z obserwacji i zredukowano ją na odległość 1 jednostki astronomicznej od Słońca i Ziemi. Otrzymano w ten spo-

sób tzw. jasność absolutną H_α (nie mylić z jasnością absolutną gwiazd!), zależną od rozmiarów obiektu, kąta fazowego α oraz — w przypadku znacznego wydłużenia rotującej planetoidy — także od orientacji osi rotacji względem obserwatora.

Po dodaniu podobnych pomiarów, uzyskanych w innych obserwatoriach, można było sporządzić wykres jasności absolutnej od kata fazowego (rys. 6). Jak widać, trzy punkty uzyskane z obserwacji teleskopem SALT są położone tuż obok siebie, co świadczy o dokładności pomiarów. Inne punkty wykazują znacznie większy rozrzut. Nie ma w tym jednak nic dziwnego, gdyż pochodzą one z obserwacji mniejszymi teleskopami o średnicach od 0,5 do 1,5 m i ich dokładność jest znacznie mniejsza. Dopasowana krzywa przebiega ich środkiem, a punkty z SALT-a odstają od niej z powodu wspomnianej wcześniej zależności H_α od orientacji osi rotacji. Tego efektu nie udało się, niestety, usunąć z pomiarów.

Znając jasność absolutną planetoidy dla zerowego kąta fazowego $H(0)$ oraz albedo geometryczne jej powierzchni p_v można w prosty sposób wyliczyć jej efektywną średnicę, tj. średnicę kuli, która odbija tyle samo światła słonecznego, co planetoida. Na rys. 6 widzimy, że $H(0) = 30,1$ mag., zatem przy typowym dla planetoid zbliżających się do Ziemi albedo $p_v = 0,18$ otrzymamy średnicę efektywną $D = 3$ m (do wykonania tych obliczeń można posłużyć się wy-



Rys. 6. Krzywa fazowa dla planetoidy 2006 RH120. Jasność absolutna H dla kąta zero stopni wynosi $30,1 \pm 0,3$ mag.

godnym kalkulatorem na stronie <http://www.physics.sfasu.edu/astro/asteroids/sizemagnitude.html>). Jak widać, obiekt okazał się mniejszy niż teleskop, na którym go obserwowano!

Pochodzenie planetoidy 2006 RH120

Ze względu na podobieństwo orbity planetoidy do orbity Ziemi w pierwszej kolejności należy rozważyć jej pochodenie z układu Ziemia-Księżyca. Dostępne obserwacje wskazują, że nie jest to „śmieć kosmiczny” w postaci wypalonego członu rakiety nośnej. Jako ciało naturalne 2006 RH120 mógłby być odłamkiem skalnym wybitym z powierzchni Ziemi lub Księżyca w wyniku uderzenia w nie innej, znacznie większej planetoidy. Ponieważ jednak Ziemia posiada atmosferę, stawiającą duży opór szybko poruszającym się ciałom, a prędkość ucieczki z jej powierzchni wynosi aż 11,2 km/s, trudno wyobrazić sobie takie zdarzenie w jej przypadku. Znacznie bardziej prawdopodobne jest wybi-

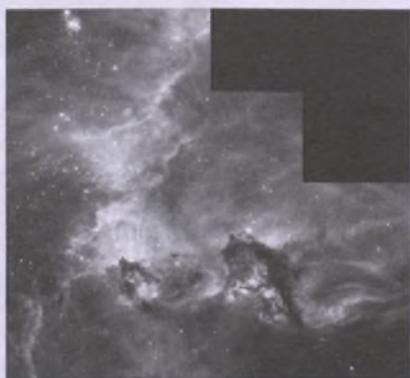
cie 2006 RH120 z powierzchni Księżyca. Obecne na nim kratery są świadkami takich uderzeń, a meteoryty księżycowe, znajdywane np. na Antarktydzie, są namacalnym dowodem na to, że niektóre odłamki uzyskują wystarczająco duże prędkości, by opuścić strefę przyiągania Księżyca.

Również prawdopodobne jest to, że 2006 RH120 należy do planetoid zbliżających się do Ziemi (EAs). Jak wspomniano na wstępie, niektóre z nich mogą trafiać na orbity bardzo zbliżone do orbity ziemskiej. Ostatnio zaczęto nawet wyróżniać podgrupę EAs o orbitach podobnych do orbity Ziemi. Należą do niej obiekty o elementach orbity spełniających warunki $0,95 < a < 1,05$ j.a., $e < 0,1$, $i < 10^\circ$. Obecnie znamy kilkaście planetoid tego typu i ciągle odkrywane są nowe. Co kilkadziesiąt lat obiekt taki przelatuje koło naszej planety, doznając wtedy niewielkich zmian orbity, które coraz bardziej zmieniają jego tor ruchu. Średni czas przebywania planetoidy na orbicie podobnej do

orbity Ziemi jest w tego powodu bardzo krótki, wynosi on zaledwie 10 tys. lat (dla porównania: na orbitach przebiegających wewnątrz orbity Marsa planetoidy przebywają średnio 10 mln lat; na orbitach w Pasie Głównym planetoidy krążą od 4,5 mld lat).

Szacuje się, że obecnie na orbitach bliskich orbicie Ziemi może znajdować się kilkaset planetoid, dlatego w najbliższych latach można oczekiwąć odkrycia wielu kolejnych obiektów z tej grupy. Być może znajdą się i takie, które podobnie jak 2006 RH120 wejdą na orbitę geocentryczną i zatoczą kilka pętli koło Ziemi. Wtedy Ziemia, przez pewien czas, znów będzie miała dwa księżyce...

Dr Tomasz Kwiatkowski jest adiunktem Obserwatorium Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu i znanym badaczem planetoid. Jego nazwisko nosi jedna z planetoid, a on przygotowuje rozprawę habilitacyjną, której tematyka dotyczy właśnie omawianych tu zagadnień



HST dokonał już 100 000 obiegów wokół Ziemi

W dniu 10 sierpnia 2008 r. o godz. 7:42 EDT teleskop kosmiczny Hubble'a zamknął swą 100000 orbitę wokół Ziemi. Pojawił się w przestrzeni okołoziemskiej przy pomocy wahadłowca Discovery 24 kwietnia 1990 r., czyli znajduje się tam trochę dłużej niż 18 lat. Okrąża Ziemię w przybliżeniu w ciągu 90 min, pędząc z prędkością ok. 8 km/s. Przebiegł więc dotychczas ok. 4,38 mld kilometrów. Zarządzający pracą teleskopu Hubble'a Instytut Nauk Teleskopu Kosmicznego (Space Telescope Science Institute) w Baltimore (USA) upamiętnił tę chwilę specjalnym zdjęciem wykonanym szerokokątną kamerą planetarną WFPC-2 tegoż teleskopu kosmicznego. Jest to

zdjęcie mgławicy leżącej w pobliżu gromady NGC 2074 w Wielkim Obłoku Magellana. Obszar ten jest istnym matecznikiem, w którym rodzą się nieustannie gwiazdy i w ten sposób przyczyniają do odmłodzenia gwiezdnej populacji w tym regionie.

Przypuszcza się, że ten aktywny obszar formowania się gwiazd jest napędzany wybuchem pobliskiej supernowej. Leży on ok. 170 000 lat świetla od nas, w pobliżu mgławicy Tarantula, która jest jednym z najaktywniejszych obszarów tworzenia się gwiazd w naszej Lokalnej Grupie Galaktyk. Zdjęcie zostało wykonane dokładnie w momencie zamknięcia 100 000 orbity przez teleskop kosmiczny Hubble'a w dniu 10 sierpnia 2008 r. Na kolorowym zdjęciu (patrz okładka) barwa czerwona wskazuje na emisję atomów siarki, na zielono świeci wodór, a na niebiesko tlen.

Odmłodzenia wymaga też zaślужony teleskop kosmiczny Hubble'a. Przygotowuje się właśnie kolejna, piąta i ostatnia, misja serwisowa do tego teleskopu. Planowana jest na październik br. Prace przygotowawcze nad misją STS 125, bo taki kryptonim ona nosi, idą tak dobrze, że NASA postanowiła przesunąć termin startu wahadłowca Atlantis z siedmioosobową załogą astronautów z 8 października na 2 października 2008 r.

Teleskop Hubble'a nie posiada żadnych silników ani paliwa. Dzięki nabytej

prędkości i grawitacji ziemskiej zachowuje swą kołową orbitę, a żyroskopy utrzymują jego wysokość nad Ziemią. Astronauci wahadłowca Atlantis dokonają końcowego przeglądu mechanicznego teleskopu, wymienią żyroskopy, baterie i czujnik dokładnego prowadzenia oraz zainstalują nowe instrumenty, aby powiększyć możliwości techniczne i zasięg teleskopu. Wśród tych instrumentów będzie nowa szerokokątna kamera WFPC3 i spektrograf (Cosmic Origins Spectrograph), który pomoże sięgnąć do najdalej położonych obiektów Wszechświata. W szczególności możliwe będą obserwacje najsłabszych i najbardziej od nas odległych kwasarów.

(aw)

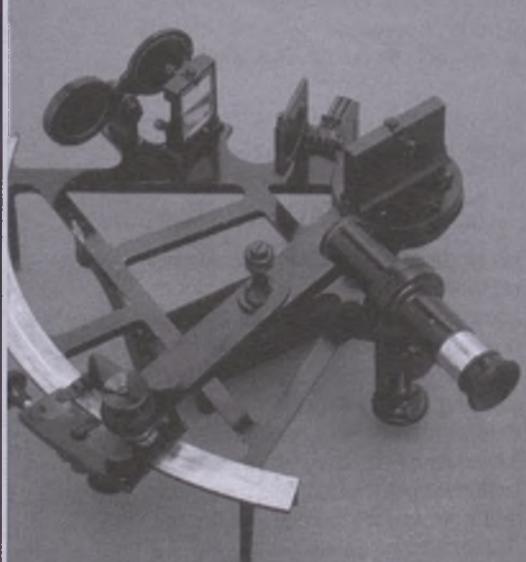
Źródło: Hubblesite, NASA, ESA, and the Hubble Heritage Team (STScI/AURA).

Z ostatniej chwili

Na niedawno zakończonej konferencji w Baltimore poświęconej planetoidom, kometom i meteorom ogłoszono nazwy nowych planetoid. Wśród nowych nazw znalazła się planetoida 21777 „Kryszczyńska”, która jest holdem dla naszej Koleżanki i Autorki dr Agnieszki Kryszczyńskiej z Poznania, aktywnie bieżącej świat planetoid. Cieszymy się bardzo z tego wyróżnienia i serdecznie Pani Doktor gratulujemy.

Redakcja „Uranii-PA”

Powstaje nowa „astronomia praktyczna”



Zdobywając w wieku XX wykształcenie astronomiczne, muśliśmy poznawać również „astronomię praktyczną”, do której należało wyznaczanie współrzędnych geograficznych oraz czasu. Też astronomii praktycznej uczyli się też z wyrafinowanymi szczegółami technicznymi wszyscy studenci uczelni geodezyjnych i morskich. Bez niej nie sposób było pracować w nawigacji, w kartografii lub w służbie czasu. Ze zdziwieniem przyjmowaliśmy wtedy historyczne informacje, że „astronomia praktyczna” nie zawsze oznaczała to samo, mianowicie w ubiegłych wiekach rozumiano pod nią badanie wpływu zjawisk niebieskich na sprawy ziemskie — astrologię. Właśnie dla aktualnych przepowiedni astrologicznych na dworach zatrudniano wówczas astronomów. Brytyjski *astronom królewski* — do dziś ważny tytuł — był kiedyś po prostu królewskim astrologiem. Ale już w wieku XIX astrologia była polem działania szarlatanów¹. O tym, że kiedyś nazywano ją astronomią praktyczną, zapomniano zupełnie.

W wieku XXI sprawy wyznaczania czasu i współrzędnych geograficznych wprawdzie nadal się opierają o astrono-

mię. Ale ten związek z astronomią utrzymuje dla potrzeb światowej nauki niewielu specjalistów. Szeregowy nawigator czy kartograf posługuje się w praktyce urządzeniem elektronicznym (GPS), na którym wprost odczytuje współrzędne miejsca. O sekstantie pewnie i coś słyszał, ale nigdy go w praktyce nie stosował. Podobnie czas odczytuje się z kwarcowego lub cezowego urządzenia fizycznego, a troskę o sekundy przestępne wynikające ze zwalniania obrotu Ziemi pozostawia się kilku działającym w świecie specjalistom. Dawna astronomia praktyczna prawie nikomu nie jest na co dzień potrzebna. Tymczasem niespostrzeżenie dla wielu pojawiły się nowe, stałe praktyczne zastosowania astronomii. Warto sobie z tego zdać sprawę.

¹ Za czasów Śniadeckiego senat Uniwersytetu Jagiellońskiego podjął uchwałę zakazującą profesorom astronomii układania horoskopów. Gdy byłem docentem tegoż uniwersytetu, miałem zamiar — dla historycznej wprawki — obliczyć horoskop urodzin i ustalić prognostyk dla jednego z moich przyjaciół. Niestety, tymczasem zostałem mianowany profesorem, więc że jestem człowiekiem praworządnym, a zwłaszcza cenię sobie prawa mojej uczelni, musiałem z tego zamiaru zrezygnować.

I tak na przykład dwóch polskich profesorów astrofizyki Eugeniusz Rybka i Jan Mergenthaler zajmowało się w latach powojennych problemem wpływu Słońca na organizm ludzki. Ten pierwszy w ostatnich latach przed śmiercią lubił się zwierzać z przeszłości. Kiedyś opowiadał mi, jak to z profesorem medycyny Julianem Aleksandrowiczem, zwerbowawszy oochotniczo studentów Uniwersytetu Jagiellońskiego, mierzyli im czasy krzepliwości krwi podczas jednego z częściowych zaćmień Słońca. Okazało się, że wyraźna zmiana tego czasu następowała w 8 minut po największej fazie zaćmienia. Opublikowali to w czasopiśmie medycznym i skomentowali naukowo, że to 8 minut opóźnienia jest właśnie czasem, w jakim promieniowanie elektromagnetyczne Słońca dociera do Ziemi. „Ale — powiedział profesor ścisłonym głosem — to głupstwo. Przecież na Słońcu w chwili zaćmienia nic się nie dzieje. Nasz wynik, mówiąc szczerze, był czysto astrologiczny, ale krępowaliśmy się do tego przyznać, bo to słowo ma bardzo złą renomę w świecie naukowym”. Oczywiście, wyraz *astrologiczny* został przez niego użyty ogólnie, jako uwzględnianie wpływów ciał niebieskich na wydarzenia ziemskie. Inni badacze podobnych wpływów czasem z konieczności przezwyciężali tego rodzaju skrępowania i, gdy czasopisma naukowe nie chciały przyjmować ich prac, mówiących o takich poprawnie stwierdzonych związkach, publikowali je nawet w czasopismach astrologicznych, dbając tylko o zachowanie wszystkich zwyczajów publikacji naukowych.

I tak pomału wykluwała się **kosmoekologia** jako dziedzina wiedzy. Kto chce, może ją uważać za całkowitą nowość. Ale można również uważać ją za astrologię odmłodzoną poprzez okrojenie jej z przesądów, uprzedzeń i szarlatanowskich chwytów, w jakie obrosła w ciągu tysiącleci. Można bowiem dać przykłady zarówno przekonań astrologicznych, które się potwierdziły w badaniach kosmoekologicznych, jak i takich, które (przynajmniej dotąd) potwierdzenia nie znalazły. Jeszcze w połowie wieku XX śmiano się na przykład z osób, które wystawiały pod rynnę naczynia na deszczówkę w czasie pełni, spodziewając się właśnie wtedy w nocy deszczu. Tymczasem proste rozważania statystyczne pokazują, że

w czasie syzygijnych przypływów (nocą pełnia!) ilość opadów rzeczywiście się zwiększa. Natomiast nie potwierdziło się przekonanie, że w czasie pełni pojawiają się stany lunatyczne. Statystyki nie wykazały zależności tych stanów od faz Księżyca. Może tylko w czasie pełni łatwiej dostrzec lunatyka chodzącego po gzymsie domu. Intrigujący jest natomiast przypadek pierścienic *Eunice viridis* żyjących w Pacyfiku, u których pewne stadium przemiany pokoleń, zwane przez rybaków *palolo*, pojawia się tylko wtedy, gdy Słońce znajduje się w znaku Skorpiona, zaś Księżyc w znaku Lwa. Słońce w znaku Skorpiona określa po prostu pewien okres jesieni — a więc nic osobliwego. Ale Księżyc w znaku Lwa? Dlaczego właśnie Lwa? To jest zupełnie niezrozumiałe i pachnie zaboboną astrologią. Ale skąd zabobony u zwierząt?

Okazuje się, że najbliższe nam ciało niebieskie, Księżyc, oprócz licznych, dość zrozumiałych wpływów między innymi na trzęsienia Ziemi i wybuchi wulkanów, co ma związek z pływami skorupy ziemskiej, mórz i atmosfery — działa również w niezrozumiały jeszcze sposób na pewne etapy rozwoju roślin w zależności od swoich faz. Nieznany jest też mechanizm zachowania niektórych zwierząt jaskiniowych, pozbawionych wzroku, które w czasie gdy Księżyc zasłania Słońce (zaćmienia) wykazują oznaki zaniepokojenia podobnie jak te widzące zwierzęta, które na powierzchni Ziemi wpadają wtedy w zrozumiałą szok wskutek nagłego zapadnięcia zmroku.

Gdy mnie pytają, co wykładam jako kosmoekologię w Wyższej Szkole Środowiska w Bydgoszczy, odpowiadam z mądrą miną, że pod tą nazwą uczę przyszłych ekologów, skąd się biorą następstwa dni i nocy i dlaczego po lecie następuje jesień. Rzeczywiście od tego zaczynam. Ale potem przechodzę do wpływów Słońca coraz mniej oczywistych niż dobroczyńne dla nas działanie pola magnetycznego w wietrze słonecznym. Bo liczba ziemskich zjawisk związanych z aktywnością słoneczną jest wprost oszałamiająca: 11-letni okres zmian poziomu wód w niektórych jeziorach, w rozmnażaniu pewnych owadów, w zapadaniu na pewne choroby, w stanach psychicznych człowieka, w urodzajach... Ten ostatni znany był zresztą już w starożytności. Odkrył go Katon

Starszy [Marcius Porcius Cato, 234–149 przed Chrystusem]. Zauważał mianowicie, że zboże jest droższe w okresach, gdy Słońce jest ciemniejsze. Droższe zboże oznacza gorsze zbiory, a więc gorsze warunki rozwoju zboża, zaś ciemniejsze Słońce — większą liczbę plam, silniejszą aktywność. Ale owo odkrycie Katona uważano w światym wieku XIX za astrologiczny przesąd, choć ją potwierdził sam William Herschel (1738–1822). Istnieją spory, czy istnieje korelacja pomiędzy wojnami i wielkimi zawirowaniami politycznymi i społecznymi a maksimami aktywności słonecznej. Można znaleźć prace potwierdzające taką korelację na wysokich poziomach ufności. O ile jednak obiektywne określenie okresów maksimów aktywności Słońca jest łatwe, o tyle usiłowania obiektywnego stwierdzenia, które wydarzenie militarne lub polityczne należy zaliczyć do ważnych, prowadzą do niekończących się dyskusji.

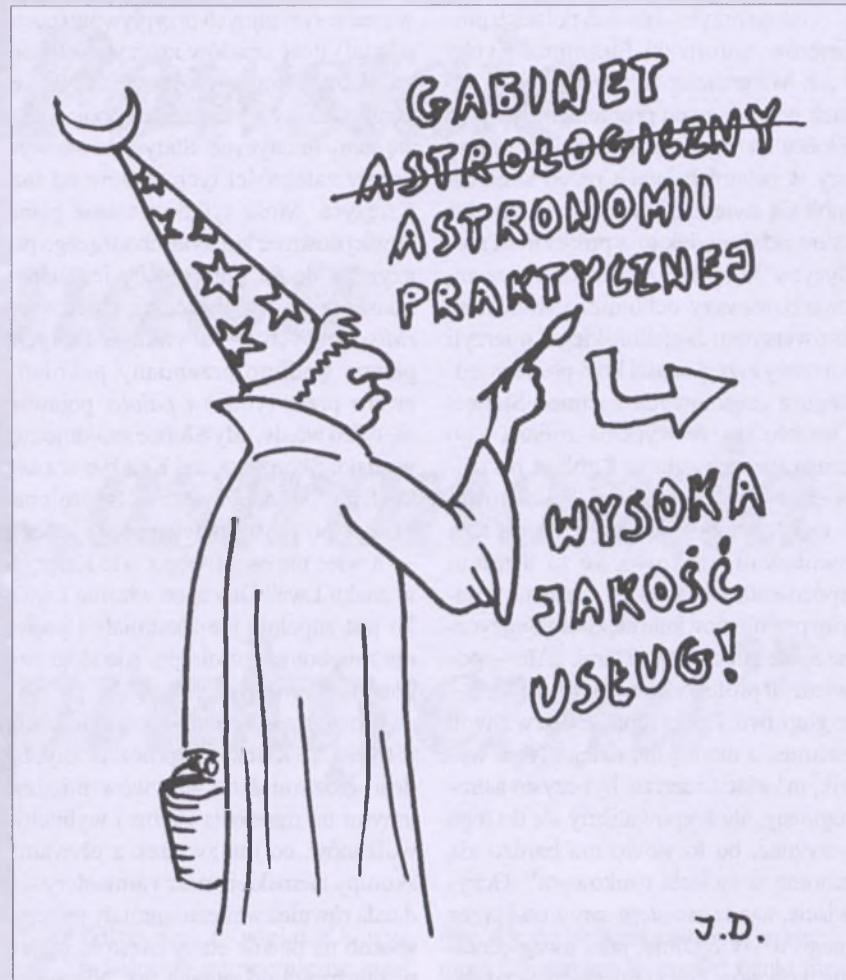
Oprócz stwierdzonych faktów i statystycznych zależności, istnieją też niesprawdzone hipotezy słoneczne. Na przykład podejrzewa się, że okresy lodołodowe mogą być wywoływanie przejściami Słońca przez okolice o większej gęstości pyłu międzygwiazdowego — to też kosmoekologia.

Jednym z pionierów wiedzy o wpływach Kosmosu na Ziemię był Aleksander L. Czyżewski (Czizewskij) (1897–1964), rosyjski heliobiolog, kandydat do Nagrody Nobla w 1938 r. Zajmował się korelacjami pomiędzy przebiegiem aktywności Słońca a szeregiem ziemskich zjawisk, począwszy od poziomu wód w wielkich jeziorach, burz i huraganów, urodzaju, epidemii, chorób układu krążenia — po zmiany elektryczności atmosfery, katastrofy komunikacyjne czy... smak wina albo wagę noworodków. Wykonał on tytaniczną pracę, śledząc w dawnych kronikach informacje np. o kleksach głodu czy epidemii na Ziemi i porównując ich występowanie z przebiegiem aktywności słonecznej. Sam termin *kosmoekologia* był już w latach siedemdziesiątych używany przez profesora Bogdana Kiełczewskiego z Poznania, a w roku 1985 pojawił się w tytule książki Sidiakina i Temurianca wydanej w Kijowie. Znanym kosmoekologiem jest profesor Honorata Korpikiewicz z Uniwersytetu Adama Mic-

kiewicza. Jej zasługą jest napisanie serii podręczników i monografii², przez co ta gałąź wiedzy stała się w Polsce łatwo dostępną dla chcących ją poznać. O ile mi wiadomo, w naszym kraju kosmoekologia samodzielnie lub w ramach innych przedmiotów jest wykładana od lat na Uniwersytecie Adama Mickiewicza w Poznaniu (na wydziale Nauk Społecznych!), na Wyższej Szkole Środowiska w Bydgoszczy i ostatnio również — w swojej części astrobiologicznej — na Uniwersytecie Szczecińskim. Większość uczelni kształcących astronomów, geofizyków, ekologów, biologów i lekarzy, oprócz nielicznych prób, nie okazała się dotąd zainteresowania.

Rozwój nowej dziedziny wiedzy wiąże się zawsze z pewnym wkładem w ogólny sposób myślenia ludzkiego, w sposób patrzenia na świat. Gdy idzie o nową dziedzinę przyrodniczą, odpowiedniego uzupełnienia wymaga filozofia przyrody. O ile kosmobiologia, jako zwarta dziedzina nauki jest mało znana, o tyle jej poszczególne zdobycze, zwłaszcza w dziedzinie biologii, docierają do świadomości społeczeństwa i już zapoczątkowały zmiany w zapatrywaniach na Wszechświat. Wynikiem tego jest na przykład poważne zainteresowanie obliczeniami dotyczącymi częstości zderzeń Ziemi z innymi ciałami niebieskimi i skutkami takich zderzeń, co发生了 w końcu XX wieku nowych rumieńców, choć sprawa znana jest przynajmniej od kilku stuleci. Dyskusja pewnych stwierdzeń i teorii, traktowanych dawniej jako abstrakcyjne (zasada antropiczna, Kosmos jako ład i piękno, rytm Wszechświata...) staje się dziś konieczna dla wyrobienia sobie poglądu na nasze miejsce w świecie, na to, że nie tylko najbliższe okolice Układu Słonecznego, ale cały Wszechświat jest związany z istnieniem Ziemi, naszego *aikosu*, naszego miejsca zamieszkania.

² Z licznych dzieł prof. Korpikiewcza wymienię tu tylko książki zawierające treści kosmoekologiczne: *Kosmiczne rytmły życia. Wstęp do kosmoekologii*. Książka i Wiedza, Warszawa 1996; *Kosmogeneza. Człowiek w Układzie Planetarnym Słońca*, I wyd. 1996, II wyd. 2000, (podręcznik dla studentów); *Koncepcja wzrostu entropii a rozwój świata*, r.3.4, s.121-138, Wyd. Naukowe UAM, Poznań 1998; *Kosmoekologia z elementami etyki holistycznej. Hipoteza Gai-Uranosa*, Prodruk, Poznań 2002; *Kosmoekologia. Obraz zjawisk*, Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań 2006.



Z jakimi trudnościami ta nowa świadomość się buduje, jak trudno jej się jest przebić przez pancerz narosłych XX-wiecznych przesądów i uprzedzeń, świadczy choćby napisana przez znamionego astronoma i ekologa prof. Zbigniewa Dworaka recenzja jednej z książek filozoficznych Honoraty Korpikiewicz, który, nie znalazłszy w książce żadnych błędów rzeczowych, wytyka jej, że mówi coś innego niż wypadało mówić w połowie XX wieku³. Tak niechętnych recenzji nie musi się obawiać zbiorowa publikacja artykułów pod redakcją profesorów Franco Ferrariego i Ewy Szuszkiewicz⁴. Zamieszczone tam przyczynki bezpiecznie unikają uogólnień, a omawiają tylko poszczególne zagadnienia. Podobnie nie muszą wchodzić w dyskusję o całości kardiolodzy kierujący się systematycznymi meldunkami o stanie Słońca, radiowcy

wykorzystujący prognozy wiatru słonecznego, astrofizicy wykrywający zmiany stałej słonecznej...

Ale nie wstydźmy się! W pewnych dziedzinach, i to zupełnie licznych, przymamy rację dawnym uczonym. Podobnie jak profesor Rybka, coraz więcej badaczy stanie wobec zjawisk astrologicznych, ale będzie to astrologia różna od średniowiecznej, a już zupełnie niepodobna do tego, co widzimy w astrologicznych kącikach różnych dzienników i czasopism, tyle że również zajmująca się wpływem Wszechświata na Ziemię. A może zamiast „astrologia”, żeby przez nazwę nie zniechęcać profanów do rzeczy, lepiej mówić: nowa *astronomia praktyczna*.

Konrad Rudnicki jest znakomitym astronomem, emerytowanym profesorem astronomii Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie i profesorem Wyższej Szkoły Środowiska w Bydgoszczy

³ T.Zbigniew Dworak „Urania” 5/2007 (73) s.238.

⁴ Ferrari F. Szuszkiewicz E. *Astrobiologia: przez pył kosmiczny do DNA* — Szczecin 2006.

Wręczenie nagrody Księdu Hellerowi

Czy Wszechświat można wyjaśnić ostatecznie? A jeśli tak, to co to ma oznaczać? Czy pytamy tutaj w klasycznym duchu o podanie najbardziej fundamentalnych przyczyn istnienia Wszechświata, czy też poszukujemy ostatecznej teorii, która wyjaśniałaby wszystkie tajniki funkcjonowania praw przyrody? O ile w pierwszym przypadku myśliciele wielokrotnie wskazywali na Boga, jako na przyczynę transcendentną, o tyle w drugim wysiłki współczesnej fizyki zmierzają ku stworzeniu teorii, jednociążącej w sobie zunifikowaną teorię oddziaływań z kwantową grawitacją. Biorąc pod uwagę fundamentalny charakter tego typu wysiłków, jasno widać, iż praktycznie nie da się w ich kontekście uniknąć zagadnień na styku nauki i wiary. Nic więc dziwnego, że najnowsza pozycja tegorocznego laureata prestiżowej Nagrody Templetona, ks. prof. dra hab. Michała Hellera, zatytułowana *Ostateczne wyjaśnienia Wszechświata*, łączy w sobie precyzyjne wnioski na bazie osiągnięć współczesnej fizyki z ich szerszym wymiarem, który naturalnie prowadzi do pytań teologicznych, takich choćby jak *stworzenie z niczego*. Na szczególną uwagę zasługuje użycie przez Autora liczby mnogiej w tytule, wskazującej na fakt, iż choć docenia on wagę pytań o ostateczny sens Wszechświata, to jednak jako wytrawny badacz i myśliciel zachowuje należną ostrożność w absolutyzowaniu jednoznacznych rozwiązań. W ten sposób zamiast fundacjonistycznej wizji uzyskujemy wszechstronną perspektywę, zanurzoną w tradycji dotychczasowych osiągnięć i otwartą na każdy nowy powiew, mogący uchylić nowy rąbek tajemnicy Wszechświata.

Nagroda Templetona, przyznawana corocznie za szczególne osiągnięcia w rozwijaniu zrozumienia relacji nauka—wiara, jest chyba najznakomitszym zwieńczeniem wieloletnich wysiłków Księda Profesora, aby te dwie dziedziny, niesłusznie postrzegane często za co najwyżej rozłączne, ukazać w świetle wzajemnych oddziaływań i owocnych inspiracji. W gronie laure-

atów nagrody znajdują się postaci o tak różnorodnym tle i aktywności jak Matka Teresa (1973 — pierwsza nagroda), Brat Roger z Taizé (1974), Chiara Lubich (założycielka ruchu Focolari, 1977), Aleksander Sołżenicyn (1983), Ian Barbour (autor znanej pozycji o relacjach między nauką i wiarą *Mity, Modele, Paradigmy*; 1999) czy też John D. Barrow (kosmolog z Cambridge University; 2006). Z perspektywy ucznia i wychowanka poczytuję sobie to za zaszczyst, iż jest mi wolno podzielić się kilkoma refleksjami, związanymi z przeżywaniem samego wręczenia nagrody, a także całej atmosfery, która towarzyszyła nam wszystkim od momentu ogłoszenia aż praktycznie do dnia dzisiejszego. Wielki prestiż Nagrody Templetona, uważanej przez niektórych za „teologicznego” Nobla, spowodował, iż regularne prace naszego zespołu badawczego zostały nieco spowolnione, ustępując miejsca przygotowaniom do ceremonii wręczenia, a także pomocy Księdu Hellerowi w sprostaniu skądinąd całkowicie zrozumiałemu naporowi mediów oraz w organizowaniu gościnnych wystąpień.

Pozostawiając refleksję z wszystkich innych, towarzyszących wydarzeń, przejdę teraz do podzielenia się moimi wrażeniami z tego, co pozostało mi w pamięci z towarzyszenia ks. Hellerowi w Londynie w dniach od 6 do 10 maja 2008 r. Spośród wielu wątków, które zasługują na poruszenie w pierwszej kolejności, pozwolę sobie zaakcentować jeden, który, choć nie merytoryczny, to jednak ukazuje znaczenie nagrody dla wszystkich Polaków, zwłaszcza iż można było odzucić pewien niezrozumiałą dystans polskich mediów wobec tak doniosłego wydarzenia. Mam tutaj na myśli zaangażowanie środowisk polonijnych Wielkiej Brytanii, które w dniu 6 maja zorganizowały uroczyste niezapomniane w Brompton Oratory w Londynie, a po nich wspaniałe przyjęcie, w czasie którego zgadnie ze zwyczajem polskiej gościnności uginały się stoły i nie zabrakło wzniósłych toastów. Największa kumulacja wrażeń przypadła jednak na dzień 7 maja 2008 r., kiedy to

miała miejsce sama ceremonia wręczenia tegorocznjej Nagrody Templetona Ks. Prof. Michałowi Hellerowi. Odbyła się ona o godzinie 11.00 w Pałacu Buckingham w Londynie a wręczającym był sam księże Filip, który w swojej alokacji ponoć wykazał maksimum angielskiego konserwatyzmu, pytając retorycznie, co ma wspólnego nauka z teologią. Piszę „ponoć”, ponieważ z oczywistych względów nie znalazłem się w gronie kilku najznakomitszych postaci, które na tę *de facto* półprywatną ceremonię zaproszono.

Miejscem popołudniowych uroczystości był *The Smoking Room* (nie wiem, czy przetłumaczenie tego jako *pokój dla palących* jest adekwatne, więc tłumaczenia nie podam) w *Cambridge and Oxford Club* przy ekskluzywnych londyńskich Alejach Pall Mall. Można było odnieść wrażenie, iż trafiło się do przystowiego pępka świata, choć to wcale nie kontynent. Tak czy inaczej, ceremonia ta w zaproszeniu zdefiniowana była jako *reception*, a nie *banquet* czy *dinner*, co bynajmniej nie suponuje uginających się stołów, ale ma stanowić okazję do spotkania towarzyskiego przy lampce wina i stosownej zakąске. W gronie zaproszonych gości znaleźli się rektorzy Papieskiej Akademii Teologicznej, Uniwersytetu Jagiellońskiego, ks. abp Józef Zyciński, przedstawiciele władz miasta Tarnowa z Prezydentem na czele, przedstawiciele władz polonijnych oraz świata nauki, a także współpracownicy, przyjaciele i rodzina laureata. Pomimo swego dość oficjalnego charakteru spotkanie odbywało się w bardzo ciepłej i życzliwej atmosferze, a do jego kulminacyjnych momentów należało między innymi przemówienie obecnego szefa Fundacji Templetona, Johna Templetona Juniora, syna założyciela Fundacji oraz ks. prof. Michała Hellerę. Choć Księdz Profesor przemawiał w języku angielskim, to jednak w jego słowie nie zabrakło tak charakterystycznych dla niego humorystycznych dygresji, które często czyni na bazie całego mnóstwa niecodziennych sytuacji, jakie go w życiu spotykają (wszystkich pragnących doświadczyć specyfiki tego uroczego

humoru zachęcam w tym miejscu do lektury w sumie nietypowej pozycji autorstwa Księcia Profesora, jaką są *Podróże z filozofią w tle*). Przyjęcie stało się również okazją do wykonania niezliczonej ilości fotografii w najróżniejszych konstelacjach gości, jednak zawsze z laureatem w centrum. Opuszczając do stojny *Smoking Club*, wszyscy pewni byli jednego: uczestniczyliśmy w wielkim wydarzeniu, podkreślającym doniosłość intelektualnego dorobku naszego Profesora, uhonorowanego dziś nagrodą o światowym znaczeniu.

Rozmach oraz ranga uroczystości wręczenia nagrody Templetona ks. Hellerowi z pewnością nieco przeszłoły wydarzenia o charakterze ściśle nauko-

wym, które, choć może adresowane do węższych kręgów odbiorców, pozwalały na podjęcie merytorycznej dyskusji wokół naukowych dociekań laureata. We wtorek 6 maja została zorganizowana sesja naukowa w *The Royal Society* (odpowiednik Polskiej Akademii Nauk, założone w 1660 r. a jego prezydentami byli m. in. Newton i Rutherford). Natomiast 9 maja, w piątek, miałem okazję towarzyszyć ks. prof. Hellerowi w wyjeździe na Uniwersytet w Oksfordzie. Tam spotkaliśmy się na herbacie z Rogerem Penrose (tej postaci chyba nie muszę nikomu przybliżać) oraz byliśmy podięci na „naukowej kolacji”. W jej ramach dyskusji poddano rozdział z angielskiej publikacji ks. Hellera *Cre-*

ative Tension (Kreatywne Napięcie), dotyczący probabilistycznej ścieśnialności Wszechświata.

Cóż więcej mogę powiedzieć? I ja tam byłem, miodu nie, ale wina trochę wypiłem, a spoza programowych i doniosłych wydarzeń najmniej wspominam ciszę benedyktyńskiego opactwa w Ealing w Londynie oraz drzemkę na trawie poniżej Królewskiego Obserwatorium w Greenwich. Wszechświat był, jest i chyba jeszcze trochę побędzie. Ale to dobrze, może się znajdzie jakieś bardziej fundamentalne jego wyjaśnienie, do którego z pewnością przybliżył nas Ksiądz Profesor Michał Heller.

Ks. dr Wojciech P. Grygiel

Jak ratował radioteleskop Lovella

Na poczatku bieżącego roku świat astronomów i astroentuzjastów Wielkiej Brytanii obiegła wieść o zagrożeniu dla wielu realizowanych tam programów naukowych. Po reorganizacji — w miejsce PPARC (Rady Badań Astronomicznych i Fizyki Cząstek) i CCLRC (Rady Centralnych Laboratoriów Naukowych) powołano STFC — Radę Przedsięwzięć Naukowo-Technologicznych. Jest to jedna z siedmiu rad naukowych w Wielkiej Brytanii, zajmująca się badaniami w zakresie fizyki jądrowej i cząstek elementarnych, astronomii i astrofizyki. Od razu w następnym roku po fuzji okazało się, że budżet STFC na badania astronomiczne i fizyczne ma zostać okrojony (w stosunku do planowanego) o, bagatela, 80 mln funtów (25%). Wydatki w roku budżetowym 2007-2008 planowano na poziomie 573,5 mln funtów, na rok 2008-2009 — 623,6 mln funtów. W dziedzinie astronomii Wielka Brytania będzie zmuszona zrezygnować z udziału w wielkich, międzynarodowych przedsięwzięciach, takich jak Obserwatorium Gemini, a nawet własne obiekty astronomiczne poniosą straty.

Oto istotniejsze z planowanych cięć: — udział w pracach Gemini South Telescope (8-metrowy teleskop w Chile, głównie wykorzystywany do przeglądu południowej półsfery) — skreślony, ale zachowano udział w pracach Gemini

North Telescope na Hawajach, jako że jest to jedyny z dużych instrumentów północnej półsfery, do którego dostęp mają brytyjscy astronomowie;

— udział w pracach La Palma Telescopes (Teleskop Williama Herschela i Brytyjski Teleskop Podczerwony) — skreślony;

— badania w zakresie heliosejsmologii oraz obserwacje w zakresie wysokiej energii promieniowania gamma, zlokalizowane głównie w Centrum Astronomiczno-Technologicznym w Edynburgu, gdzie zbudowano już wiele instrumentów należących do największych na świecie w tym zakresie obserwacji — redukcja o 50%;

— udział w pracach ESA (Europejska Agencja Kosmiczna) — ograniczony o 30%;

— Merlin Radio Interferometr — sieć radioteleskopów z Radioteleskopem Lovella w Jodrell Bank, z antenami w Cambridge, Defford, Knockin, Darnhall i Pickmere) — rozważane skreśnienie;

— udział w pracach VLT (Very Large Telescope — kwartet 8-metrowych teleskopów w Chile, wchodzących w skład ESO — Europejskiego Obserwatorium Południowego) — zachowany;

— udział w budowie ALMA (the Atacama Large Millimetre/Submillimetre Array — budowany na pustyni Ataca-

ma w Chile zespół anten mikrofalowych) — zachowany, z zaleceniem najwyższego priorytetu.

Środowisko astronomiczne podjęło szeroko zakrojoną akcję walki o zachowanie budżetu w planowanym rozmiarze. Znaczący udział wziął w niej sir Patrick Moore, autor licznych książek, między innymi dwu przetłumaczonych na język polski: *Przewodnik po gwiazdach i planetach* i *Niebo przez lornetkę*. W zeszłym roku Patrick Moore hucznie obchodził 75 urodziny, a równocześnie 50-lecie cyklicznej, comiesięcznej autorskiej audycji w TV BBC „Sky at Night”. W Wielkiej Brytanii pan Moore jest ogromnie popularny i poważany, niemalże jak w Polsce Mikołaj Kopernik, niestety, ten ostatni już dawno nie żyje.

W lokalnej tygodniówce wydawanej w Chichester sir Patrick Moore wydrukował apel do czytelników, z tekstem petycji do „minister of Science, House of Common” w sprawie obrony teleskopu Lovella w Jodrell Bank, zagrożonego (wg artykułu sir Patricka) zamknięciem w przypadku rezygnacji z kontynuacji programu sieci anten MERLIN (Multi-Element Radio Linked Interferometer Network).

Zaczerpnąłem tekst apelu sir Patricke z gazety, dodałem własne, „kulturowe” uzasadnienie i wydrukowałem z ilustracjami. W trakcie pracy nad tekstem

To the Minister of Science
House of Commons



Dear Minister,

We urge you to withdraw any threat to close the Jodrell Bank Observatory. To lose it, with the Lovell Telescope and the associated Merlin network, would be a disaster for British astronomy, and indeed for world astronomy.

You ignored the fact that the Jodrell Bank landscape with the huge Lovell antenna won the BBC online competition for UK's greatest 'Using Landmark', and to close this observatory will be a great shame not only for science, but even for British culture.

Please, do not let this happen.

Miloslav Špiewak, 35 Paversay Road, Bognor Regis, PO21 5NS



Tekst petycji wysłanej do Ministra Iana Pearsona

ustaliłem, że ani nazwa ministerstwa, ani nawet zaczątek adresu (sir Patrick nie podał adresu, na który należy wysłać petycję, podał tylko „House of Commons”) nie są prawidłowe. Myszkowanie po Internecie pozwoliło ustalić prawidłowego adresata. Zebrałem w pracy (gdzie by indziej? Pracuję po 12 godzin na dobę!) 23 podpisy.

Oto tekst petycji (przetłumaczony na język polski, rzecz jasna):

Szanowny Panie Ministrze!

Protestujemy przeciwko ograniczeniu i próbie zamknięcia Obserwatorium Jodrell Bank. Jego utrata, z teleskopem Lovella i stowarzyszoną siecią Merlin, będzie katastrofą dla brytyjskiej astronomii, a nawet dla astronomii światowej.

Ignoruje Pan fakt, że krajobraz Jodrell Bank, z olbrzymią anteną Lovella, wygrał zorganizowany przez BBC plebiscyt internetowy na najznamienitsze i najbardziej rozpoznawalne w Wielkiej Brytanii miejsce geograficzne. Zamknięcie tego obserwatorium będzie wielkim ciosem nie tylko dla nauki, ale nawet dla brytyjskiej kultury.

Proszę nie próbować tego robić!

23 podpisy

Petycja została wysłana. Po mniejs więcej dwóch miesiącach otrzymałem odpowiedź:

Miloslav Špiewak
35 Paversay Road
Bognor Regis
PO21 5NS

May 2008

Your ref: (J080504)
Our ref:

Dear Mr Spiewak,

Thank you for your recent petition to Ian Pearson MP, about the e-Merlin project being developed at Jodrell Bank Observatory. The minister receives a large amount of correspondence everyday and cannot answer all of it personally. I have been asked to reply.

I understand the concern that have been expressed about the future of Jodrell Bank given the role it has had in making the UK a world-leader in radio astronomy.

I should firstly like to say that the Government is committed to ensuring that the UK remains a world-leader in radio astronomy. The issue is how best to maintain UK leadership and competitiveness within the resources available. Jodrell Bank, which is owned by the University of Manchester, is involved in a number of radio astronomy activities. In addition to e-Merlin, its researchers are leading a consortium in Europe to design the next generation facility in radio astronomy called a Square Kilometre Array (SKA).

The e-Merlin project is the development of a UK network of seven radio telescopes run from the Jodrell Bank Observatory and funded by the Science and Technology Facilities Council (STFC) in partnership with the North West Development Agency and the University of Manchester. STFC is currently investing £2.5M per annum in e-Merlin.

Communication 2

The STFC has recently undertaken a review of all its existing programmes, using independent groups of scientists, to make sure they are delivering, or will deliver, the anticipated science output, and that they continue to represent value for money. The e-Merlin project was considered by this independent group to be a lower priority programme and some questions were raised about the progress of the e-Merlin project. The review also highlighted the need for a broad band module. The initial results of this review have been subject to consultation with the relevant scientific communities, which closed on 21 March. STFC is currently considering the response it received.

Support for e-Merlin is a matter for STFC, and no decision has yet been taken by STFC on its future level of investment. STFC has, however, made clear to the e-Merlin partners its preference for a broad band radio astronomy array that will be delivered in partnership with the University of Manchester and the North West Development Agency, in deciding how to take forward the project.

HL *LBB*

Luke Bryson
BERR MINISTERIAL CORRESPONDENCE UNIT

Dwie strony odpowiedzi na petycję

Szanowny Panie Špiewak!

Dziękuję Panu za przesyłanie petycji adresowanej do Pana Iana Pearsona, Posła, dotyczącej projektu e-Merlin, realizowanego w Obserwatorium Jodrell Bank. Minister odbiera codziennie wielką liczbę listów; nie mógł odpowiedzieć osobiście, ale poprosił, bym odpowiedział w jego imieniu.

Jak zrozumiałem — wyraża Pan niepokój o przyszłość Jodrell Bank, które uczyniło Wielką Brytanię światowym liderem radioastronomii.

Chciałbym krótko powiedzieć, że Rząd stara się zapewnić, żeby Wielka Brytania zachowała światowe przywództwo w radioastronomii. Żeby to osiągnąć, należy jak najlepiej zarządzać brytyjskim przywództwem w ramach dostępnych środków. Jodrell Bank, które należy do Uniwersytetu w Manchesterze, uczestniczy w wielu różnych przedsięwzięciach astronomicznych. Oprócz e-Merlin, jego naukowcy tworzą europejskie konsorcjum w celu zbudowania następnej generacji instalacji radioastronomicznej o matrycy kilometrowej, nazywanej SKA (Square Kilometer Array).

Projekt e-Merlin jest zbudowaną w Wielkiej Brytanii siecią siedmiu radioteleskopów, sterowaną z Obserwatorium Jodrell Bank i finansowaną przez STFC oraz przez Północno-Zachodnią Agencję Rozwoju oraz Uniwer-

sytet w Manchesterze. STFC aktualnie wydaje 2,5 mln funtów rocznie na e-Merlin.

STFC prowadzi aktualnie przegląd wszystkich finansowanych programów, korzystając z pomocy niezależnych grup naukowców, żeby upewnić się, że wszystkie obecne i przyszłe wydatki przyniosą spodziewane rezultaty naukowe, a ich kontynuacja zapewni efektywne wykorzystanie środków. Projekt e-Merlin był oceniony przez taką niezależną grupę jako projekt niższego priorytetu. Powstaje zatem pytanie o dalszy rozwój tego projektu, który jest opóźniony co najmniej o dwa lata względem harmonogramu.

Pierwsze rezultaty przeprowadzonego przeglądu były przedmiotem konsultacji ze środowiskiem naukowym, które zostały zakończone 21 marca. STFC aktualnie analizuje otrzymane opinie.

Finansowanie e-Merlin należy do STFC, które jeszcze nie podjęło decyzji o poziomie przyszłego finansowania. Dla STFC jest jasne, że projekt e-Merlin jest częścią strategii dla radioastronomii. Dyskusja z partnerami — Uniwersytetem w Manchesterze i Północno-Zachodnią Agencją Rozwoju zadecyduje o przyszłych losach projektu.

Luke Bryson
Berr Ministerial Correspondence Unit

Z powyższego wynika, że los sieci e-Merlin nie jest jeszcze przesądzony. Nie jest jasne, w jakim stopniu ew. zamknięcie sieci e-Merlin odbije się na przyszłości teleskopu Lovella. Odpowiedź ministra robi wrażenie o wiele bardziej rzeczowej niż lakoniczny tekst zaproponowanej przez sir Patricka Moore'a petycji, ale petycja podpisana przez wielu niefachowców (czytelników gazety) z natury musi być krótka i prosta.

Tak to broniłem wspaniałej, historycznej konstrukcji, o której miałem kiedyś przyjemność opowiadać koleżankom i kolegom na zebraniu Lubelskiego Oddziału PTMA

Mirosław Śpiewak



Zdjęcie autora z sir Patrickiem Moore'em, Selsey, wrzesień 2007 r.

na rozkładówce:

Całkowite zaćmienie Słońca

Drogi Profesorze Woszczyk,

Jest mi bardzo miło podzielić się z Panem rezultatami mojej wyprawy na zeszłotygodniowe całkowite zaćmienie Słońca, które miało szczęście oglądać i fotografować z Nowosybirска na Syberii razem z około 10 000 innych osób z całego świata. Były to wydarzenie, które miało wszystkie elementy greckiej tragedii. Przybyłem do Nowosybirска wczesnym rankiem w środę 30 lipca i moje obawy stosownie do pogody w tym rejonie, oparte na prognozach, się sprawdziły. Brzydka pogoda trwała aż do piątku, czyli dnia zaćmienia. Dzień przed zaćmieniem wybrałem się w długą podróż na południe, w kierunku Mongolii, gdzie pogoda była obiecująca.

Miałem szczęście. Tam niebo wyjaśniło się dwie godziny przed pierwszym kontaktem i pozostało doskonale czyste do 60 minut po zaćmieniu, aby następnie pokryć się znowu gęstymi chmurami. Ci, którzy wybrali się dalej na południe, mieli poważne problemy z urzędnikami chińskimi, którzy skonfiskowali im sprzęt i materiały, a ponadto tam po-

goda uległa pogorszeniu w czasie zaćmienia.

W załączniku przesyłam Panu następujące dwa rezultaty: pierwszy dokumentuje zaćmienie wraz z fazami częściowymi fotografowanymi co 10 minut, dwoma pierścieniami z perłami, które



zwiastują początek i koniec fazy całkowitej i, oczywiście, samą fazę całkowitą; drugi załącznik to wspaniała korona, która jest zawsze zapierającym dech w pierścieniach widokiem. Jeśli ktoś z tych obrazów zainteresuje Pana i będzie chciał mieć je Pan w większej rozdzielcości, to będę szczęśliwy i natychmiast wyśle Panu odpowiednie pliki wraz z kompletnymi danymi warunków ich uzyskania.

Inne szczegóły związane z tymi załącznikami można znaleźć pod następującymi adresami:

1. <http://www.perseus.gr/Astro-Eclipses-2008-08-01d.htm>
2. <http://www.perseus.gr/Astro-Eclipses-2008-08-01.htm>

Poszukiwałem również, na obrazach SOHO, komety przechodzącej w pobliżu Słońca, która miała być 2 stopnie od zaćmionego Słońca w kierunku południowo-zachodnim – niestety bez powodzenia. Tymczasem Wenus, jak zawsze, była łatwym doauważenia obiektem i stanowiła wraz z koroną piękny widok.

Dziękuję Panu za uwagę i śle najlepste życzenia z Grecji.

Antoni Ayiomamitis

PS Załączam tu też drugą i alternatywną wersję korony. Obraz został uzyskany przy zastosowaniu procedur typowych do obróbki obrazów kometarnych. Inne szczegóły związane z tym zdumiewającym rezultatem można znaleźć na:
<http://www.perseus.gr/Astro-Eclipses-2008-08-01c.htm>

Szanowna Redakcjo,

Przesyłam zdjęcia z całkowitego zaćmienia Słońca, jakie miałem okazję zobaczyć na Syberii w miejscowości Akademigorodok pod Nowosybirkiem. Zdjęcia wykonałem aparatem Sony A200 połączonym do teleobiektywu 500 mm.

Pozdrawiam. Artur Hojda z Zielonki

Galeria Uranii



...przesyłam zrobione przeze mnie zdjęcie częściowego zaćmienia Słońca, które miało miejsce 1.08.2008 r. Fotografia została wykonana aparatem Canon EOS 350D połączonym z MTO 100/1000 w miejscowości Roztoki Górnne w Bieszczadach. Parametry zdjęcia to 100 ISO, 1/1250 s, godz. 9:55 UT.

Pozdrawiam

Agnieszka Nowak



...załączam ciekawe zdjęcia (duchy) z dnia 1.08.2008 r — zaćmienie Słońca zrobione aparatem finepix 55600 po- przez przystonę z szybki spawalniczej Tadeusz Michalski z Rudy Śl.



W Lidzbarku Warmińskim zaćmienie widoczne było „jak na dłoni”

Jacek Drążkowski



11.07



11.22



11.50



12.44

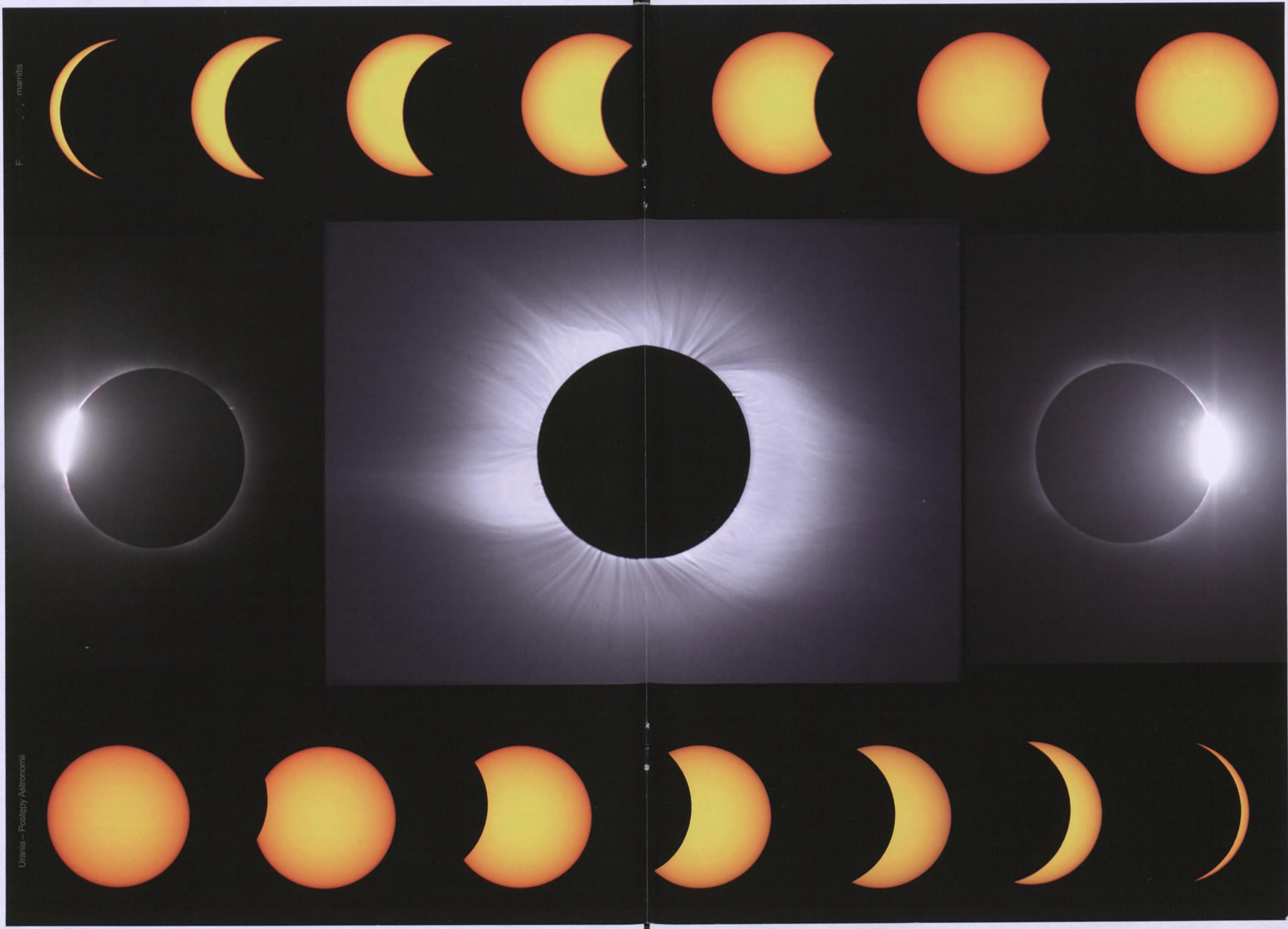


12.47

Pragnę na ręce redakcji przesyłać zdjęcia z częściowego zaćmienia Słońca z dnia 01.08.2008 r., jakie wykonałem w swoim obserwatorium im. Jana Heweliusza w Nehrybce za pomocą refrakto- ra 68/800 umieszczonego na teleskopie Newtona 350/1600.

Z poważaniem

Antoni Chrapek



Galeria Uranii

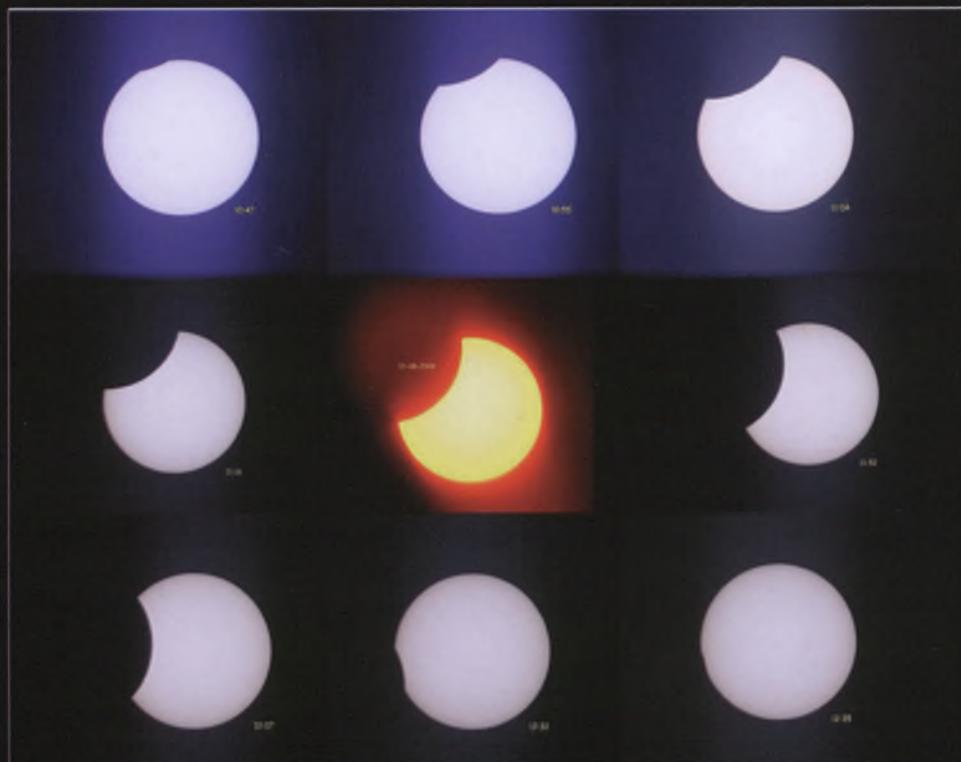
...tym razem pogoda dopisała, co zaowocowało pokaźną liczbą zdjęć zaćmienia Słońca. Przesyłam kilka z nich. Zostały wykonane w ognisku głównym teleskopu Newtona 203/900 aparatem Canon 400D przez filtr z folii mylarowej. Pozdrawiam cały zespół „Uranii” — z życzeniami czystego nieba

miłośnik astronomii — Artur Pilarczyk



Przesyłam zdjęcie z częściowego zaćmienia Słońca widzianego w Toruniu. Jeżeli ktoś nie pojechał do Nowosybirска czy Chin, to pozostało mu tylko tyle. Planowałam wykonanie sekwencji zdjęć, ale wyszło z tego jedno.

Zofia Huppenthal



Sekwencja zdjęć zaćmienia sierpiennego Księżyca wykonana przez Marcina Filipka z Jerzmanowic

Trzynaste Warsztaty Bieszczadzkie poświęcone badaniom pól elektromagnetycznych ULF/ELF na Ziemi i w przestrzeni kosmicznej

Naukowe Warsztaty dyskusyjne — zgodnie już z wieloletnią tradycją w okresie najkrótszych nocy — odbyły się w Dwerniczku na Rusinowej Połanie, w dniach 17–20 czerwca 2008 r. W tym spotkaniu aktywnie uczestniczyło 14 osób z następujących ośrodków naukowych: CBK PAN z Torunia, Instytutu Geofizyki PAN z Warszawy (Obserwatorium Magnetyczne w Świdrze), Planetarium i Obserwatorium Astronomicznego z Łodzi, Akademii Górnictwo-Hutniczej, Instytutu Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, Informatyki Stosowanej UJ i Obserwatorium Astronomicznego UJ.

Dzięki wspaniałej gościnności wielopokoleniowej Rodziny Państwa Rusinów, do dyspozycji mieliśmy nowy budynek (zwany „Archikadowią”) z salą wykładową w pełni wyposażoną w środki audiowizualne i jak zwykle, wygodny pensjonat noclegowy oraz doskonałe wyżywienie w budynku Gawry. Szczegółowy opis tego urokliwego miejsca oraz liczne zdjęcia, można znaleźć w Internecie pod adresem: www.rusinowa.pl

Ogółem w czasie trwania (nomen omen) XIII Warsztatów, wysłuchaliśmy 17 krótszych lub dłuższych wykładów, z tym, że o niekończących się dyskusjach do późnych, a jakże jasnych nocy, szerzej tu nie wspomnę; oto wykładowcy i tytuły zaprezentowanych wystąpień:

Zenon Nieckarz — Pomiary w zakresie ELF źródłem informacji o globalnej aktywności burzowej (Aktywność obszarów tropikalnych);

Andrzej Kułak — Kalibracja amplitudowa wnęki Ziemia-jonosfera i modele — cz. I;

Zenon Nieckarz — Obserwacje w zakresie ELF z trzech stacji (Horsund, Belsk, Hylaty);

Anna Odzimek — Jonosferyczny rezonans fal Alfvena nad Hylatym: symulacje i obserwacje;

Bartosz Porębski — Badanie właściwości rezonansów elektromagnetycznych niskich częstotliwości w jonosferze Ziemi z użyciem analizy falkowej;

Jerzy Kubisz — Aparatura pomiarowa w stacji „Hylaty” (Ela 6, Ela 7a, Ela 7b i Ela 8);

Zenon Nieckarz — Silne impulsy magnetyczne ELF i ich dobowa zmienność rozkładu kątowego;

Andrzej Kułak — Sto lat obserwacji pól ELF — Nicola Tesla samotny pionier badań pól ELF;

Piotr Koperski — Pulsacje magnetyczne typu Pcl obserwowane w stacji Hylaty, związane z burzą magnetyczną (21.I.2005, 17.11 UT);

Stanisław Zięba — Analiza zmienności parametrów dekompozycji widm Schumann;

Roman Schreiber — Pulsacje kilometrowego promieniowania Ziemi (AKR) na częstotliwościach magneto-sferycznych pulsacji Pcl;

Marek Kubicki — Globalna aktywność burzowa a pole elektryczne przy powierzchni Ziemi;

Andrzej Kułak — Kalibracja amplitudowa wnęki Ziemia-jonosfera, modelowanie źródeł — cz. II;

Anna Odzimek — Modelowanie ziemsiego Globalnego Atmosferycznego Układu Elektrycznego (GEC, GEAC);

Piotr Koperski — Pulsacje Pcl i fale jonowo-akustyczne;

Andrzej Kułak — Pomiar parametrów źródła przy pomocy Q-burstów;

Michał Ostrowski — Wszechświat w promieniach gamma najwyższych energii — eksperyment H.E.S.S. — najnowsze wyniki obserwacji.

Szczegółowsze informacje bądź skróty poszczególnych prezentacji znajdziecie Państwo na stronie www.oa.uj.pl

Czas przeznaczony na spotkanie, zdaniem uczestników, jak zwykle zbyt szybko dobiegł końca, zatem zgodnie doszliśmy do wniosku: do zobaczenia i usłyszenia za rok, w Roku Astronomii 2009 na już XIV Warsztatach Bieszczadzkich.

Adam Michalec



Uczestnicy Warsztatów na kładce łączącej Gawrę z Archikadowią.

Zaćmienie Słońca — Syberia 2008

U nas dość głowę podnieść, ileż to widoków! Ileż scen i obrazów z samej gry obłoków!

Adam Mickiewicz — *Pan Tadeusz*
Ks. 3, w. 634–635

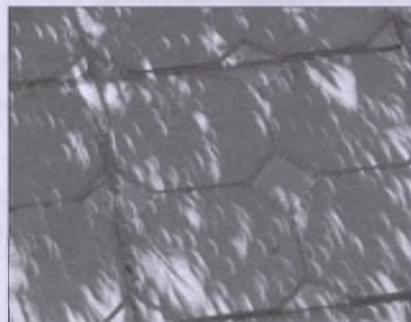
Na nasze szczęście wbrew temu, co Wieszcz głosił, tak bezchmurnego nieba w Nowosybirsku, w czasie całkowitego zaćmienia Słońca w dniu 1 sierpnia, nikt się nie spodziewał. Tym bardziej, że przewidywania stanu zachmurzenia, na podstawie wieloletnich obserwacji meteorologicznych, dawały nam tylko 48% szans na pogodę obserwacyjną. Również miejscowa prasa zapowiadała duże zachmurzenie. Na szczęście dla obserwatorów zaćmienia były to nietrafne prognozy pogody.

Jeszcze na parę ładnych miesięcy przed terminem zaćmienia przeprowadziliśmy w Niepołomicach, wspólnie z dyrektorem Młodzieżowego Obserwatorium Astronomicznego, mgr Mieczysławem Januszem Jagłą, szczegółową analizę wyboru miejsca obserwacji na Syberii, decydując się na kolejną ekspedycję zaćmieniową z udziałem uczniów i studentów, uczęszczających na zajęcia z astronomii w MOA. Wybraliśmy przelot z Warszawy, via Moskwa, do Nowosybirска i z powrotem. Wystartowaliśmy 28 lipca o godz. 19.45, a powróciliśmy do Warszawy 6 sierpnia o godz. 21. Różnica czasu między Warszawą a Nowosybirkiem wynosiła 5 godz. Korzysta-

jąc z internetowej oferty i usług dość drogiej i mało solidnej, jak się później okazało, rosyjskiej firmy turystycznej Akris, zamówiliśmy miejsca w kurorcie-hotelu Sosnowka (noclegi z wyżywieniem) od 29 lipca do 6 sierpnia, licząc się ewentualnie z możliwością zorganizowania eskapad turystycznych przed i po zaćmieniu. Ostatecznie — wobec panującego powszechnie wyobrażenia o Syberii — na starania o wizę rosyjską i wyjazd do Sosnowki zdecydowało się ostatecznie 16 osób związanych z MOA. Była to już 9 w historii MOA wyprawa tutejszej młodzieży na obserwacje całkowitego zaćmienia Słońca. W dzień zaćmienia, jeszcze przed południem, zwiedziliśmy prywatne Muzeum Słońca w Nowosybirsku, a następnie wysłuchaliśmy wykładu dr. Henryka Brancewicza na temat oczekującego nas zjawiska zaćmienia Słońca. Jednym słowem byliśmy przygotowani teoretycznie i psychicznie na wszelkie znaki na niebie i Ziemi.

Na miejsce obserwacji, już w Sosnowce, wybraliśmy nabrzeże odnogi Zalewu Obskiego. Po drugiej stronie zalewu, w odległości około 1,5 km, leży miasto Berdsk, do którego przynależy rejon naszej bazy wypadowej — kurort Sosnowka. Od centrum Nowosybirска dzieliła nas odległość około 20 km i tyleż samo od Akademgorodka, a od lotniska międzynarodowego Tolmaczewo około 40 km. Od tych obu miast odgradzały

nas bory sosnowe i rozproszone po lasach nie tylko niska zabudowa. Obok nas stanowiska obserwacyjne obrali sobie Austriacy, Kanadyjczycy, Niemcy i nieco dalej bardzo liczna grupa hiszpańska z Wysp Kanaryjskich oraz liczni mieszkańców ludzie wypoczywający w kurorcie, którzy szczególnie interesowali się naszą grupą, wyposażoną w profesjonalny sprzęt. Obok, na plaży, z której też często korzystaliśmy, wczasowicze wypoczywali, kapiąc się w zalewie, a w tym dniu wszyscy oczekiwali na moment rozpoczęcia się zaćmienia. Pierwszy kontakt nastąpił tutaj około godz. 16.42



Fot. Mieczysław Janusz Jagła

czasu lokalnego (09.42 UT), początek zaćmienia całkowitego: $17^h 44^m 02^s$, które tu trwało 2 min i 18 s, a zakończenie zaćmienia częściowego nastąpiło o $18^h 46^m 20^s$. W czasie całkowitego zaćmienia Słońce było około 30° nad horyzontem, co gwarantowało dogodne warunki obserwacyjne. W początkowej fazie, do około pół godziny od I kontaktu, intensywność oświetlenia okolicy praktycznie była niezmienna. Początkowa temperatura powietrza wynosiła 28°C , a w miarę zwiększania się procentu zakrycia tarczy Słońca przez Księżycaczła systematycznie spadać, aż do 21 stopni w ok. 10 min po całkowitym zaćmieniu. Natomiast, jeszcze przed całkowitym zaćmieniem, zrobiło się wyraźnie chłodniej — nie było to wynikiem naszych emocji — bowiem zaczął wiać wiatr od zalewu w stronę lądu i plażowicze zaczęli wkładać koszule! Ponieważ w okolicy nie było drzew liściastych, pod którymi zazwyczaj można obserwować rogale słoneczne, podziurawiliśmy ołówkiem kartkę papieru i uzyskaliśmy obrazy świecącej części

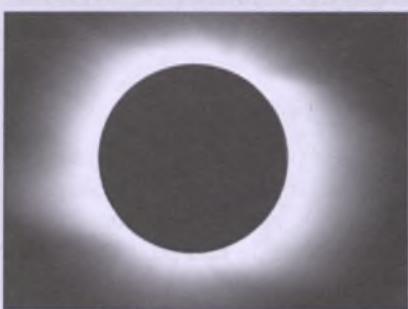


Grupa obserwatorów z MOA

Słońca. Natychmiast wokół naszej grupy zgromadził się tłum chętnych zobaczenia i sfotografowania tego efektu. Trzeba było im wyjaśnić, jak działa camera obscura. Już na dobry kwadrans przed momentem początku zaćmienia światło stawało się coraz bardziej czerwonawe, a okolicą jakby przyproszona szarym popiołem lub jednorodnie zadymiona. Efekt ten pogłębiał się w miarę zbliżania momentu całkowitego zaćmienia. Wzrastało napięcie i emocje wśród obserwatorów, szczególnie tych, którzy po raz pierwszy w życiu obserwowali to niesamowite zjawisko. Niepokój opałowały też ptaki. Nad nami pojawiły się 4 sokoły, które normalnie codziennie wieczorem wyruszały na łow, one bowiem występują tutaj dość licznie, gniazdując w lasach sosnowych. Powoli zapadał dziwny zmierzch. Zgodnie z naszymi przewidywaniami na jakieś dwie minuty przed całkowitością pojawiła się na nieboskłonie Wenus. Do brzegu zalewu zaczęły — jak zwykle wieczorem — podpływać ryby, które tu nie boją się kąpiących. I nieomal nagle zrobiło się ciemno, a zgromadzeni tu ludzie zaczęli krzyczeć z radości, klasać, słyszać było nawoływanie: — ile jeszcze, o Merkury, Wenus, Saturn, a gdzie ten Mars, o tam, znacznie niżej! Nad Berdskiem zaś, po drugiej stronie zalewu, wystrzelono ognie sztuczne, drugi brzeg ledwie widoczny, popielata ciemność. Jakże piękna korona słoneczna, znacznie bogatsza — dłuższe jasne strugi — po stronie wschodniej tarczy Słońca, ale część zachodnia niewiele tamtej ustępuje. Wyraźnie widać w strukturze korony, jak przebiega oś obrotu Słońca. Wszystko dzieje się jak w zwolnionym filmie. Jeszcze jed-



Fot. Mieczysław Janusz Jagla



Fot. Kacper Czuraj

no zdjęcie i jeszcze, i uwaga, bo zaraz pokaże się brylant i spalicie matryce. I już „smok” wypluwał powoli Słońce. Oklaski, okrzyki brawo, brawo! Widać i dało się odzucić opadające emocje zgromadzonych obserwatorów. Na wodzie zalewu w kierunku południowo-wschodnim widać było oddalający się stożek cienia Księżyca. Coś niesamowitego, wymieniamy na gorąco między sobą pierwsze wrażenia. Czy to już po wszystkim? Jakże było wspaniale!

Zrobiłem chyba perły Baily'ego, a ja prawdopodobnie przepaliłem zdjęcie — zobaczymy potem, na razie jeszcze fotografuję jezycie Księżyca co 5 minut. Takich opinii słyszać wokół co niemara. Jednym słowem, warto było tu przyjechać i żeby aż taka pogoda nam wypaliła, to niesamowite, ależ mieliśmy szczęście!

Patrzmy wokoło, wszystko powoli wraca do normy, zaczyna wiać od lądu. Z lasów zerwało się duże stado wron, które być może w czasie tych 2–3 minut zostało zaatakowane przez sokoły, po których teraz ani śladu. Jeszcze miejscowi

podchodzą do nas, patrzą, co jeszcze robimy, spoglądają przez nasze filtry na Słońce, są wyraźnie zadowoleni z tego pięknego spektaklu, którego wszyscy byliśmy świadkami, a odchodząc mówią: *da, zdję charoszyje liudi w Siberie i potomu charoszaja pogoda, dodając brawo Poliaki!* Jeszcze robimy na tle Zalewu Obskiego wspólne zdjęcie, z mocnym postanowieniem spotkania w Chinach na kolejnym, całkowitym zaćmieniu Słońca w dniu 22 lipca 2009 r. Słońce zaś powoli chyli się ku zachodowi, kryjąc się za sosnami rosnącymi na wysokim brzegu zalewu, a nam czas zwijać sprzęt i udać się na zasłużoną kolację.

Oprócz podstawowego zadania, jakim były obserwacje zaćmienia Słońca, w naszym programie były cele turystyczne: zwiedzanie Nowosybirска i okolicy, płynie statkiem po Zalewie Obskim, wyprawy do Tomska w poszukiwaniu śladów polskości i w piękne góry Ałtaj. Braliśmy udział w wycieczce do byłego — powstałego jeszcze w czasach carskich — łagru za miejscowością Iskitim. Wydobywano tam kamień na budowę Nowosybirска. Norma dzienna na każdego łagiernika wynosiła 500 kg urobku. Obok tego postlagru bije źródło zwane tu „święta woda”. Jej temperatura wynosi +4°C. Dla zdrowia należało się w tej wodzie zanurzyć z głową trzykrotnie po 3 razy. Śmiałów nie brakowało, choć nie wszyscy decydowali się na taką terapię, ale warto było przeżyć ten termiczny szok. Za opłatą mogliśmy też skorzystać z dobrzej „spa” w kurorcie Sosnowka. Na ile nam się to wszystko udało zrealizować, o tym mogą zaświadczyć liczne zdjęcia z zaćmienia Słońca i wypraw, które będzie można znaleźć w Internecie pod adresem: <http://moa.edu.pl>

Kto nie zdecydował się wyjechać z nami na Syberię, niech żałuje, ale nic straconego, bowiem w MOA już się myśli o 10 wyprawie, w światowym Roku Astronomii, na lipcowe zaćmienie Słońca do Chin. Już sprawdziliśmy: najlepsze połączenie do Pekinu czy Szanghaju wiedzie przez Nowosybirsk, gdzie personel zegnał się serdecznie z nami słowami: *prijezzajte, prijezzajte*.

Adam Michalec



Ola Kuhl z MOA filmuje zaćmienie

XII OZMA w Kawęczynku

Niebo...

Słowo to przejawia się w wielu kulturach, tekstach piosenek, pragnieniach. Kojarzone ze szczęśliwością, łagodnością, stanem wielkiej radości duszy, miejscem, z którego wyłania się wiosna, towarzyszy człowiekowi każdego dnia. I choć dla większości jest stanem naturalnym, czymś, co po prostu istnieje, to potrafi wzbudzać fascynacje i zachwyt. Fascynację wynikającą z tego, co odkryte, jak i tego, co niezbadane. I to właśnie jest piękne. Bo czym nie jest czymś pięknym światomość, że człowiek może odkrywać coś do końca swych dni i nigdy nie pozna tego w całości? I choć wielokrotnie będzie uważało, że jest blisko, to i tak zawsze pojawi się nowy sekret.

Tak, niebo skrywa wiele tajemnic i dzięki temu będzie przez setki lat interesowało jeszcze niejedno pokolenie ludzi. Tak samo jak osoby, które gościły na ostatnim zlocie miłośników nocnego nieba.

W tym roku już po raz dwunasty odbył się Ogólnopolski Zlot Miłośników Astronomii. Tym razem ponad stu miłośników nocnego nieba zebrało się w Kawęczynku, maleńkiej miejscowości położonej na przepięknym Roztoczu Zachodnim, zwanym „małymi Bieszczadami”, które kryje wiele magicznych miejsc. W dniach 20–23 sierpnia 2008 r.

organizatorzy zlotu otworzyli prawdziwy tunel astronomiczno-rozrywkowy, zapewniając moc atrakcji i najbardziej dynamiczny zlot w historii OZMY. Dzięki poprzedzającym zlot takim wydarzeniom, jak 30. rocznica lotu w Kosmos generała Hermaszewskiego, całkowite zaćmienie Słońca, częściowe zaćmienie Księżyca, uczestnicy zlotu mogli się poczuć tak, jakby byli częścią istotnych niebiańskich wydarzeń. A wszystko zaczęło się tak niewinnie w środę.

ŚRODA

Środa, powszechnie znana jako środek tygodnia, tym razem miała swoje pięć minut. Otóż była dniem, od którego wszystko się zaczęło. I choć miała charakter zdecydowanie organizacyjny, to jednak istotny, gdyż była pierwszym dniem zlotu.

Już od godziny 8 rano zapaleni miłośnicy nieba mogli się stawać na miejscu, choć oficjalne otwarcie biura zlotu nastąpiło po godzinie 17. Po otwarciu została przeprowadzona, całkiem sprawne, rejestracja uczestników oraz wydawanie koszulek złotowych, identyfikatorów, które ułatwiają komunikacje pomiędzy nieznajomymi, a także bonów obiadowych. Wieczorem, już po zmroku, mogliśmy się przywitać i oficjalnie rozpocząć zlot. Po przemówieniach organizatorów, w tym burmistrza Szczebrzeszyna (mowa tu o Szczebrzeszynie,

w którym chrząszcz brzmi w trzcinie), który niezwykle ciepło wyraził się o po myśle zlotu na Roztoczu, był niesamowicie dumny z tego, że „jego” ziemia może przyjąć ludzi ogarniętych gwiazdą pasją i życzył wielu pozytywnych emocji w trakcie oraz po, zlot zostało rozpoczęty. Niebo dało się wprawdzie zdziwić tylko przez kilkadziesiąt minut, jednak uczestnicy potrafili sobie umilić czas na rozmowach o własnych obserwacjach, sprzęcie obserwacyjnym, a co śmiało przy dźwiękach gitary i bębna śpiewali przy blasku ogniska.

CZWARTEK

Ten dzień można śmiało podzielić na dwie części. Tę meteorytową, w której uczestnicy zlotu mogli wysłuchać wykładu mgr Stanisława Jachymka, o poszukiwaniach i sposobach rozpoznawania meteorytów, a także czynnie uczestniczyć w X Pikniku Meteorytowym prowadzonym pod kierunkiem Andrzeja S. Pilskiego. Drugą część dnia wypełniła natomiast autorska prelekcja generała Miroslawa Hermaszewskiego, człowieka, który dosiągnął gwiazd i podzielił się tym doświadczeniem z nami. Generał również, po swoim odczycie, oficjalnie otworzył wystawę „Dogonić Kosmos” w MDK w Szczebrzeszynie.

Pan Stanisław Jachymek jest niesamowicie interesującą postacią, której sam wygląd wzbudza ciekawość oraz pozytywne emocje. Absolwent geografii nie potrafił odnaleźć się w wielkim mieście, gdy przyroda ma tyle do zaofrowania i opowiedzenia. Dlatego uciekł stamtąd na Roztocze i stworzył swój mały azyl. Włócząc się po łąkach i polach, obserwując świat, znalazł wiele ciekawych skamieniałości oraz pewien kamień, który leżał na skraju drożki później i w ogóle nie pasował do tamtego krajobrazu. W ten oto sposób stał się posiadaczem około 9-kilogramowego meteorytu. To zapoczątkowało jego przygodę poszukiwacza kolejnych gwiazdek z nieba.

Poza tym poeta, twórca zagrody Guciów, która zachęca do odwiedzin turystów swoim niesamowitym mikroklimatem oraz pokaźną kolekcją skałek i skamieniałości, które przybliżają świat



Pole namiotowe — miejsce obserwacji astronomicznych. Fot. Bartek Pilarski

przeszły i uczestnicy zlotu również mogli je podziwiać jak przysmakami regionalnymi tamże się posilić późnym czwartkowym wieczorem.

General Mirosław Hermaszewski, jak dotąd jedyny Polak, który odbył lot w Kosmos, którego 30. rocznica przypadła 27 czerwca 2008 r., przywiązał nas bardzo ciepło około godziny 15. Nie stroniąc od ludzi, zachęcał do zdjęć w swoim towarzystwie, uśmiechając się od ucha do ucha. Niesamowicie ciepły i miły człowiek. Po pierwszych uściaskach ozmowicze przenieśli się do sali wykładowej, w której odbyła się prelekcja gen. Hermaszewskiego. Na początku generał opowiedział, czym dla niego jest niebo, czym był lot i przedstawił film „Polak w Kosmosie”, którego sam był narratorem i który przedstawiał wydarzenia, kiedy będąc wysoko, wysoko na niebie, odczuwał, co to jest stan nieważkości i brał udział w zaplanowanych jeszcze na Ziemi eksperymentach.

Po spotkaniu i zdjęciu grupowym (prezentujemy je na II stronie okładki — przyp. red) nastąpił zwrot akcji i wszyscy, wraz z gościem honorowym, przenieśli się do Szczebrzeszyna, gdzie nastąpiło oficjalne otwarcie wystawy „Dogonić Kosmos”, którego pomysłodawcą jest Marcin Mazur z Jasła. W ten oto sposób, wraz z okolicznymi mieszkańców, mogliśmy podziwiać odkrycia Kosmosu, a także stać w wielkiej kolejce po autograf polskiego kosmonauty.

Powrót na teren zlotu nastąpił późno ze względu na wspomniane powyżej zwiedzanie XIX-wiecznej zagrody Guiciów, ale czwartek trwał jeszcze długo, długo, prawie do wschodu słońca.

PIĄTEK

Kilka godzin snu, tak żeby oczy trochę odpoczęły, by mogły podziwiać uroki świata i zlotu i można było rozpocząć piątkowy, ostatni dzień OZMY.

Po śniadaniu ozmowicze ponownie przenieśli się do Szczebrzeszyna, gdzie w murach tamtejszego Liceum odbyło się kilka prelekcji poświęconych zaćmieniu Słońca. Zarówno tego ostatniego, które można było oglądać na przykład w Nowosybirsku, jak i poprzedniego, które pan Wiesław Krajewski, prezes PTMA oddział Lublin, podziwią w Turcji, a dokładniej w Side.

Powróciliśmy również na chwilę do lotu generała Hermaszewskiego, oglądając film „Ciężar nieważkości”.

Po powrocie do Kawęczynka i posileniu się zupą fasolową odbyły się prelekcje poświęcone meteorytom. I tak pan Andrzej S. Pilski wygłosił „Detektywistyczne historie meteorytów”.

W referacie tym przedstawił kilka ciekawych historii meteorytów i ich znaczących. Z kolei pan Krzysztof Socha opowiedział o stuleciu spadku meteorytu Morasko, o swoich pasjach i ciężkiej pracy, jaką on sam wkłada, próbując znaleźć część nieba, tu, na Ziemi, dzięki którym można się dowiedzieć czegoś więcej o Kosmosie.

Na zakończenie, znany na łamach czasopisma „Urania”, pan Jacek Drążkowski w bardziej dynamiczny sposób zachęcał zgromadzonych do poszukiwań meteorytów, a także wpajania tychże zainteresowań osobom niekoniecznie pasjonującym się astronomią, a które w zupełności mogłyby się przyznać do wielkich odkryć.

Nastał wieczór, ostatni wieczór...

Niósł on również moc atrakcji. Na początek uczestnicy mogli podziwiać pokazy Zamoyskiego Bractwa Rycerskiego (pokazy walk, strzelanie z armat i pistoletów etc.). Później z pola bitwy przenieśliśmy się bliżej sceny na konkurs wiedzy astronomicznej. Zwycięzcą został Arkadiusz Przychodzień z Białej Podlaskiej, a w celu rozwijania kolejnych pasji otrzymał nagrodę gitarę. Po konkursie odbył się koncert muzyki elektronicznej Vandersona, z kosmiczną wizualizacją. I niestety nastąpił w końcu... koniec.



Uczestnicy konkursu wiedzy astronomicznej. Drugi od lewej, zwycięzca, Arkadiusz Przychodzień. Fot. Maciej Jarmoc

Po rozdaniu Grand Ozów, nagród przyznawanych rokrocznie, w tym roku dla Wojciecha Burzyńskiego z Białego-Stoku oraz Marcina Dobrowolskiego z Kołobrzegu za relację z całkowitego zaćmienia Słońca oraz po licznych podziękowaniach za pomoc w organizacji zlotu, a także jego sprawnym przebiegu, nastąpiło oficjalne pożegnanie uczestników. Na szczęście nie na zawsze, a tylko na rok.

W tym miejscu, w imieniu wszystkich uczestników, chciałbym ogromnie podziękować Monice i Andrzejowi Rzemieniak z Zamościa, którzy całe serce i wiele energii poświęcili przygotowaniu zlotu, co można było odczuć na każdym kroku, zarówno jeśli chodzi o opiekę sprawowaną nad uczestnikami, jak i atrakcje, które nie pozwoliły się nudzić, a na pewno niejednej osobie sprawiły wiele przyjemności (jak chociażby uścisk gen. Hermaszewskiego). Oby więcej takich osób!

Dziękujemy...

Danka Bukowska



Obserwacje Słońca. Fot. Maciej Jarmoc

Woda na Marsie

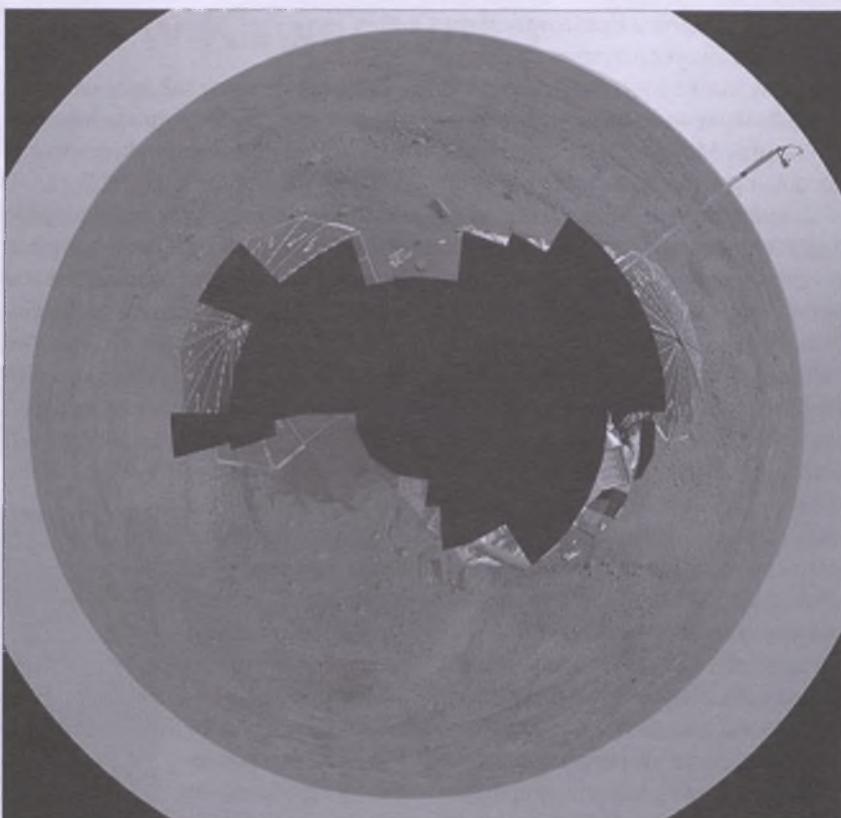
26 maja na Czerwonej Planecie wylądował Phoenix Mars Lander, a 31 lipca zidentyfikował wodę w próbce marsjańskiej gleby.

Próbka pochodziła z wykopanego rowka o głębokości około 5 cm. Gdy ramię robota dotarło na tę głębokość, uderzyło w twardą, zamazniętą glebę. Podjęto dwie próby przeniesienia materiału do analizatora, ale za każdym razem próbka przyklejała się do łyżki koparki. Przez dwa dni większość materiału była wystawiona na działanie wiatru, przez co część zawartej w niej wody wyparowała, ale za to pozostała próbka można łatwiej operować. Zaskoczeniem było takie zachowanie próbki gruntu. Warstwa bogata w lód przyklejała się do łyżki koparki, gdy ta uniesiona była w promieniach Słońca. Nie przewidywały tego żadne przeprowadzone na Ziemi symulacje dotyczące badań marsjańskich. Wcześniej koparka również pobrała próbkę gruntu, ale zanim udało się ją umieścić w analizatorze, próbka zniknęła — podejrzewano, że był to lód wodny, który sublimował i zniknął w promieniach Słońca.

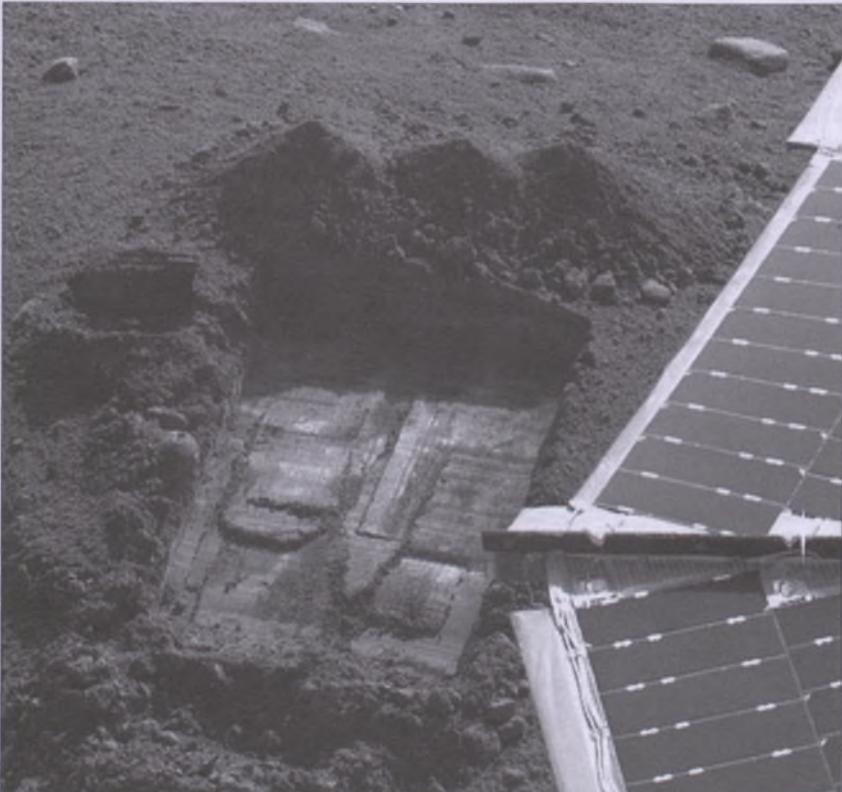
Próbka została wprowadzona do pieca, a w jej oparach urządzenia rozpoznały parę wodną. Już w 2002 r. obserwacje z krążącego od 2001 r. do dzisiaj orbitera Mars Odyssey wykazały istnienie wodoru mogącego wchodzić w skład zamazniętej wody pod powierzchnią planety. Również sonda Mars Express w 2004 r. wykryła w atmosferze Marsa ślady zamazniętej wody i metanu.

Od momentu wylądowania Phoenix badał grunt, używając pokładowego laboratorium TEGA (Thermal and Evolved-Gas Analyzer, to szereg pieców i analizatorów, które „wąchają” powstałe opary), dwóch mikroskopów, konduktometru (próbnik przewodności) oraz dwóch kamer. Jeden z instrumentów używa wiązki laserowej, aby badać pył i chmury ponad lądownikiem. Kamery wykonały ponad 400 zdjęć, tworząc pełną, kolorową panoramę terenu wokół sondy. Wydaje się, że na tym obszarze dominuje lód.

Laboratorium pokładowe MECA (Microscopy, Electrochemistry and Conductivity Analyzer) zanalizowało kolejne dwie próbki marsjańskiej gleby, stwierdzając, że składnikiem jednej z próbek gruntu może być nadchloran (sól kwasu nadchlorowego ClO_4), który jest silnym utleniaczem. Częścią laboratorium MECA jest Wet Chemistry Lab. Składa



Panorama Marsa. Obraz powstał z połączenia ponad 400 zdjęć wykonanych w ciągu kilku pierwszych tygodni po wylądowaniu Phoeniksa. Współrzędne lądownika: 68,22° szerokości północnej, 234,25° długości wschodniej. Południe na górze zdjęcia. W dolnej części widoczne ślady po pobranych próbках. Z prawej maszt meteorologiczny. Źródło: NASA/JPL-Caltech/University Arizona/Texas A&M University



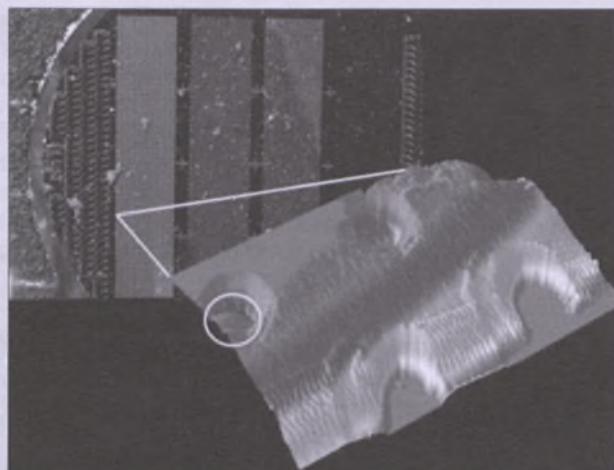
Bruzda nazwana „Snow White”. Płytki bruzdy z lewej to „Rosy Red”. Źródło: NASA/JPL-Caltech/University of Arizona/Texas A&M University

się ono z 4 pojedynczymi zlewki, w których są badane rozpuszczalne związki zawarte w gruncie. Materiał miesza się z roztworem wodnym i z kilkoma odczynnikami przywiezionymi z Ziemi. Wewnętrzna powierzchnia każdej zlewki ma 26 czujników dostarczających informacji o kwasowości, zasadowości i stężeniu składników, takich jak chlorek czy nadchloran. Zlewki mogą również wykryć stężenie magnezu, wapna i potasu, które tworzą rozpuszczalne w wodzie sole.

Do badań dwu próbek użyto Wet Chemistry Lab, a uczeni czekali na potwierdzenie tych rezultatów również z laboratorium TEGA, które pobrało próbkę bezpośrednio z nad warstwy lodu. TEGA nie potwierdziło obecności nadchloranu. Należy być pewnym, że nadchloran, który jest związkiem toksycznym, nie przyleciał wraz z Phoeniksem z Ziemi. MECA i TEGA analizują próbki niezależnie.

7 sierpnia koparka pobrała kolejną próbku z bruzdy o nazwie „Rosy Red” i skierowała ją do sita nad piecem nr 5 laboratorium TEGA. Przez sito przeszło jednak za mało materiału, by rozpocząć analizę. Z Ziemi wysłano komendę, by i następnego dnia instrument potrząsał sitem. Znowu do pieca wpadło nieco materiału i znów za mało. W końcu 9 sierpnia vibracje sita nad piecem numer 5 zapewniły go dostatecznie, by móc rozpoczęć analizę próbki.

Na początku lipca ramię robota pobrało próbkę z bruzdy „Snow White” i przeniosło ją do mikroskopu wchodzącego w skład MECA. Mikroskop składa się z mikroskopu optycznego, mikroskopu sił atomowych i koła przenoszącego próbki. 15 sierpnia mikroskop uzyskał pierwsze zdjęcia pojedynczej cząsteczki marsjańskiego pyłu. Jest to okrągła cząstka o średnicy około 1 mikrometra. Miliardy takich cząstek nadają marsjańskiemu niebu charakterystyczną różową barwę. Mikroskop sił atomowych skanuje kształt cząstek w 3 wymiarach. Potrafi ujawnić szczegóły budowy cząstek wielkości 100 nanometrów, czyli około 0,01 grubości ludzkiego włosia.



Górny, lewy obraz pochodzi z mikroskopu optycznego na pokładzie Phoeniksa. Mikroskop sił atomowych ukazał tę samą próbkę (z prawej) w 100-krotnym powiększeniu i w 3 wymiarach. Źródło: NASA/JPL-Caltech/University of Arizona/University of Neuchatel

Z różnych miejsc lądownik będzie nadal pobierał i analizował materiał. Będzie obserwować, czy pobrana próbka sublimuje czy topnieje, co wskaże na obecność soli. W miejscu pobrania materiału będzie analizowana poprzeczna i pionowa struktura gleby i lodu.

W kolejnych badaniach ramię robota będzie pobierać kolejne porcje materiału z bruzdy „Snow White”. Próbki będą trzymane w słońcu i w cieniu, by stwierdzić, czy wydłużona ekspozycja na Słońcu spowoduje, że pobrany materiał przyklei się do łyżki koparki tak, jak to miało miejsce wcześniej.

Misja miała trwać 90 dni i zakończyć się pod koniec sierpnia, ale dzięki dozychasowym rezultatom i dobrej kondycji lądownika badania przedłużono do końca września. Dalsze badania będą próbowały odpowiedzieć na pytania, czy znaleziony lód może topnieć dostatecznie, aby być użytecznym pod kątem biologii i czy istnieją na Marsie związki zawierające węgiel i inne substancje konieczne do istnienia życia.

Misje Phoeniksa prowadzą Stany Zjednoczone, a swój udział ma w niej Kanada, Szwajcaria, Dania, Niemcy i Finlandia.

(kz)

Źródło: NASA, Spaceflight now.

Pierwsze gwiazdy

Obliczenia i obserwacje wskazują, że Wszechświat powstał około 13,7 mld lat temu. Krótko po tym zaczęły powstawać pierwsze gwiazdy, których dziś nie obserwujemy, bo zakończyły już swój żywot lub są za słabe, abyśmy mogli je widzieć nawet przez najlepsze teleskopy.

Te pierwsze gwiazdy zostawiły niewiele śladów swojego istnienia. Obserwacje pośrednie sugerują, że pierwsze gwiazdy były bardzo masywne. Uczeni przeprowadzają symulacje komputerowe pochłaniające sporo czasu obliczeniowego i wymagające najlepszego sprzętu komputerowego, aby odtworzyć kolejne etapy ich powstawania. 1 sierpnia w czasopiśmie „Science” przedstawiono wyniki takich obliczeń przeprowadzonych przez dra Naoki Yoshida z Uniwersytetu Nagoya w Japonii, Kazuyuki Omukai z National Astronomical Observatory w Japonii i Larsa Hernquia z Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics w Cambridge, USA. Pokazują one dotychczas najbardziej szczegółowy obraz powstawania pierwszych gwiazd.

Wczesny Wszechświat był złożony głównie z wodoru i helu, a rządząca nim fizyka była nieco prostsza niż ta kierująca współczesnością. Według przeprowadzonych symulacji grawitacja działała na niewielkie zmiany gęstości zwykłej materii i tajemniczej „ciemnej materii”, która nie świeci i oddziałuje tylko grawitacyjnie. Tak powstawały gwiazdy we wczesnym stadium, czyli protogwiazdy. Symulacje pokazały formowanie protogwiazdy z materii o masie zaledwie 0,01 masy Słońca, która następnie może ewoluować do masywnej gwiazdy zdolnej do syntezy cięższych pierwiastków krótko po Wielkim Wybuchu, a nie dopiero w późniejszych generacjach gwiazd. Masy tych pierwszych gwiazd mogą sięgać 100 mas Słońca, a czas ich życia przewyższy milion lat.

(kz)

Źródło: Spaceflight Now, Science.



Tak mogły wyglądać wirujące obłoki wodoru i helu oświetlone promieniami pierwszych gwiazd. Gwiazda na dole to wybuchająca supernowa; wyrzuca ciężkie pierwiastki, które w przyszłości wejdą w skład kolejnych gwiazd i planet. Źródło: David A. Aguilar, CfA

Supernowa 2007sr i odległość do galaktyk Antennae

Antennae są najbliższej położonym obiektem składającym się z dwóch oddziaływujących ze sobą dyskowych galaktyk o podobnej masie. Były obserwowane we wszystkich dziedzinach promienowania elektromagnetycznego od rentgena aż do fal radiowych, a także modelowane poprzez dynamikę N-cia i symulacje hydrodynamiczne. Wyznaczenie ich odległości ma kluczowe znaczenie dla zrozumienia ich struktury i dynamiki, a także znajdujących się w nich gromad gwiazdowych, obłoków gazowych oraz źródeł promienowania X. W minionym 15-leciu ich odległość została określona na 20 Mpc, używając wiele różnych metod, m.in. systematycznej prędkości ucieczki w stosunku do Lokalnej Grupy Galaktyk. Dlatego też ze zdziwieniem zostało przyjęte ostatnie wyznaczenie znacznie krótszej odległości 13,3 ± 1,0 Mpc (Saviane et al. 2008, ApJ. 678, 179) oparte na danych z kamery ASC teleskopu Hubble'a poprzez fotometrie wierzchołka gałęzi olbrzymów (TRGB).

W połowie grudnia 2007 r. w gałęzi południowej jednej z tych galaktyk (rys. 1) wybuchła supernowa typu Ia oznaczona jako SN2007sr. Jej obserwacje daly więc dodatkowy impuls do krytyki najbliższej odległości galaktyk Antennae, ponieważ supernowe typu Ia służą jako mierniki odległości ze względu na stałość ich

emisji promieniowania w maksimum blasku określone na ±0,15 mag. Pracując w grupie supernowych w Obserwatorium Las Campanas, miałem możliwość przyczynienia się do fotometrii SN2007sr tak w części optycznej, jak i bliskiej podczerwieni, głównie przy pomocy 1-m teleskopu Swope'a. Supernowa została odkryta w kilka dni po jej wybuchu, więc do wyznaczenia momentu maksimum jej blasku należało ekstrapolować krzywe

nych odległościach nasza grupa na nowo przeanalizowała dane z teleskopu Hubble'a na podstawie fotometrii około 30 000 obiektów gwiazdowych jaśniejszych niż I ~ 28,0 mag. Ta analiza wykazała, że Saviane et al. (2008) błędnie zidentyfikowali wierzchołek gałęzi olbrzymów, myląc go z wierzchołkiem rozkładu młodych gwiazd.

Wojciech Krzeminski

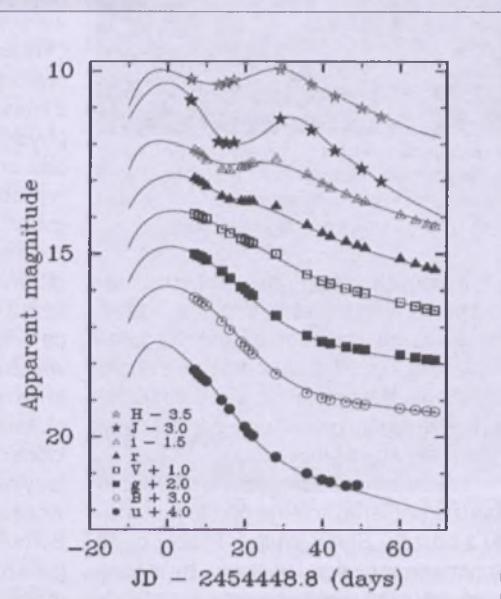
Instytut Carnegie
Obserwatorium Las Campanas,
Chile

Rosetta spotyka się z planetoidą

Stacja kosmiczna Rosetta, której celem jest spotkanie z kometą 67/P Churyumov-Gerasimenko i przywiezienie na Ziemię próbki materii kometarnej, po drodze spotka się z planetoidą (2867) Steins. Spotkanie nastąpi w dniu 5 września 2008 r. o godz. 2^h 58^m naszego czasu. W czasie najbliższego zbliżenia, stacja przejdzie w odległości 800 km od powierzchni planetoidy. Nieścety, w tym czasie stacja nie będzie miała łączności z Ziemią. Nazemne stacje obserwacyjne nawiążą z nią kontakt, sprawdzą jej pozycję i przejmą uzyskane przez nią obserwacje dopiero ok. 1,5 godz. po najbliższym zbliżeniu obu obiektów. Publiczna prezentacja rezultatów obserwacji nastąpi w południe, następnego dnia po tym kosmicznym spotkaniu.

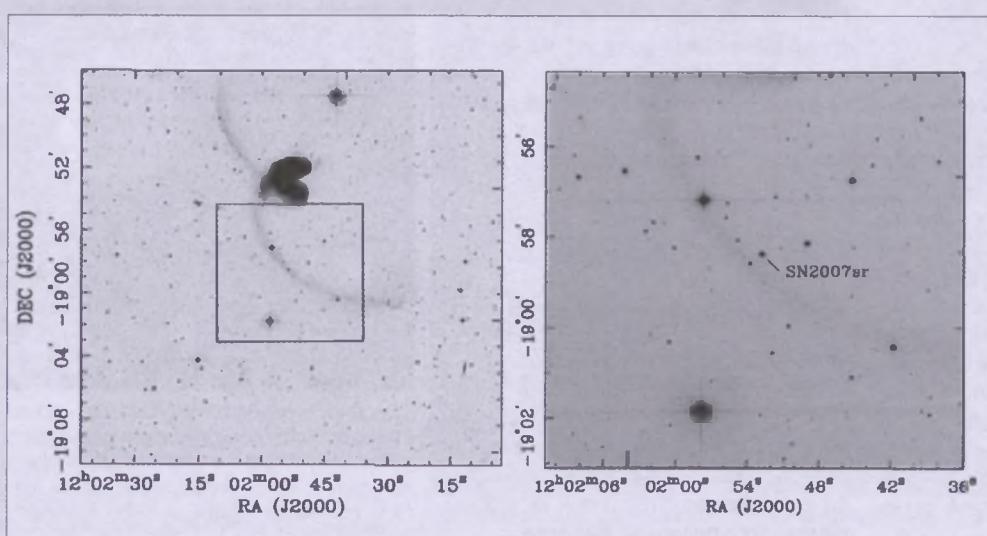
Badanie planetoid jest bardzo ważne dla poznania historii i natury ciał Układu Słonecznego. Stanowią one bowiem próbki materii tego układu znajdującą się w różnym stadium ewolucji i pomagają zrozumieć pochodzenie naszej planety oraz naszego planetarnego sąsiedztwa. Stąd dysponenci różnych międzyplanetarnych misji kosmicznych starają się wykorzystać okazję przelotu stacji w pobliżu planetoidy by uzyskać przynajmniej jej obrazy z dużą rozdzielczością. Tak było np. ze stacją Galileo w drodze do Jowisza, która dostarczyła nam pierwszych takich zdjęć. Stacja Rosetta spotka się jeszcze z planetoidą (21) Lutetia. Nastąpi to w dniu 10 czerwca 2010 r.

(aw)



uzyskane dla typowych SN Ia, które obserwaliśmy w minionych paru latach kilkadesiąt. Krzywe blasku (rys. 2) zostały poprawione na ekstynkcje zarówno w Galaktyce, jak i w galaktykach Antennae. Analizując dane optyczne i podczerwone, uzyskaliśmy odległość do SN07sr wynoszącą 22,3 ± 2,8 Mpc.

Aby wyjaśnić źródło różnic w uzyska-



Wspomnienie o red. Zbigniewie Przyrowskim (1921–2008)

Redaktora Naczelnego „Młodego Technika”, Zbigniewa Przyrowskiego, poznalem dokładnie 40 lat temu, kiedy na łamach tego czasopisma popularnonaukowego opublikowałem pierwsze — napisane wspólnie z Romanem Danakiem — opowiadanie *SF* zatytułowane *Temida* („MT”, nr 8/1968). Od tej pory datuje się nasza znajomość, która z biegiem lat przerodziła się w przyjaźń. Ostatnio jednak kontaktowaliśmy się już tylko telefonicznie.

Zbigniew Przyrowski urodził się 29 lipca 1921 r. w Rogoźnie (Wielkopolska). Ukończył Liceum Nauk Przyrodniczych im. Zygmunta Augusta w Wilnie. Podczas II wojny światowej był żołnierzem Obwodu Wileńskiego AK. W latach 1946–1950 studiował na Wydziale Humanistycznym Uniwersytetu Warszawskiego.

Zbigniew Przyrowski, dziennikarz, członek ZAiKS oraz SDP, założył właśnie czasopismo „Młody Technik” w 1950 r. — najpierw jako przekształcony z „Młodego Zawodowca” dwutygodnik, a od 1953 r. miesięcznik — będąc jego redaktorem naczelnym przez 31 lat. Był to bowiem Człowiek ogromnej wiedzy oraz wielkiej kultury osobistej. Kształtował zatem profil naukowo-techniczny czasopisma, dbał o popularyzację szeroko pojętej wiedzy technicznej, a razem o fachowość i rzetelność w jej przekazywaniu.

Starsze pokolenie pamięta pierwsze zeszyty dużego formatu, które od razu zyskały sobie popularność, i nie tylko wśród młodzieży. Kupowałem to czasopismo popularyzujące technikę i naukę już w latach 50. i z pietyzmem przechowuję te dawne egzemplarze. Na przełomie lat 50. i 60. ubiegłego wieku „Młody Technik” zmienił format z dużego na mały. Ponowna zmiana, na nieco większy format, nastąpiła na początku lat 70.

Oprócz artykułów popularyzujących technikę i naukę występowały stałe rubryki — najpierw trzy: „Ze świata fizyki” (nazwa ulegała zmianie, np. „Prawa fizyki”, „Katedra fizyki” itp.), „Chemia na co dzień” i „Rozmaitości matematyczne”. W 1962 r. pojawiła czwarta — „Niebo nad głową” (potem „Astronomia dla wszystkich”; co prawda nie w każdym

numerze), chociaż artykuły poświęcone astronomii (i astronauptyce) pojawiały się również wcześniej. Przez wiele lat teksty do tej rubryki pisał Sławomir Ruciński, obecnie profesor astrofizyki na Uniwersytecie w Toronto, potem i inni astronomowie: Marek Stanucha, Marek T. Szczępański, a także piszący te wspomnienia. Obecnie regularnie o astronomii pisze do „MT” Stanisław Bajtlik.

Nim zacząłem pisać do „Młodego Technika” teksty o zjawiskach i obiektach na niebie, opublikowałem najpierw *strictae astronomiczne* opowiadanie *SF* pt. *Zapis z planety Lhaara* („MT”, nr 6/1969, pod pseudonimem Zbigniew Skawski).

W nawiązaniu do powyższego tematu wypada przypomnieć, iż poczynając od tzw. odwilży w 1956 r., red. Przyrowski zaczął zamieszczać w „Młodym Techniku” również opowiadania fantastycznonaukowe (*hard science fiction*). Znajdziemy tam pierwodruki twórczości Stanisława Lema, np. opowiadania z cyklu „Pilot Pirx” oraz utwory innych, dobrze później znanych autorów: Andrzeja Trepki, Janusza Zajdla, Konrada Fiałkowskiego, Rafała A. Ziembiewicza, Wiktorii Żwikiewicza, lecz nie tylko ich. Sam (lub wspólnie z Romanem Danakiem) opublikowałem na łamach „Młodego Technika” kilkanaście opowiadań, z których *Planeta Grozy* została przez czytelników „MT” uznana za najlepsze opowiadanie w 1980 r. Wszystko to — publikacje opowiadani i tekstów astronomicznych — zawdzięczam wielkiej życzliwości red. Zbigniewa Przyrowskiego.

Często także publikował w „Młodym Techniku” artykuły prof. Ryszard Tadeuszewicz, JM Rektor Akademii Górnictwa i Hutniczej na przełomie XX i XXI wieku.

Artykuły o treści astronomicznej zacząłem drukować w „MT” od 1974 r. i publikuję je do dziś. Również inni astronomowie (np. Jan Gadomski, Krzysztof Ziołkowski, Andrzej Marks), oprócz wcześniej wymienionych, pisywali teksty astronomiczne oraz astronauptyczne do tego czasopisma naukowo-technicznego.

Zbigniew Przyrowski był nie tylko długoletnim redaktorem naczelnym „Młodego Technika”, lecz także autorem, współautorem i redaktorem (m. in. z Bo-

lesławem Orłowskim) licznych, cennych pozycji o tematyce naukowo-technicznej, z których do najbardziej znanych należą:

Encyklopedia odkryć i wynalazków: chemia, fizyka, medycyna, rolnictwo, technika, Encyklopedia przyrody i techniki dla dzieci i rodziców (Nagroda Polskiej Sekcji IBBY za Książkę Roku), *Księga wynalazków*, jak też *Słownik uczonych* — że nie wspomnimy już o wielu artykułach i innych tekstach, m. in. do audycji radiowych.

Opracował też następujące antologie opowiadzeń fantastyczno-naukowych:

— *Nowa cywilizacja. Dwieście lat polskiej fantastyki naukowej* (autor wyboru, wstęp i not o autorach; Nasza Księgarnia 1973);

— *Wołanie na Mlecznej Drodze* (antologia opowiadzeń; autor wyboru; Nasza Księgarnia 1976);

— *Drugi próg życia* (antologia opowiadzeń; autor wyboru; Nasza Księgarnia 1980).

Był On również członkiem Rady Głównej Towarzystwa Kultury Technicznej (1985–2008) i Kapituły Orderu Uśmiechu (1968–1981 i od 1992 r.), a ponadto wykładowcą Wyższej Szkoły Nauczycielskiej w Warszawie. Został odznaczony Krzyżem Kawalerskim Orderu Odrodzenia Polski, Złotym Krzyżem Zasługi, Medalem Komisji Edukacji Narodowej, Nagrodą m. st. Warszawy, Nagrodą Polskiego Komitetu ds. Radia i Telewizji (dwukrotnie).

* * *

Redaktor Zbigniew Przyrowski zmarł w dniu 29 maja 2008 r. Po raz ostatni rozmawiałem z Nim przez telefon tuż przed Wielkanocą...

Media, zajęte głównie głupawymi kłótniami posłów w Sejmie, nie raczyły w ogóle wspomnieć o tym wielce zasłużonym — dla nauki i kultury polskiej — Człowieku. O śmierci Redaktora dowiedziałem się dopiero dzięki uprzejmości Adama Dębowskiego, obecnego redaktora naczelnego „Młodego Technika” — redakcja bowiem posyła mi kolejne numery „MT” i właśnie w lipcowym przeczytałem tę smutną wiadomość oraz krótkie wspomnienie.

T. Zbigniew Dworak

Dydaktyczne kolekcje meteorytów dla każdego

Truizmem dla współczesnego ucznia z każdego szczebla edukacji powinno być stwierdzenie, że powierzchnia Ziemi jest bombardowana materią z Kosmosu w postaci meteorytów. Podczas gdy próbki gruntu księżycowego przywiezione przez dawne misje programu Apollo dla zwykłego śmiertelnika są praktycznie niedostępne, o materii z innych ciał Układu Słonecznego nie wspominając, to okruchy planetoid oraz Marsa i Księżyca same spadają nam z nieba. Mówią się, że meteoryty stanowią najtańszą metodę pozyskiwania materii pozaziemskiej do badań (sondy kosmiczne dla ubogich). Z dydaktycznego punktu widzenia stanowią nieocenioną pomoc w nauczaniu o jednorodności materii (jedności przyrody).

Oglądanie meteorytów na zdjęciach i filmach to jednak nie to samo, co widzenie ich na żywo, a co dopiero możliwość dotknięcia czy potrzymania w ręce. Dopiero takie bezpośrednie obcowanie z pozaziemską materią pozwala nabrać doświadczenia niezbędnego w identyfikowaniu potencjalnych kandydatów na przybyszów z Kosmosu. Dobrze, jeśli nie będzie to kontakt jednorazowy.

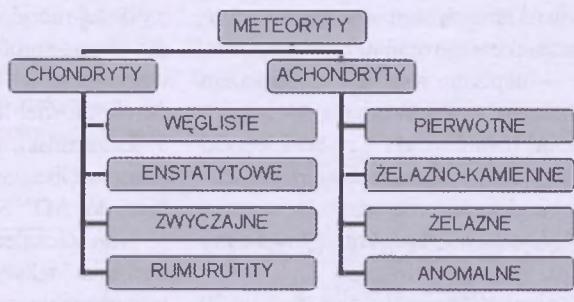
Wiedza na temat meteorytów w naszym społeczeństwie z roku na rok jakby coraz lepsza, nie jest to jednak zasługa szkolnego nauczania, a raczej efekt mnogości filmów i programów popularnonaukowych dostępnych w telewizji. Niestety, nie zawsze przekazywane tam informacje są rzetelne. Zatrważający poziom prezentują informacje na ten temat w prasie popularnej i serwisach internetowych.

Kilkanaście lat temu Andrzej Pilski zainicjował tworzenie w Polsce dydaktycznych kolekcji przy instytucjach typu muzea geologiczne, planetaria i obserwatoria astronomiczne. Tak powstały m.in. kolekcje przy planetariach w Olsztynie, Toruniu, Grudziądzku, dostępne dla szerokich rzesz ludzi odwiedzających te placówki. Owocem takich działań była zwiększoną liczbą kamieni przesyłanych do badań pod kątem ich pozaziemskiego pochodzenia. Wystarczy porównać liczby: do 1992 r.¹ mieliśmy znanych tylko 17 meteorytów z terenu dzisiejszej Polski, z czego 4 zaginęły w czasie wojny. Od 1992 r. do dziś przybyło nam 7 kolejnych, z czego tylko jeden (Baszkówka) to obserwowany spadek, reszta to znaleziska. Powiększyła się także znakomicie liczba znalezionych okazów znanych wcześniej spadków: Morasko, Pułtusk, Łowicz. Nie bez znaczenia było tu zainicjowanie tworzenia wielu kolekcji prywatnych, a niektóre z nich są również szeroko udostępniane publicznie. Przykładem niech będzie eksponowana od kilku lat w różnych miejscach kraju kolekcja pana Kazimierza Mazurka.

Kolekcjonerzy meteorytów zrzeszeni w Polskim Towarzystwie Meteorytowym organizują spotkania z młodzieżą szkolną w celu popularyzowania wiedzy o meteorytach, udostępniając na takich spotkaniach kawałki Kosmosu do bezpośrednich oględzin.

¹ Rok 1992 to rok zintensyfikowania działań popularyzujących meteorytykę w naszym kraju, m.in. rozpoczęcie wydawania kwartalnika „Meteoryt”.

Tabela 1. Uproszczona nowa klasyfikacja meteorytów



Z własnego doświadczenia wiem, iż efektem takich akcji są najczęściej późniejsze kontakty osób, które bardziej lub mniej przypadkowo znalazły coś, co przypomina widziane wcześniej pozaziemskie kamienie.



Mapa ukazująca rozmieszczenie znanych polskich meteorytów. Te zaginione oznaczono jaśniejszą kropką

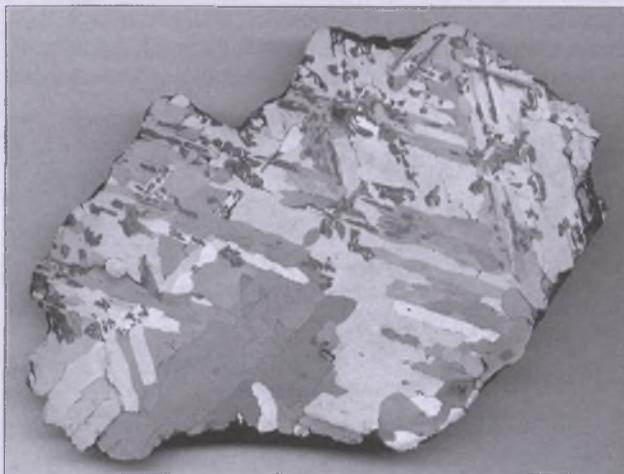
Wspomniane wyżej formy działań nie zapewniają jednak na tyle masowego zapoznania uczniów z fenomenem meteorytów, aby uniknąć sytuacji opisanej w książce *Nieziemskie skarby*². Mianowicie mamy tam zestawione dwie z życia wzięte historie. Jedna dzieje się w naszym kraju i mówi o kilkunastoletnim chłopcu, przy którym ląduje mały „gość z Kosmosu”, a ten bierze ów kamień do domu i... wrzuca do szuflady. Gdy po wielu miesiącach dowiaduje się o tym przypadku jego nauczyciel, okazuje się, że szuflada już dawno została uprzątnięta ze zbędnych śmieci przez nadgorliwą mamusię. Druga historia zaczyna się podobnie: przy kilkunastoletnim chłopcu w Stanach Zjednoczonych również ląduje mały „kosmita”, ten jednak natychmiast informuje o tym odpowiednią placówkę (instytut, planetarium).

² A.S.Pilski, *Nieziemskie skarby*, Prószyński i S-ka, Warszawa 1999.

Sytuacja mogłaby ulec znacznej poprawie, gdyby meteoryty zagościły w naszych szkołach w bardziej konkretnej formie, zajmując określone miejsce gdzieś pomiędzy przysłowiom "słojem z przekrojem żaby w formalinie i kolekcją brył geometrycznych, najlepiej tuż obok kolekcji typowych minerałów ziemskich.

Najlepiej by było, gdyby jakaś firma produkująca pomoce dydaktyczne potraktowała ten pomysł poważnie i zaczęła produkować chociażby takie zestawy minimum, z połówką typowego chondrytu, aby było widać zarówno skorupkę obtopieniową powstającą podczas przelotu przez atmosferę oraz ziarniste wnętrze, jak i płytka trawionego kwasem oktaedrytu ukazującego strukturę naturalnych kryształów żelazoniklu (nie mających szans na powstanie w ziemskich warunkach).

Okazuje się, że dzięki zaistnieniu w Internecie wielu krajowych sprzedawców meteorytów, ale i łatwości zakupów na giełdach zagranicznych, takich jak eBay, zakup takich przykładowych okazów to kwota rzędu kilkudziesięciu czy paruset złotych, a więc nie odbiegająca od typowych cen analogicznych (ziemskich) pomocy szkolnych.



Żelazo meteorytowe na wypolerowanych powierzchniach wytrawionych kwasem często ujawnia tzw. figury Widmanstättena. Jest to po prostu obraz struktur krystalicznych dwóch odmian żelazoniklu. Na zdjęciu jest pokazana wytrawiona powierzchnia przekroju meteorytu Morasko, którego okazy wciąż są znajdowane w okolicy Poznania. Widoczne są również występujące w tym meteorycie inkluzje troilitu i cohenitu. Przedruk z kwartalnika „Meteoryt” za zgodą redakcji

Drobne kawałki mniej wartościowych meteorytów (np. znajdowanych na pustyniach północnoafrykańskich i często nieklasyfikowanych) można kupić już za kilkanaście złotych, a zabawa z odkrywaniem ich meteorytowych cech jest naprawdę przednia. Sam nieraz bawiłem się w szlifowanie takich kamyczków, aby zjrzeć do ich wnętrza, by dostrzec strukturę chondr, owych ziaren materii międzyplanetarnej, czy testowałem podejrzany kawałek żelaza na zawartość niklu (żelazo meteorytowe w odróżnienu od ziemskiego zawsze występuje w towarzystwie niklu i to przynajmniej o kilku-procentowej jego zawartości! — ciekawe doświadczenie na zajęcia koła chemicznego).

Osoby, które chciałoby się dowiedzieć więcej o meteorytach, ich poszukiwaniu i kolekcjonowaniu zachęcam do odwiedzenia strony internetowej PTMet (www.ptmet.org.pl) i internetowego forum dyskusyjnego meteorytomania.info.



Ostatni polski meteoryt oficjalnie zarejestrowany przez Międzynarodową Unię Meteorologiczną nazywa się Święcany. Jest to małe okaz chondrytu L3. Został znaleziony w 2004 r. w piasku przywiezionym ze zwrotni przez 10-letnią wówczas Katarzynę Depczyńską, która na szczęście była dobrze zorientowana w tej tematyce i pokazała podejrzany kamień swojemu wujkowi, interesującemu się meteorytami. Ten już wiedział, co dalej robić. Na dolnym zdjęciu szlifu wyraźnie widoczne ziarniste chondry. Fot. Łukasz Karwowski

Można również kontaktować się elektronicznie z autorem pod adresem jotde@ol.onet.pl

Jacek Drążkowski

Tabela 2. Wybrane miejsca, w których istnieją udostępnione publicznie kolekcje meteorytów

Toruń, Planetarium im. Władysława Dziewulskiego, ul. Franciszkańska 15-21

Grudziądz, Planetarium i Obserwatorium Astronomiczne, ul. Hoffmanna 1

Olsztyn, Olsztyńskie Planetarium i Obserwatorium Astronomiczne, al. Piłsudskiego 38

Sosnowiec, Muzeum Ziemi Wydziału Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego, ul. Będzińska 60

Warszawa, Muzeum Wydziału Geologii Uniwersytetu Warszawskiego, ul. Żwirki i Wigury 93

Pułtusk, Muzeum Regionalne w Pułtusku, Wieża Ratuszowa

Wrocław, Muzeum Mineralogiczne, ul. Kuźnicza 22

Toruń, Muzeum Mikołaja Kopernika, ul. Kopernika 15/17

Frombork, Muzeum Mikołaja Kopernika, ul. Katedralna 8

Gliwice, Muzeum Geologii Złóż Politechniki Śląskiej, ul. W. Pstrowskiego 2

Kraków, Muzeum Geologiczne Uniwersytetu Jagiellońskiego, ul. Oleandry 2a

Zwierzyniec, Muzeum Etnograficzno-Przyrodnicze „Zagroda Guciów”, Gucio 19

Para galaktyk Arp 269:

NGC 4485

α (J2000)	12 ^h 30,5 ^m
δ (J2000)	+41° 42'
Gwiazdozbiór	Psy Gończe
Typ	Galaktyka nieregularna IBm
Jasność fotograficzna	12,5
Jasność wizualna	12,1
Jasność absolutna M _v	-18,0
Rozmiar	2,3'×1,6'
Odległość	7,8 Mpc
Prędkość radialna	+481 km/s

Wiliam Herschel dostrzegł tę parę oddziałyujących ze sobą galaktyk dnia 14 stycznia 1788 r. Opis NGC 4485 z katalogu Dreyera: „jasna, dosyć mała, zaokrąglona i nie-regularna, na północny zachód od drugiej” oraz NGC 4490: „bardzo jasna, bardzo duża, nieco wydłużona, kłaczkowa- ta, na południowy wschód z dwóch”. Parę tę można dostrzec z pomocą 15-cm teleskopu przy dobrych warunkach pogodowych, natomiast samą NGC 4490 już z pomocą 8-

NGC 4490

α (J2000)	12 ^h 30,6 ^m
δ (J2000)	+41° 39'
Gwiazdozbiór	Psy Gończe
Typ	Galaktyka spiralna SBd
Jasność fotograficzna	10,3
Jasność wizualna	9,8
Jasność absolutna M _v	-20,0
Rozmiar	6,3'×3,1'
Odległość	7,8 Mpc
Prędkość radialna	+ 588 km/s

cm teleskopu jako słabą, wydłużoną plamkę widzianą dzięki zerkaniu. W okularze teleskopu o średnicy powyżej 30 cm para tworzy wyraźnie literę L. Jaśniejsza z galaktyk ma centralne, wydłużone jądro, można też próbować przy dobrym seeingu zobaczyć obszary HII rozmieszczone w jej obrębie oraz w kierunku sąsiedniej galaktyki dające wrażenie, że łączy te galaktyki „pomost”. Ze względu na owalny kształt większej galaktyki (i wyraźnie wyróżniającą się

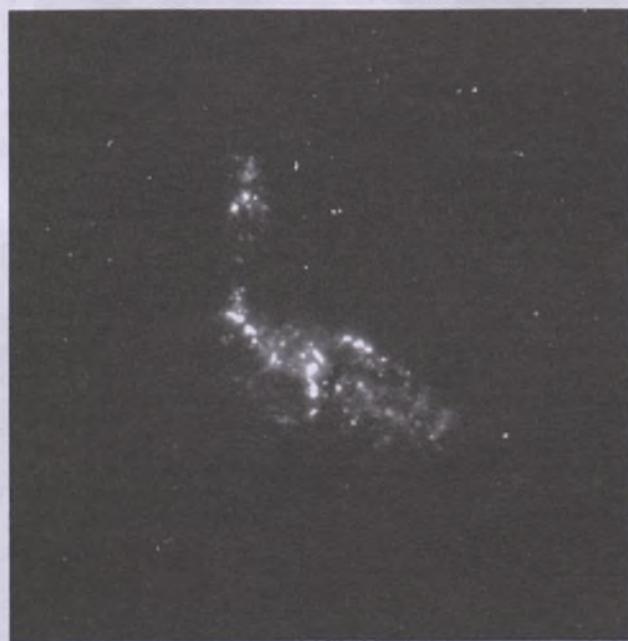


Zdjęcie pary NGC 4485/90 wykonane przez 40-cm teleskop zbudowany w systemie Ritchey-Cretien. Rozmiary zdjęcia 7'×5,5'. Wschód u góry zdjęcia, północ po prawej stronie. NGC 4490 jest po lewej stronie

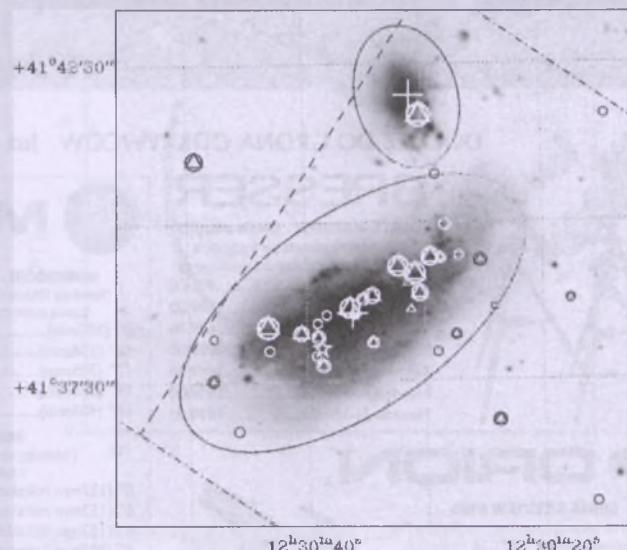
centralna, jaśniejszą jej część) nazywana jest galaktyką Kokon.

Ze względu na bliskość tej pary galaktyk jest ona intensywnie badana przez astronomów jako bardzo dobry przykład wzajemnego oddziaływanie galaktyk. Z początkiem lat 90. ubiegłego wieku okazało się, że maksimum emisji podczerwonej obu tych galaktyk nie pokrywa się z odpowiednim maksimum w zakresie optycznym. W obu galaktykach znajduje się duża ilość obszarów zjonizowanego wodoru HII interpretowanych obecnie jako miejsca intensywnego formowania się nowych gwiazd. W przypadku pary NGC 4485/90 znaczna część procesów gwiazdotwórczych zachodzi również pomiędzy galaktykami w obszarze mostu pływowego łączącego obie galaktyki. Odległość między nimi wynosi tylko 7,5 kps (odległość pomiędzy naszą Galaktyką a Wielkim Obłokiem Magellana to około 50 kps), przy czym NGC 4490 jest dwa razy mniejsza od naszej Galaktyki, a NGC 4485 ma rozmiary Wielkiego Obłoku Magellana. Para NGC 4485/90 jest zanurzona w wielkim, wspólnym obłoku neutralnego wodoru o średnicy około 100 kps. Masa tej otoczki wynosi około 15 mld mas Słońca, a jej pochodzenie jest dość tajemnicze, gdyż obserwacje wskazują, że nie powstała w wyniku bliskiego przejścia obu galaktyk. Być może jest ona efektem superwiatru gwiazdowego z milionów nowo powstających gwiazd w NGC 4490, który wypchnął neutralny wodór daleko poza jej początkowe granice fizyczne.

Symulacje komputerowe N-ciał wskazują, że moment maksymalnego zbliżenia tej pary nastąpił około 400 mln lat temu. Obserwacje radiowe VLA pokazały, że tempo powstawania gwiazd w NGC 4490 jest podobne w obrębie całej galaktyki i, co więcej, jest ono stałe o setki milionów lat. Oznacza to, że dość intensywne procesy gwiazdotwórcze zachodziły w niej jeszcze przed wzajemnym zbliżeniem obu galaktyk. Stąd wniosek, że NGC 4490 jest młodą galaktyką i oddziaływanie z NGC 4485 nie zaburzyło istotnie ani struktury tej galaktyki, ani procesów w niej zachodzących. W przeciwnieństwie do niej NGC 4485 wygląda na istotnie odkształ-



Para NGC 4485/90 na zdjęciu obszarów zjonizowanego wodoru HII zrobionym w zakresie linii H α z serii Balmera. Widać dużą liczbę niemal punktowych źródeł odpowiadających obszarom powstawania dużej ilości nowych gwiazd.



Zdjęcie przedstawiające obserwacje rentgenowskie pary NGC 4485/90 zrobione przez CHANDRA na tle zdjęcia optycznego tej pary w zakresie niebieskim. Zwraca uwagę dużą ilość punktowych źródeł promieniowania X w obrębie NGC 4490 — kółka i trójkąty

coną przez to oddziaływanie. Przejście tej galaktyki z prędkością około 150 km/s przez rozległą otoczkę wodoru związaną dynamicznie z NGC 4490 dodatkowo wywołało powstanie swego rodzaju fali uderzeniowej, na wierzchołku której znajduje się NGC 4485.

W obrębie NGC 4490 obserwatorium rentgenowskie CHANDRA odkryło dużą ilość punktowych, silnych źródeł emisji tego promieniowania (i tylko jedno w NGC 4485). Zanurzone są one w gorącej otoczce gazu, która jednak kontrybuje jedynie 10% do całkowitej jasności tej pary w zakresie rentgenowskim. Jest to dziwne, gdyż oddziaływujące ze sobą galaktyki mają na ogół silną rozciągniętą emisję promieniowania. Spośród około 30 źródeł w NGC 4490 pięć zaklasyfikowano jako ULX (ekstremalnie jasne źródło promieniowania X) promieniujące jako efekt akrecji materii na czarną dziurę. Jedno źródło jest pozostałością po supernowej.

4 marca br. odkryto w NGC 4490 supernową, która otrzymała oznaczenie 2008ax. W maksimum jasności, które nastąpiło około miesiąc po jej odkryciu, supernowa osiągnęła jasność 13,7 mag. w zakresie wizualnym. Obserwacje spektroskopowe wskazują, że była to supernowa typu II (końcowy etap ewolucji masywnej gwiazdy — w tym przypadku gorącego nadolbrzyma). Widma tej supernowej przypominają widma supernowej 1987A, jaka pojawiła się w Wielkim Obłoku Magellana.

Na północnym skraju galaktyki, w pobliżu dwóch wielkich obszarów HII odkryto silne, niemal punktowe radioźródło oraz źródło promieniowania X. Źródło to znajduje się w masywnej gromadzie młodych gwiazd typu O i B, a jego charakterystyka wskazuje, że jest to młoda pozostałość po supernowej. Moc promieniowania tego źródła wynosi $2,4 \times 10^{31}$ W, czyli dwa razy więcej od Cas A — najjaśniejszej pozostałości po supernowej w naszej Galaktyce. Jego średnica, zmierzona dzięki zdjęciom z teleskopu Hubble'a jest mniejsza niż 0,028", co w połączeniu z prędkością ekspansji pozostałości określona na podstawie spektroskopii na 6000 km/s daje dolny limit wieku: około 100 lat. Obserwacje rentgenowskie dają natomiast górny limit wieku pozostałości na około 400 lat.

Dariusz Graczyk

DOŁĄCZ DO GRONA ODKRYWCÓW Już czwarta supernowa została odkryta naszym teleskopem!

BRESSER

SERIA MESSIER - nowe ceny!!!

(Teleskopy na montażu paralaktycznym z najbardziej wyposażeniem dodatkowym)

Refraktor R-90.....	999.00
Refraktor R-102.....	1899.00
Refraktor R-127L.....	2699.00
Refraktor R-127S.....	2899.00
Refraktor R-152.....	3499.00
Newton N-130.....	1099.00
Newton N-150.....	1699.00



ORION

SERIA SKYVIEW PRO

(Teleskopy na montażu paralaktycznym SkyView Pro z opcjonalnym napędem GO-TO lub IntelliScope)

Refraktor 80mm ED APO.....	od 3350.00
Refraktor 100mm ED APO.....	od 5500.00
Refraktor 120mm ED APO.....	od 9250.00
Refraktor 120mm.....	od 3350.00
Refraktor 120mm.....	od 3350.00
Maksutow 127mm.....	od 3350.00
Maksutow 150mm.....	od 4450.00
Maksutow 180mm.....	od 5999.00
Newton 203mm.....	od 3350.00



SOLIGOR

Digital • Photo • Optic • Video

LORNETKI ASFERYCZNE NIGHT VISION

7x50.....	485.00
10x50.....	495.00

OKULARY I SOCZEWKI BARLOWA

Plössl (4-40mm/1,25").....	od 95.00
RKE (26-40mm/2").....	od 195.00
Barlow 2x/1,25".....	95.00
Barlow 2x/2".....	299.00



SERIA MT - nowe ceny!!!

(Teleskopy Newtona na montażu paralaktycznym)

MT-910 114mm.....	99.00
MT-750 152mm.....	145.00
MT-800 200mm.....	199.00
MT-800 200mm.....	199.00

Sky-Watcher

TELESKOPI - najniższe ceny!!!

Newton 114mm EQ2.....	595.00
Newton 130mm EQ2.....	695.00
Newton 150mm EQ3-2.....	1235.00
Dobson 8" Classic.....	1075.00
Dobson 8" Pyrex.....	1275.00

ANDES

OKULARY I SOCZEWKI BARLOWA

Plössl (6-40mm/1,25").....	od 105.00
Ortoskop. (6-12,5mm/1,25").....	od 250.00
Erfia (30-52mm/2").....	od 315.00
Szerokokątne (67°/5,7-25mm).....	od 299.00
Szerokokątne (82°/7,5-18mm).....	od 499.00
Barlow 2x/1,25".....	105.00
Barlow 2x/2".....	350.00
Barlow 1,6x/2".....	350.00
Plössl podświetlany (10mm/1,25").....	525.00

SERIA ETX

MEADE

NOWE CENY!!!

NOWOŚĆ!!! - SERIA LX200R GPS

(Teleskopy Ritchey-Chrétien na montażu widłowym z pełną automatyką naprowadzania GO-TO)

8" (203mm).....	13925.00
10" (254mm).....	18925.00
12" (305mm).....	23850.00
14" (356mm).....	35995.00
16" (406mm).....	69500.00



SERIA LIGHTBRIDGE DeLuxe

(Teleskopy kroplinowicze na montażu Dobsona)

Newton 203mm.....	2049.00
Newton 254mm.....	2699.00
Newton 305mm.....	4249.00
Newton 406mm.....	9999.00

Akcesoria MEADE

OKULARY Z SERII 5000

Plössl (60°/5,5-40mm).....	od 499.00
SVA (68°/16-40mm).....	od 899.00
UVa (82°/4,7-30mm).....	od 1050.00

KAMERY CCD

(Z oprogramowaniem Autostar Suite)	
LP Imager.....	550.00
DS Imager.....	1525.00
DS Imager Pro.....	1950.00
Reduktor/korektor CCD f/3,3.....	799.00

CORONADO

TELESKOPI I FILTRY SŁONECZNE Hα

Już od 2825.00



LUMICON

OKULARY PODŚWIETLANE

(Z krzyżem nitek)	
12,5mm ortoskop.....	585.00
25mm Kellner.....	275.00

FILTRY MGŁAWICOWE

Deep Sky 1,25".....	375.00
Deep Sky 2".....	730.00
UHC 1,25".....	375.00
UHC 2".....	730.00
OIII 1,25".....	375.00
OIII 2".....	730.00
H-Beta 1,25".....	375.00
H-Beta 2".....	730.00
Comet 1,25".....	375.00
Comet 2".....	730.00

MAPY I GLOBUSY

Obrotowa mapa nieba.....	8.00
Mapa Messiera.....	13.00
Karta Caldwell.....	13.00
Mapa Księżyca.....	13.00
Globus Księżyca.....	225.00
Maxim DL.....	1250.00
SkyMap Pro.....	375.00
SkyChart III.....	169.00
Desktop Universe.....	825.00
Sky Tools 2 CD.....	425.00

SKY PUBLISHING

WCYCIĄGI OKULAROWE

(Do refraktora, Newtona lub Cassegraina)

Obrotowy 1,25".....	115.00
Przesuwny 1,25".....	195.00
Przesuwny 2".....	275.00

ZŁĄCZKI I REDUKCJE

M42/Canon EOS.....	49.00
M42/Nikon.....	49.00
M42/T2.....	45.00
1,25"/M42.....	35.00
2"/M42.....	45.00
M42/web kamera.....	45.00
L-adapter mały.....	20.00
L-adapter duży.....	25.00

NASADKI KĄTOWE

ALP 1,25".....	199.00
ALP 2".....	350.00
ND 13 1,25" (szary).....	45.00
ND 13 2" (szary).....	105.00
Kolorowe 7 szt. 1,25".....	285.00
Kolorowe 7 szt. 2".....	475.00



ASTROKRAK

TELESKOPI I AKCESORIA

Jesteśmy producentem wysokiej klasy teleskopów i akcesoriów astronomicznych. Wykonujemy teleskopy o aperturze do 250 do 600mm. Budowaliśmy największe amatorskie teleskopy w Polsce! Ponadto oferujemy usługi projektowe, naprawcze i regulacyjne w zakresie optyki i mechaniki a także wykonujemy sprzęt na indywidualne zamówienie klienta.

TELESKOPI I AKCESORIA

45° 1,25"/1,25".....	105.00
90° 1,25"/1,25".....	125.00
45° M42x1/1,25".....	125.00
90° M42x1/1,25".....	145.00
90° 2"/2" 98%.....	395.00
Prowadząca 90° 2"/T2 z podgl.	625.00

Niniejszy cennik jest jedynie niewielkim fragmentem oferty. Sprawdź wszystkie nasze produkty na www.astrokрак.pl

Listopad

Słońce

Dni są coraz krótsze, co widać po momentach wschodu i zachodu Słońca w Warszawie. Dnia 1 listopada Słońce wschodzi o 5^h32^m, zachodzi o 15^h06^m, a 30 listopada wschodzi o 6^h22^m, zachodzi o 14^h28^m.

Dane dla obserwatorów Słońca (na 0^h czasu UT)

Data 2008	P [°]	B ₀ [°]	L ₀ [°]
XI 1	24,44	4,35	254,32
3	24,09	4,15	227,95
5	23,70	3,94	201,58
7	23,29	3,72	175,21
9	22,84	3,50	148,84
11	22,36	3,28	122,48
13	21,85	3,05	96,11
15	21,31	2,81	69,74
17	20,74	2,58	43,38
19	20,14	2,34	17,01
21	19,51	2,10	350,65
23	18,86	1,85	324,29
25	18,17	1,60	297,93
27	17,46	1,35	271,57
XI 29	16,73	1,10	245,21
XII 1	15,97	0,85	218,85

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;

B₀, L₀ — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;

20^d06^h58^m — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.

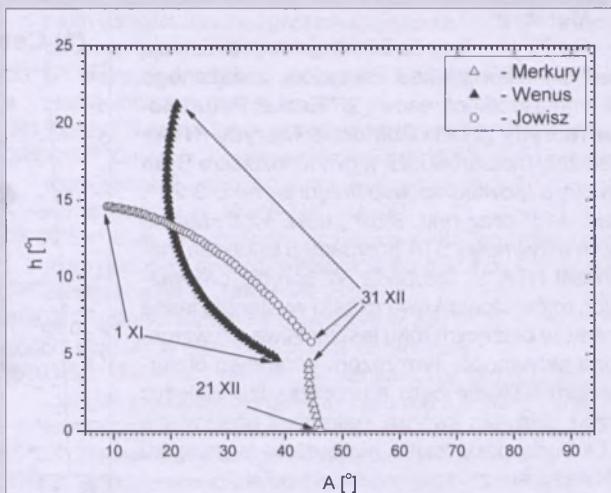
Księżyc

Bezksiążycowe noce będziemy mieli pod koniec listopada, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: pierwsza kwadra 6^d04^h03^m, pełnia 13^d06^h17^m, ostatnia kwadra 19^d21^h31^m i nów 27^d16^h55^m. W apogeum Księżyca znajdzie się 2 listopada o 4^h56^m, w perigeum 14 listopada o 10^h04^m i ponownie w apogeum 29 listopada o 16^h54^m.

Planety, planetoidy i planety karłowate

Na początku listopada, nad ranem, nisko nad południowo-wschodnim horyzontem, można jeszcze próbować obserwować Merkurego. W dniu 1 listopada, na początku świtu cywilnego, tzn. około godzinę przed wschodem Słońca, można go będzie odnaleźć na wysokości ponad 7° nad horyzontem, świecącego z jasnością -0,9^m. Przez teleskop zobaczymy tarczę planety o średnicy 6" w fazie zbliżonej do pełni. Teleskop o średnicy obiektywu 15 cm, przy powiększeniu 150×, umożliwi dostrzeżenie szczegółów powierzchniowych planety, w czym może pomóc użycie żółtego filtru.

Wieczorem, nisko nad południowo-zachodnim horyzontem, można dostrzec Wenus jako „Gwiazdę Wieczorną” o jasności -4,0^m. Warunki widoczności planety w ciągu miesiąca nieco się poprawiają — o ile na początku listopada pod koniec zmierzchu cywilnego, tj. około godzinę po zachodzie Słońca, znajdziemy ją na wysokości zaledwie 5° nad horyzontem,



Rys. 1. Merkury, Wenus i Jowisz nad południowo-zachodnim horyzontem (w Warszawie) pod koniec zmierzchu cywilnego w listopadzie i grudniu 2008 (około godzinę po zachodzie Słońca)

to pod koniec miesiąca będzie to już 11°. Przez teleskop dostrzeżemy tarczę planety o średnicy 15", w fazie zmniejszającej się po „pełni”.

Mars znajduje się na niebie w pobliżu Słońca i jest niewidoczny.

Wieczorem, na wysokości 14° nad horyzontem, wzna się Jowisz, świecący z jasnością -2,1^m. W ciągu miesiąca warunki widoczności planety praktycznie nie ulegają zmianie. Przez teleskop możemy obserwować tarczę Jowisza o średnicy 35", zmiany w układzie chmur planety oraz zjawiska w systemie jej księżyców galileuszowych.

Nad ranem, wysoko na niebie w gwiazdozbiorze Lwa, jest widoczny Saturn świecący z jasnością 1,2^m. Duża wysokość planety nad horyzontem ułatwia teleskopowe obserwacje struktur w jej atmosferze. W listopadzie krawędź systemu pierścieni Saturna skierowana jest już prawie dokładnie w kierunku Ziemi, toteż są one w teleskopie widoczne jedynie jako bardzo cienka kreska, przecinająca tarczę planety, co znacznie ułatwia dostrzeżenie słabych księżyców Saturna nawet przez niewielkie teleskopy amatorskie.

W pierwszej połowie nocy, w gwiazdozbiorze Wodnika, można obserwować Urana jako „gwiazdę” o jasności 5,8^m. Wieczorem, półtorej godziny po zachodzie Słońca, na wysokości 20° nad południowym horyzontem, w gwiazdozbiorze Koziorożca, można natomiast obserwować Neptuna jako „gwiazdę” o jasności 7,9^m.

Planeta karlowata (134340) Pluton znajduje się na niebie zbyt blisko Słońca i jest niewidoczna.

Planeta karlowata (1) Ceres jest widoczna nad ranem w gwiazdozbiorze Lwa: 16 XI: 10^h35,2^m, +17°53', 8,5^m; 26 XI: 10^h47,3^m, +17°30', 8,4^m.

W listopadzie w pobliżu opozycji znajdują się jasne planetoidy:

(2) Pallas, (jasność 8,0^m): 6 XI: 5^h30,0^m, -26°55'; 16 XI: 5^h26,2^m, -29°26'; 26 XI: 5^h19,9^m, -31°23'.

(4) Vesta, (jasność 6,5^m): 6 XI: 2^h25,6^m, +3°14'; 16 XI: 2^h16,4^m, +2°54'; 26 XI: 2^h08,8^m, +2°52'.

(9) Metis, (jasność 8,4^m): 6 XI: 2^h47,1^m, +11°23'; 16 XI: 2^h36,9^m, +11°13'; 26 XI: 2^h28,1^m, +11°13'.

Meteor

Od 25 września do 25 listopada promienią meteor y z kompleksu Taurydów, związanego z kometą krótkookresową 2P/Encke: **Południowe Taurydy (STA)** i **Północne Taurydy (NTA)**. Radiany meteorów leżą w gwiazdozbiorze Byka i mają odpowiednio współrzędne: rekt. $3^{\text{h}}28^{\text{m}}$, dekl. $+13^{\circ}$ oraz rekt. $3^{\text{h}}52^{\text{m}}$, dekl. $+22^{\circ}$. Maksimum aktywności STA przypada 5 listopada, natomiast NTA 12 listopada. W obrębie omawianych rojów stosunkowo często występują jasne bolidy, w bieżącym roku jest możliwa ich wzmożona aktywność. Tym razem porannym obserwacjom STA nie będzie przeszkadzać Księżyca przed pierwszą kwadrą, natomiast obserwacje NTA będą praktycznie niemożliwe w związku z Księciem zbliżającym się do pełni.

Od 10 do 23 listopada promienią meteor y z roju **Leonidów (LEO)**, związanego z kometą 55P/Tempel-Tuttle. Radian meteorów leży w gwiazdozbiorze Lwa i ma współrzędne: rekt. $10^{\text{h}}08^{\text{m}}$, dekl. $+22^{\circ}$. Główne maksimum aktywności przypada w tym roku 17 listopada o 9 UT, jednak możliwe jest wystąpienie drugiego maksimum 17 listopada o 0:22 UT. Niestety, w obserwacjach tych meteorów będzie przeszkadzać Księżyca przed ostatnią kwadrą.

Od 15 do 25 listopada promienią meteor y z roju **alfa-Monocerotydów (AMO)**. Radian meteorów leży w gwiazdozbiorze Jednoróżca i ma współrzędne: rekt. $7^{\text{h}}48^{\text{m}}$, dekl. $+01^{\circ}$. Maksimum aktywności przypada 21 listopada o 9:25 UT. Jest to rój o małej aktywności, jednak często sprawia niespodzianki. W 1995 r. przez pięć minut ZHR (zenitalna liczba godzinna) wynosiła dla niego aż ok. 420, a cały rozbłysk trwał 30 minut. Analiza analogicznych zjawisk pozwala przypuszczać, że występują one okresowo co 10 lat. W 2005, 2006 i 2007 r. nie zaobserwowa no jednak znaczco wyższej aktywności roju, toteż być może kolejnego rozbłysku AMO można spodziewać się w roku bieżącym. Obserwacjom tego bardzo ciekawego roju nie będzie przeszkadzać Księżyca po ostatniej kwadrze.

1^d Gwiazda zmienna długookresowa R Lep (miryda) ($4^{\text{h}}59,6^{\text{m}}, -14^{\circ}48'$) osiąga maksimum jasności ($9,6^{\text{m}}$).

1^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.

1^d 06^h Złączenie Wenus z Księżykiem w odł. 3° .

2^d 02^h 19^m Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^{\text{m}}$) [mapka zamieszczona w „Uranii–PA” 6/2007].

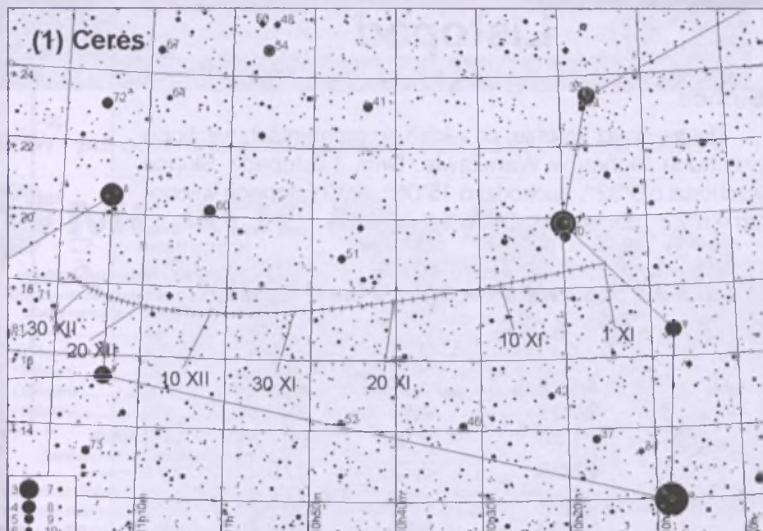
2^d 04^h Neptun nieruchomy w rektascensji.

3^d 16^h Minimalna libracja Księżyca ($4,4^{\circ}$) w kierunku Sinus Iridium (zacienniona)

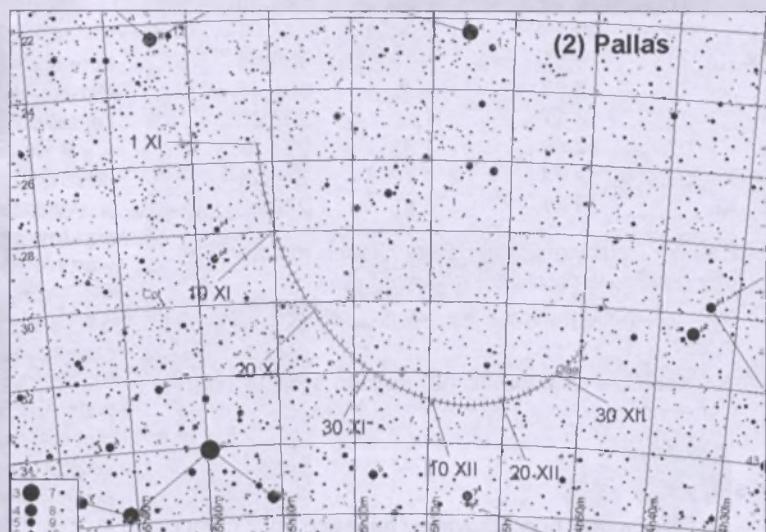
4^d 00^h Złączenie Jowisza z Księżykiem w odł. 2° .

5^d Gwiazda zmienna długookresowa R Leo (miryda) ($9^{\text{h}}47,6^{\text{m}}, +11^{\circ}26'$) osiąga maksimum jasności ($5,8^{\text{m}}$) [mapka zamieszczona w „Uranii–PA” 3/2004].

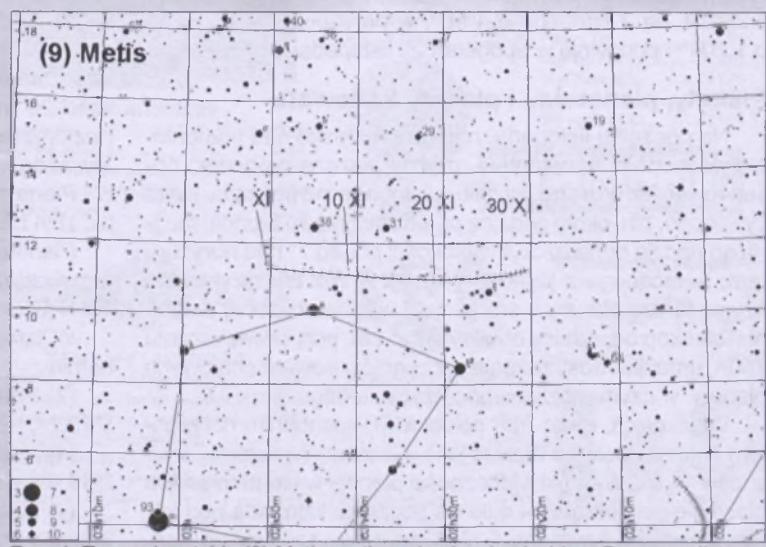
6^d 19^h Złączenie Neptuna z Księżykiem w odł. $0,4^{\circ}$.



Rys. 2. Trasa planety karlowatej (1) Ceres na tle gwiazd gwiazdozbioru Lwa w listopadzie i grudniu 2008 (zaznaczone gwiazdy do 10^{m})



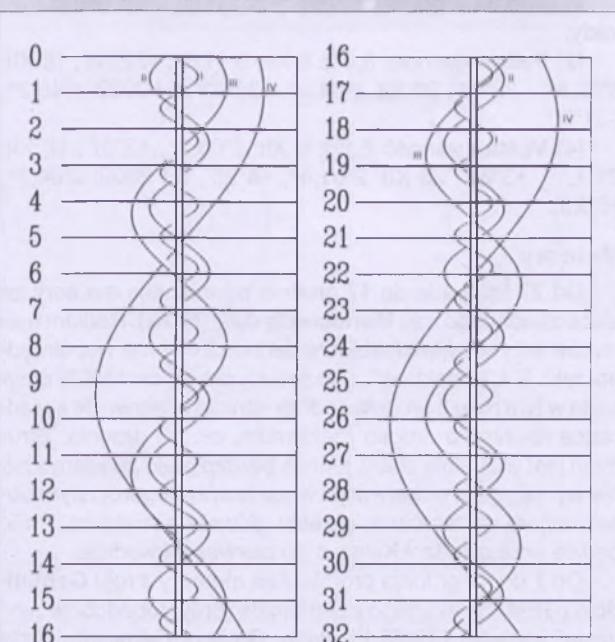
Rys. 3. Trasa planetoidy (2) Pallas na tle gwiazd gwiazdozbioru Gołębia w listopadzie i grudniu 2008 (zaznaczone gwiazdy do 10^{m})



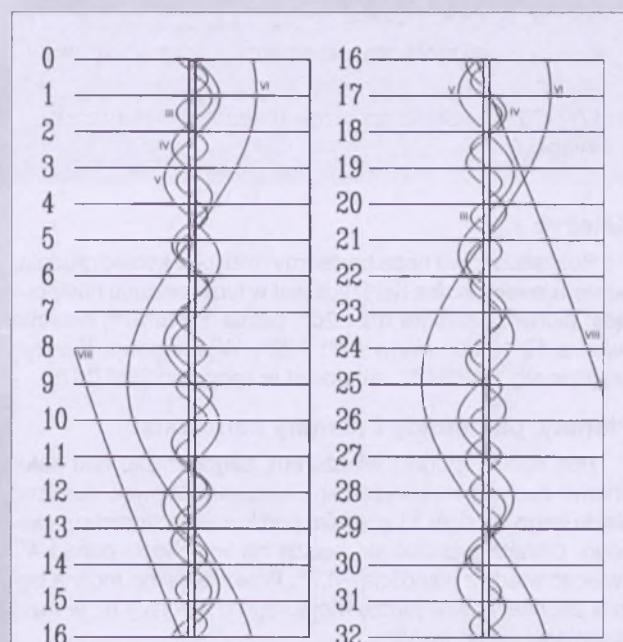
Rys. 4. Trasa planetoidy (9) Metis na tle gwiazd gwiazdozbioru Barana w listopadzie 2008 (zaznaczone gwiazdy do 10^{m})

8^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.
 8^d21^h15^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,8^m do 6,6^m [mapka zamieszczona w „Uranii–PA” 5/2006].
 8^d22^h Złączenie Urana z Księżycem w odl. 3°.
 9^d Gwiazda zmienna długookresowa U Cyg (miryda) (20^h19,6^m, +47°53') osiąga maksimum jasności (7,2^m) [mapka zamieszczona w „Uranii–PA” 1/2006].
 10^d03^h Maksymalna libracja Księżyca (8,5°) w kierunku krateru Schickard (zacielenione).
 11^d22^h55^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) [mapka zamieszczona w „Uranii–PA” 5/2007].
 12^d01^h46^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa Algol (β Per) osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 2,1^m do 3,4^m [mapka zamieszczona w „Uranii–PA” 5/2007].
 13^d20^h Odkrycie gromady otwartej Plejady (3,0^m) przy ciemnym brzegu Księżyca tuż po pełni, widoczne w całej Polsce (Kraków 20°06' — Olsztyn 20°13').
 13^d22^h27^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,8^m do 6,6^m [mapka zamieszczona w „Uranii–PA” 5/2006].
 14^d Gwiazda zmienna długookresowa χ Cyg (miryda) (19^h50,5^m, +32°55') osiąga maksimum jasności (5,2^m).
 16^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.
 16^d02^h Minimalna libracja Księżyca (5,2°) w kierunku Mare Australie (zacielenione).
 17^d19^h24^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa Algol (β Per) osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 2,1^m do 3,4^m [mapka zamieszczona w „Uranii–PA” 5/2007].
 20^d21^h46^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,7^m [mapka zamieszczona w „Uranii–PA” 5/2006].
 21^d22^h43^m Słońce wstępuje w znak Strzelca, jego długość eklipsyczna wynosi wówczas 240°.
 22^d16^h29^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) [mapka zamieszczona w „Uranii–PA” 5/2007].
 22^d23^h07^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga mini-

mum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,7^m [mapka zamieszczona w „Uranii–PA” 5/2006].
 23^d12^h Maksymalna libracja Księżyca (8,4°) w kierunku Mare Humboldtianum (zacielenione).
 24^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.
 24^d00^h51^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,7^m [mapka zamieszczona w „Uranii–PA” 5/2006].
 25^d00^h28^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,7^m [mapka zamieszczona w „Uranii–PA” 5/2006].
 25^d02^h Złączenie Saturna z Księżycem w odl. 5°.
 25^d17^h Merkury w koniunkcji górnej ze Słońcem.
 27^d01^h50^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,7^m [mapka zamieszczona w „Uranii–PA” 5/2006].
 27^d07^h Złączenie Merkurego z Księżycem w odl. 7°.
 27^d22^h Uran nieruchomy w rektascensji.
 27^d23^h Złączenie Marsa z Księżycem w odl. 4°.
 28^d Gwiazda zmienna długookresowa U Cet (miryda) (2^h33,7^m, -13°09') osiąga maksimum jasności (7,5^m) [mapka zamieszczona w „Uranii–PA” 6/2006].
 28^d01^h17^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) [mapka zamieszczona w „Uranii–PA” 5/2007].
 29^d Gwiazda zmienna długookresowa U Ari (miryda) (3^h11,1^m, +14°48') osiąga maksimum jasności (8,1^m) [mapka zamieszczona w „Uranii–PA” 4/2005].
 29^d02^h Złączenie Merkurego z Marsem w odl. 0,6°.
 29^d02^h03^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,8^m do 6,6^m [mapka zamieszczona w „Uranii–PA” 5/2006].
 29^d03^h10^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,7^m [mapka zamieszczona w „Uranii–PA” 5/2006].
 30^d19^h16^m Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) [mapka zamieszczona w „Uranii–PA” 6/2007].



Rys. 5. Konfiguracja galileuszowych księżyców Jowisza w listopadzie 2008 (I — Io, II — Europa, III — Ganimedes, IV — Callisto). Przerwa w trasie księżyca oznacza przebywanie satelity w cieniu planety. Zachód na prawo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na lewo



Rys. 6. Konfiguracja pięciu najjaśniejszych księżyców Saturna w listopadzie 2008 (III — Tethys, IV — Dione, V — Rhea, VI — Tytan, VIII — Iapetus). Zachód na lewo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na prawo

Grudzień

Słońce

Słońce w swym ruchu rocznym po ekleptyce zmierza w kierunku punktu przesilenia zimowego: 21 grudnia osiąga najwyższy punkt ekleptyki pod równikiem niebieskim i wstępując w znak Koziorożca rozpoczyna astronomiczną zimę. Dni są nadal coraz krótsze. W Warszawie 1 grudnia Słońce wschodzi o 6^h23^m, zachodzi o 14^h27^m, 21 grudnia wschodzi o 6^h43^m, zachodzi o 14^h25^m, a 31 grudnia wschodzi o 6^h45^m, ale zachodzi o 14^h33^m.

Dane dla obserwatorów Słońca (na 0^h czasu UT)

Data 2008	P [°]	B ₀ [°]	L ₀ [°]
XII 1	15,97	0,85	218,85
3	15,18	0,59	192,49
5	14,38	0,34	166,14
7	13,55	0,08	139,78
9	12,70	-0,18	113,43
11	11,83	-0,43	87,08
13	10,95	-0,69	60,72
15	10,05	-0,94	34,37
17	9,14	-1,20	8,02
19	8,21	-1,45	341,67
21	7,27	-1,70	315,33
23	6,32	-1,95	288,98
25	5,37	-2,20	262,64
27	4,41	-2,44	236,29
29	3,44	-2,68	209,95
XII 31	2,47	-2,92	183,61
2009 I 2	1,50	-3,15	157,27

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;

B₀, L₀ — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;

17^d14^h37^m — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0.

Książyc

Bezksiążcowe noce będącymi mieli pod koniec grudnia, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: pierwsza kwadra 5^d21^h26^m, pełnia 12^d16^h37^m, ostatnia kwadra 19^d10^h29^m i nów 27^d12^h22^m. W perigeum Księżyca znajdzie się 12^d21^h42^m, natomiast w apogeum 26^d17^h47^m.

Planety, planetoidy i planety karłowate

Pod koniec grudnia wieczorem, bardzo nisko nad południowo-zachodnim horyzontem, można próbować dostrzec Merkurego. W dniu 31 grudnia, pod koniec zmierzchu cywilnego, planeta wznowić się będzie na wysokości ponad 4°, świecąc wtedy z jasnością -0,7^m. Przez teleskop można będzie zaobserwować tarczę Merkurego o średnicy 6", w fazie zbliżającej się do kwadry.

Szybko poprawiają się warunki wieczornej widzialności Wenus. O ile na początku miesiąca, w około godzinę po zachodzie Słońca, zobaczymy planetę na wysokości jedynie 11° nad południowo-zachodnim horyzontem, to pod koniec grudnia wznieśnie się ona na wysokość przekraczającą 21°. W tym

samym czasie rosła będzie średnica tarczy planety, osiągając 20", przy fazie zmniejszającej się do kwadry.

Mars znajduje się na niebie w pobliżu Słońca i jest niewidoczny.

W grudniu szybko pogarszają się warunki widzialności Jowisza. Na początku miesiąca zobaczymy go jeszcze wieczorem, w godzinę po zachodzie Słońca, na wysokości 13° nad południowo-zachodnim horyzontem, jednak pod koniec grudnia będzie już zniknął w zorzy wieczornej na wysokości zaledwie 6°.

Nad ranem w gwiazdozbiorze Lwa możemy nadal obserwować Saturna o jasności zaledwie +1,0^m. W tym samym czasie układ pierścieni Saturna stanie się praktycznie niewidoczny, w związku z ustaniem jego krawędzi w kierunku Ziemi, co ułatwia znacznie dostrzeżenie słabych księżycołów planety nawet przez teleskopy amatorskie. Już przez lornetkę dostrzeżemy Tytana (8,4^m), teleskop o średnicy 10 cm umożliwia zobaczenie Tethys (10,2^m), Diony (10,4^m), Rhea (9,7^m) i Iapetus (od 10,1^m w maksymalnej elongacji zachodniej do 12,1^m w maksymalnej elongacji wschodniej), natomiast teleskop o średnicy 25 cm pozwoli powiększyć naszą „kolekcję” o Mimasę (12,9^m) i Enceladusa (11,7^m).

Urana można obserwować wieczorem w gwiazdozbiorze Wodnika, na praktycznie stałej wysokości ok. 30° nad południowo-zachodnim horyzontem.

Również wieczorem można próbować dostrzec znacznie słabszego Neptuna, jednak będzie to trudne w związku z jego położeniem zaledwie 16° nad południowo-zachodnim horyzontem (w półtorej godziny po zachodzie Słońca).

Planeta karłowata (134340) Pluto nadal znajduje się na niebie w pobliżu Słońca i jest niewidoczna.

Planeta karłowata (1) Ceres jest nadal widoczna nad ranem w gwiazdozbiorze Lwa: 6 XII: 10^h58,0^m, +17°19', 8,3^m; 16 XII: 11^h07,0^m, +17°22', 8,1^m; 26 XII: 11^h14,1^m, +17°41', 8,0^m.

W grudniu w pobliżu opozycji znajdują się jasne planetoidy:

(2) Pallas, (jasność 8,0^m): 6 XII: 5^h11,6^m, -32°34'; 16 XII: 5^h02,8^m, -32°54'; 26 XII: 4^h54,5^m, -32°21', 5 I 2009: 4^h48,2^m, -31°00'.

(4) Vesta, (jasność 7,1^m): 6 XII: 2^h03,5^m, +3°07'; 16 XII: 2^h01,1^m, +3°39'; 26 XII: 2^h01,4^m, +4°25', 5 I 2009: 2^h04,2^m, +5°23'.

Meteory

Od 27 listopada do 17 grudnia promieniują meteory ze słabo zbadanego roju Monocerotydów (MON). Radiant meteoriów leży w gwiazdozbiorze Jednoróżca i ma współrzędne: rekt. 6^h40^m, dekl. +8°. Maksimum aktywności MON przypada w tym roku 8 grudnia, jednak istnieją obserwacje świadczące również o drugim maksimum, ok. 15 grudnia. Strumień jest wizualnie słaby, jednak bardzo mało zbadany i pilnie wymagający obserwacji zwłaszcza, że tegorocznym obserwacjom meteorów w okresie głównego maksimum nie będzie przeszkadzał Księżyca po pierwszej kwadrze.

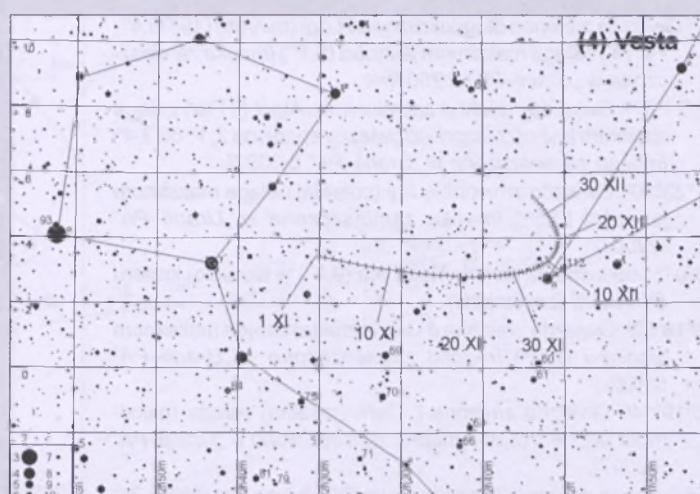
Od 7 do 17 grudnia promieniują meteory z roju Geminidów (GEM) związanego z planetoidą (prawdopodobnie „wygasłą” kometą) (3200) Phaeton. Radiant Geminidów leży w gwiazdozbiorze Bliźniąt i w momencie maksimum aktywności w dniu 13 grudnia o 23 UT ma współrzędne rekt. 7^h28^m, dekl.+33°. Strumień jest zawsze obfity, jednak jego wewnętrzna struktura pozostaje nadal słabo zbadana, toteż wymaga on obserwacji nie tylko w momencie przewidywanego mak-

simum. W obserwacjach tych meteorów będzie jednak bardzo przeszkadzał Księżyc tuż po pełni.

Od 12 grudnia do 23 stycznia promienią meteorę ze słabo zbadanego roju **Coma Berenicidów (COM)**. Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Warkocza i ma współrzedne: rekt. $11^{\text{h}}40^{\text{m}}$, dekl. $+25^{\circ}$. Maksimum aktywności COM przypada w tym roku 29 grudnia. Strumień jest wizualnie słaby, jednak bardzo interesujący i wymagający obserwacji, zwłaszcza w celu wyznaczenia dokładnego momentu maksimum. Tegorocznym obserwacjom meteorów nie będzie przeszkadzał Księżyc tuż po nowiu.

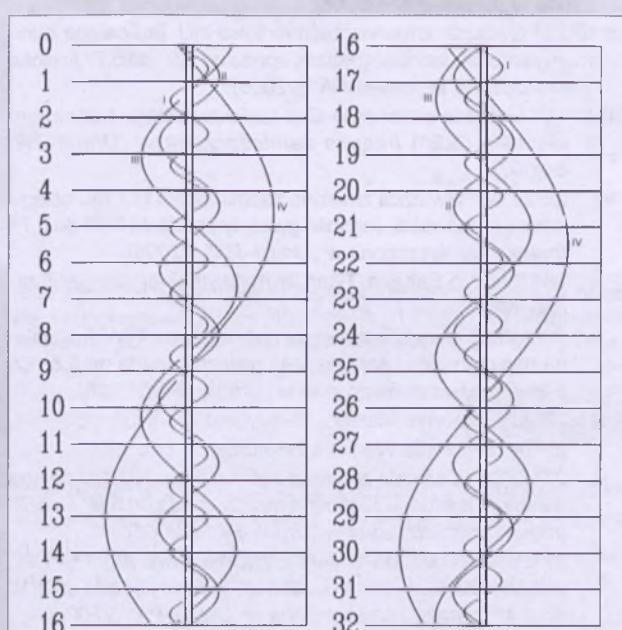
Od 17 do 26 grudnia promienią meteory z bardzo słabo zbadanego roju **Ursydów (URS)**, związanego z kometą 8P/Tuttle. Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Małej Niedźwiedzicy i ma współrzedne: rekt. $14^{\text{h}}28^{\text{m}}$, dekl. $+76^{\circ}$. Maksimum aktywności URS przypada w tym roku 22 grudnia o 7:30 UT. Strumień jest słaby, jednak w latach 1945 i 1986 zanotowano jego silne rozbłyski. Zwiększoną aktywność, aż do ZHR równego 30 i więcej, była również obserwowana w latach 1988, 1994, 2000 i 2006. W bieżącym roku spodziewana jest również jego zwiększoną aktywność, w związku z bliskością macierzystej komety. Tegorocznym obserwacjom tego interesującego roju nie będzie przeszkadzał zbliżający się do nowiu Księżyc.

- 1^d03^h Minimalna libracja Księżyca ($3,8^{\circ}$) w kierunku *Sinus Iridium* (zacienniona).
 1^d09^h Złączenie Wenus z Jowiszem w odległości 2° .
 1^d16^h Zakrycie planety Wenus ($-4,1^{\text{m}}$) przez ciemny brzeg Księżyca po nowiu, widoczne w całej Polsce (Szczecin $16^{\text{h}}09^{\text{m}}$ — Krosno $16^{\text{h}}26^{\text{m}}$).
 1^d17^h Złączenie Jowisza z Księżykiem w odległości 2° .

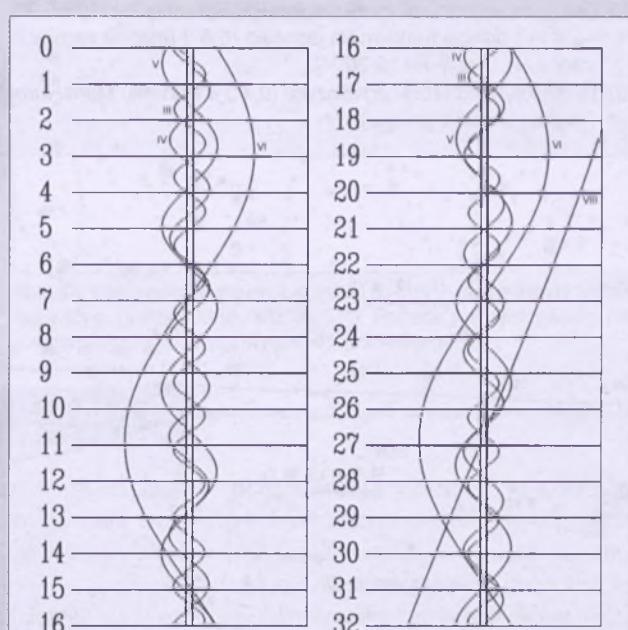


Rys. 7. Trasa planetoidy (4) Vesta na tle gwiazd gwiazdozbioru Wieloryba w listopadzie i grudniu 2008 (zaznaczone gwiazdy do 10^{m})

- 1^d17^h Złączenie Wenus z Księżykiem w odległości $0,08^{\circ}$.
 2^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.
 4^d03^h Złączenie Neptuna z Księżykiem w odległości 1° .
 4^d03^h15^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5,8^{\text{m}}$ do $6,6^{\text{m}}$ [mapka zamieszczona w „Uranii—PA” 5/2006].
 5^d Gwiazda zmienna długookresowa R Boo (miryda) ($14^{\text{h}}37,2^{\text{m}}$, $+26^{\circ}44'$) osiąga maksimum jasności ($7,2^{\text{m}}$) [mapka zamieszczona w „Uranii—PA” 2/2008].
 5^d00^h18^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa Algol (β Per) osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $2,1^{\text{m}}$ do $3,4^{\text{m}}$ [mapka zamieszczona w „Uranii—PA” 5/2007].
 5^d22^h Mars w koniunkcji ze Słońcem.
 6^d21^h Zakrycie gwiazdy λ Psc ($4,5^{\text{m}}$) przez ciemny brzeg Księżyca po pierwszej kwadrze, widoczne w całej Polsce (Wrocław $21^{\text{h}}51^{\text{m}}$ — Gdańsk $21^{\text{h}}54^{\text{m}}$).



Rys. 8. Konfiguracja galileuszowych księżyców Jowisza w grudniu 2008 (I — Io, II — Europa, III — Ganimedes, IV — Callisto). Przerwa w trasie księżyca oznacza przebywanie satelity w cieniu planety. Zachód na prawo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na lewo



Rys. 9. Konfiguracja pięciu najjaśniejszych księżyców Saturna w grudniu 2008 (III — Tethys, IV — Dione, V — Rhea, VI — Tytan, VIII — Iapetus). Zachód na prawo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na lewo

7^d Gwiazda zmienna długookresowa R Aql (miryda) ($19^{\text{h}}06,4^{\text{m}}$, $+8^{\circ}14'$) osiąga maksimum jasności ($6,1^{\text{m}}$) [mapka zamieszczona w „Uranii–PA” 3/2004].

7^d 21^h07^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa Algol (β Per) osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $2,1^{\text{m}}$ do $3,4^{\text{m}}$ [mapka zamieszczona w „Uranii–PA” 5/2007].

7^d 23^h30^m Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^{\text{m}}$) [mapka zamieszczona w „Uranii–PA” 6/2007].

8^d 01^h Maksymalna libracja Księżyca ($9,6^{\circ}$) w kierunku krateru Schickard (zaciemiony).

8^d 18^h52^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^{\text{m}}$) [mapka zamieszczona w „Uranii–PA” 5/2007].

8^d 19^h14^m Gwiazda zmienna ζ Gem (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,6^{\text{m}}$) [mapka zamieszczona w „Uranii–PA” 6/2007].

9^d Gwiazda zmienna długookresowa RS Lib (miryda) ($15^{\text{h}}24,3^{\text{m}}$, $-22^{\circ}55'$) osiąga maksimum jasności ($7,5^{\text{m}}$) [mapka zamieszczona w „Uranii–PA” 1/2004].

10^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.

14^d Gwiazda zmienna długookresowa R Tri (miryda) ($2^{\text{h}}37,0^{\text{m}}$, $+34^{\circ}16'$) osiąga maksimum jasności ($6,2^{\text{m}}$) [mapka zamieszczona w „Uranii–PA” 1/2008].

14^d 00^h Minimalna libracja Księżyca ($4,1^{\circ}$) w kierunku Mare Australis (zaciemiony).

14^d 03^h39^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^{\text{m}}$) [mapka zamieszczona w „Uranii–PA” 5/2007].

15^d 03^h44^m Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^{\text{m}}$) [mapka zamieszczona w „Uranii–PA” 6/2007].

16^d 18^h15^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5,8^{\text{m}}$ do $6,6^{\text{m}}$ [mapka zamieszczona w „Uranii–PA” 5/2006].

18^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.

18^d 21^h Złączenie Saturna z Księzcem w odl. 6° .

18^d 22^h51^m Gwiazda zmienna ζ Gem (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,6^{\text{m}}$) [mapka zamieszczona w „Uranii–PA” 6/2007].

19^d Gwiazda zmienna długookresowa RR Sgr (miryda) ($19^{\text{h}}55,9^{\text{m}}$, $-29^{\circ}11'$) osiąga maksimum jasności ($6,8^{\text{m}}$) [mapka zamieszczona w „Uranii–PA” 2/2004].

20^d 16^h Maksymalna libracja Księżyca ($9,4^{\circ}$) w kierunku Mare Humboldtianum (zaciemionie).



Rys. 10. Położenie i ruch własny radiantu meteorowego Ursydów (URS) w okresie od 20 do 25 grudnia 2008

21^d 12^h04^m Słońce wstępnie w znak Koziorożca, jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 270° ; rozpoczyna się zima astronomiczna.

21^d 18^h02^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5,9^{\text{m}}$ do $6,7^{\text{m}}$ [mapka zamieszczona w „Uranii–PA” 5/2006].

21^d 19^h27^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5,8^{\text{m}}$ do $6,6^{\text{m}}$ [mapka zamieszczona w „Uranii–PA” 5/2006].

22^d Gwiazda zmienna długookresowa R Aqr (miryda) ($23^{\text{h}}43,8^{\text{m}}$, $-15^{\circ}17'$) osiąga maksimum jasności ($6,5^{\text{m}}$) [mapka zamieszczona w „Uranii–PA” 3/2003].

22^d Gwiazda zmienna długookresowa R Gem (miryda) ($7^{\text{h}}07,4^{\text{m}}$, $+22^{\circ}42'$) osiąga maksimum jasności ($7,1^{\text{m}}$) [mapka zamieszczona w „Uranii–PA” 5/2005].

22^d Gwiazda zmienna długookresowa α Cet (Mira) ($2^{\text{h}}19,3^{\text{m}}$, $-2^{\circ}58'$) osiąga maksimum jasności ($3,4^{\text{m}}$) [mapka zamieszczona w „Uranii–PA” 1/2006].

23^d 19^h23^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5,9^{\text{m}}$ do $6,7^{\text{m}}$ [mapka zamieszczona w „Uranii–PA” 5/2006].

24^d 21^h14^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^{\text{m}}$) [mapka zamieszczona w „Uranii–PA” 5/2007].

25^d 20^h44^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5,9^{\text{m}}$ do $6,7^{\text{m}}$ [mapka zamieszczona w „Uranii–PA” 5/2006].

26^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.

26^d 20^h39^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5,8^{\text{m}}$ do $6,6^{\text{m}}$ [mapka zamieszczona w „Uranii–PA” 5/2006].

26^d 23^h Złączenie Marsa z Księzcem w odl. 3° .

27^d 14^h Złączenie Wenus z Neptunem w odl. $1,5^{\circ}$.

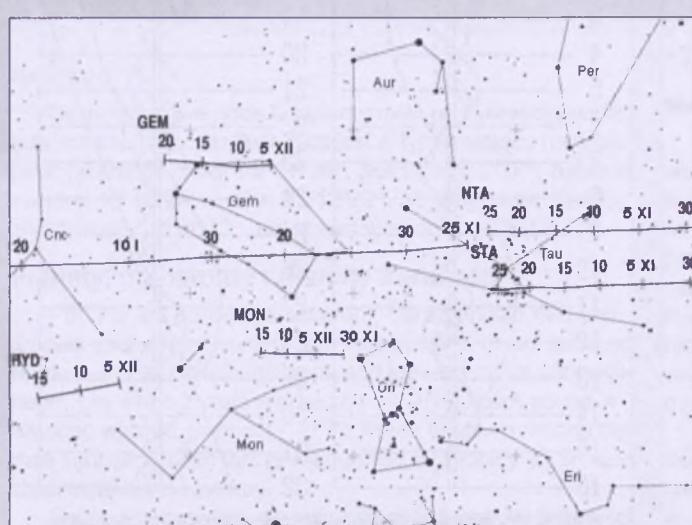
27^d 22^h05^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5,9^{\text{m}}$ do $6,7^{\text{m}}$ [mapka zamieszczona w „Uranii–PA” 5/2006].

27^d 22^h50^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa Algol (β Per) osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $2,1^{\text{m}}$ do $3,4^{\text{m}}$ [mapka zamieszczona w „Uranii–PA” 5/2007].

28^d 19^h Minimalna libracja Księżyca ($3,1^{\circ}$) w kierunku Sinus Iridium (zaciemiony).

29^d 02^h28^m Gwiazda zmienna ζ Gem (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,6^{\text{m}}$) [mapka zamieszczona w „Uranii–PA” 6/2007].

29^d 03^h Złączenie Merkurego z Księzcem w odl. $0,07^{\circ}$.



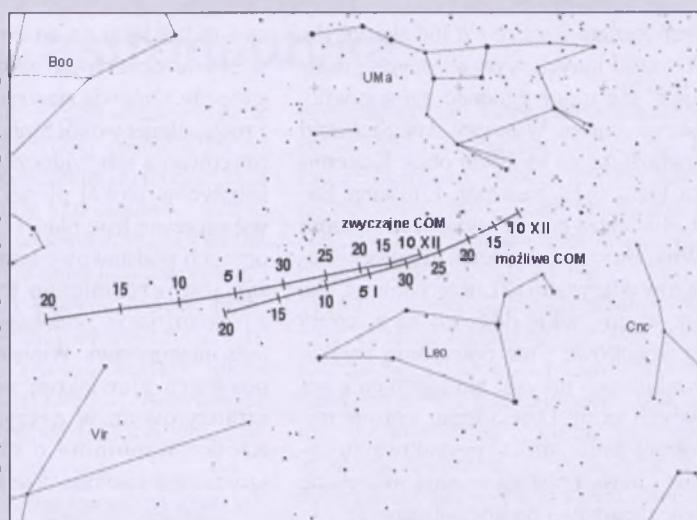
Rys. 11. Położenie i ruch własny radiantu meteorowego Geminidów (GEM) w okresie od 5 do 20 grudnia 2008, Monocerotydów (MON) od 30 listopada do 15 grudnia 2008, sigma Hydrydów (HYD) od 5 do 15 grudnia 2008, północnych (NTA) i południowych (STA) Taurydów od 30 października do 25 listopada 2008

- 29^d09^h Złączenie Jowisza z Księżykiem w odł. 1,5°.
 29^d23^h26^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,7^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2006].
 30^d19^h39^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa Algol (β Per) osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 2,1^m do 3,4^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2007].
 31^d Gwiazda zmienna długookresowa R Cas (miryda) (23^h58,4^m, +51°24') osiąga maksimum jasności (7,0^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 6/2002].
 31^d Gwiazda zmienna długookresowa R Cyg (miryda) (19^h36,8^m, +50°12') osiąga maksimum jasności (7,5^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 4/2007].
 31^d09^h Złączenie Neptuna z Księżykiem w odł. 0,7°.
 31^d15^h Złączenie Merkurego z Jowiszem w odł. 1°.
 31^d21^h51^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,8^m do 6,6^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2006].

UWAGA: Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie uniwersalnym UT (Greenwich).

Aby otrzymać datę w obowiązującym w listopadzie i grudniu w Polsce „czasie zimowym”, należy dodać 1 godzinę.

Momenty złączeń planet z Księżykiem podane są dla współrzędnych Warszawy. Dla każdego złączenia poda-

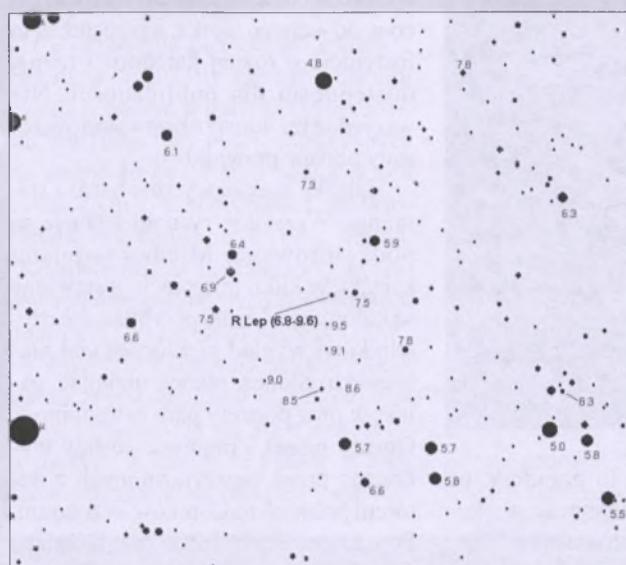


Rys. 12. Położenie i ruch własny radiantu meteorowego Coma Berenicydów (COM) w okresie od 10 grudnia 2008 do 20 stycznia 2009

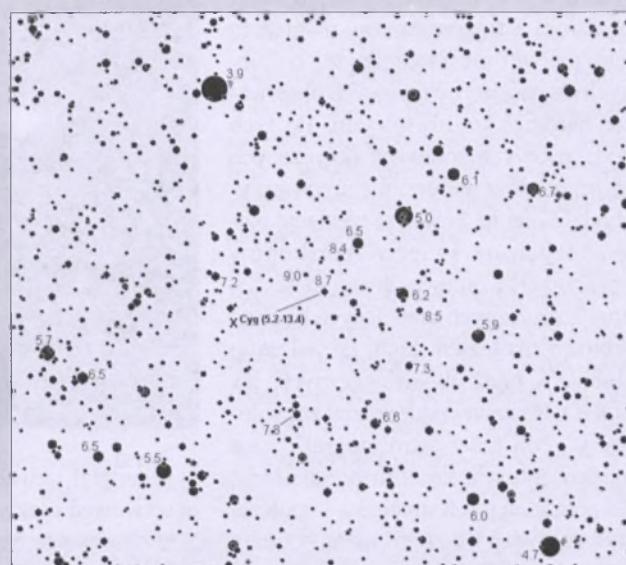
no momenty największego zbliżenia obiektów na niebie. Podane są **wszystkie** złączenia, nie tylko widoczne w Polsce.

Współrzędne równikowe podane są dla Epoki 2000.0.

Opracował T. Ściążor



Rys. 13. Mapa gwiazdozbioru Zająca do obserwacji gwiazdy zmiennej długookresowej R Lep (4^h59^m36,3^s, -14°48'21"). Podane jasności gwiazd porównania (pole widzenia wynosi 6°, północ u góry)



Rys. 14. Mapa gwiazdozbioru Łabędzia do obserwacji gwiazdy zmiennej χ Cyg (19^h50^m33,9^s, +32°54'51"). Podane jasności gwiazd porównania (pole widzenia wynosi 6°, północ u góry)

recenzje U-PA

Przemysław Rudź, „Niebo”, Przewodnik po Wszechświecie, 272 s., Wyd. Carta Blanca, Grupa Wydawnicza PWN, Warszawa 2008, cena 29,90 zł.

Omawiana pozycja to niemal kompletne kompendium wiedzy dla miłośników astronomii o niebie, jego obiektybach i amatorskich sposobach obserwacji. Jej autorem jest wytrawny miłośnik astro-

nomii, konstruktor amatorskich instrumentów astronomicznych, autor ciekawych i pięknych zdjęć różnych obiektów niebieskich.

Treść książki podzielono na 9 rozdziałów o bardzo różnej długości i wartości merytorycznej. Niektóre z nich są z kolei podzielone na podrozdziały. Rozdział pierwszy, zatytułowany „Wprowadzenie”, po kilku stronach

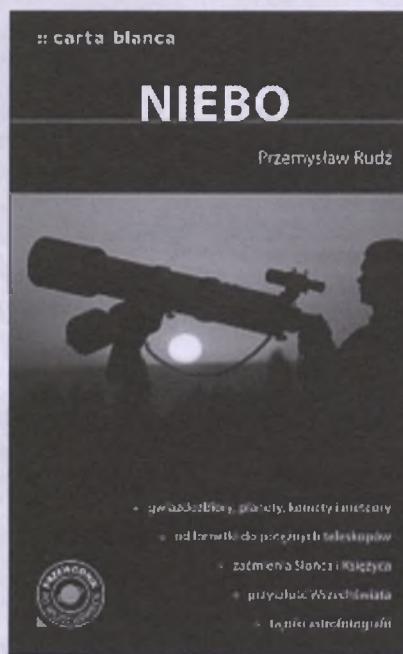
przedstawiających treść książki i jej strukturę, omawia krótko wyobrażenia o Wszechświecie i osiągnięcia astronomiczne w starożytności, mityczne legende przeniesione na sklepienie nieba. Przedstawia też dziedziny współczesnej astronomii i krótkie biogramy wielkich astronomów. Podziwiam autora za odwagę zakwalifikowania do wielkich astronomów żyjących uczonych, któ-

rych kariera jeszcze się nie skończyła. A wśród innych wymienionych „wielkich” nie mogę zgadnąć, co sprawiło, że np. Antoni Wilk czy Ary Sternfeld znaleźli się na tej liście obok Kopernika, Galileusza, Newtona, Einsteina, Banachiewicza czy Paczyńskiego. Antoni Wilk, owszem, wyróżnia się wśród Polaków odkryciem aż czterech komet, ale, jak wiemy, takie odkrycia są z reguły przypadkowe i nie potrzebują zwykle wnioskowego umysłu ani zgłębienia zaawansowanych teorii. Dzięki temu właśnie miłośnicy astronomii w poszukiwaniu komet i innych obiektów mają wdzięczne pole działania i piękne osiągnięcia.

Rozdział drugi jest poświęcony instrumentarium astronoma. Najpierw omówione są podstawy optyki i najważniejsze parametry teleskopów oraz aberracje układów optycznych, a następnie lornetki i teleskopy amatorskie. Relatywnie dużo miejsca poświęca autor okularom astronomicznym, montażom teleskopów i nie zapomina też o drobnych akcesoriach, czyniących obserwacje bardziej komfortowymi. Po tych podstawowych sprawach dotyczących instrumentów astronomicznych przychodzi kolej na krótką prezentację największych na świecie teleskopów optycznych i radiowych oraz teleskopów kosmicznych pracujących bądź na orbitach okołoziemskich, jak teleskop Hubble'a, bądź okołosłonecznych, jak SOHO. Następny podrozdział zatytułowany „Podstawy astrofotografii” jest bardzo dobrym, krótkim poradnikiem dla początkujących amatorów współczesnej cyfrowej fotografii nieba. Ostatni podrozdział „Budowa amatorskiego teleskopu” to szereg rad i wskazówek, jak zbudować sobie teleskop, a nawet jak wyszlifować jego lustro główne.

Rozdziały trzeci i czwarty, razem 142 strony, więcej niż połowa objętości książki, stanowią jej istotę, czyli właściwy przewodnik po amatorskich obserwacjach ciał niebieskich. Rozdział trzeci omawia obserwacje ciał Układu Słonecznego. Przedstawia więc poszczególne składniki naszej słonecznej rodziny: Słońce, planety, Księżyc, planetoidy, komety i roje meteorów oraz zjawiska zachodzące wśród tych ciał. ostrzega przed niebezpieczeństwem utraty wzroku w czasie obserwacji Słoń-

ca i radzi, jak i na co zwracać uwagę w czasie obserwacji naszej dziennej gwiazdy. Omawia zjawiska wynikające z ruchu planet wokół Słońca (m.in. uwierunkowania ich widoczności) i ruchu księżyców wokół planet. Daje pełną, współczesną listę planet i ich satelitów oraz ich podstawowe parametry. Księżyca jest przedmiotem treści jednego z podrozdziałów, podobnie komety i materia meteorytowa. Wiele miejsca Autor poświęca zjawiskom zakryciowym i tranzytowym w naszym Układzie. Krótko wspomina o obserwacjach sztucznych satelitów Ziemi.



Rozdział czwarty to poradnik, co obserwować i jak wykonywać amatorskie obserwacje obiektów spoza Układu Słonecznego. Jest więc mowa o różnej kategorii gwiazdach zmiennych i celach oraz specyfice ich obserwacji, gwiazdach podwójnych i wielokrotnych, gromadach gwiazd, mgławicach i galaktykach. Autor przytacza cały katalog mgławic Messiera, którego obiekty są częstym przedmiotem wręcz zawodów obserwacyjnych miłośników astronomii. Następne podrozdziały zawierają opis gwiazdozbiorów widocznego w polskich szerokościach geograficznych nieba (razem 46 gwiazdozbiorów) ze wskazaniem interesujących dla amatorskich obserwacji obiektów. Gwiazdozbiory są prezentowane tak, jak występują na niebie: zgrupowane wokół

bieguna niebieskiego, widoczne na niebie zimowym, wiosennym, letnim i jesiennym.

Rozdział piąty to krótkie „Ciekawostki z dziedziny astronomii i nauk pokrewnych”. A ścisłe to takie zagadnienia, jak: „Czy Wszechświat miał początek i czy będzie miał koniec?”, „Podróże międzygwiazdowe i podbój Kosmosu”, „Klimat na Ziemi i astronomiczne czynniki jego zmian”, „Pochodzenie życia na Ziemi i poszukiwanie go we Wszechświecie”.

Pozostałe rozdziały to w istocie bardzo krótkie informacje praktyczne: słowniczek kilkudziesięciu specyficznych terminów występujących w książce, lista książek o tematyce astronomicznej wydanych ostatnio (nie tak bardzo ostatnio!) w Polsce, adresy polskich planetariów i obserwatoriów astronomicznych oraz ciekawych dla miłośników astronomii stron www. Szkoda, że wszystkie planetaria zostały jakby wrzucone do jednego worka, a przecież są to instytucje o różnej kategorii i różnej dostępności dla publiczności. Nie wszystkie też adresy obserwatoriów zostały podane prawidłowo.

Książka została wydana bardzo stannie. Wszystkie rysunki i tabele są podkolorowane. Między stronami książki, w kilku miejscach, wstawione są kolorowe wkładki przybliżające czytelnikowi wygląd niektórych ciał niebieskich: Słońca, planet, mgławic, galaktyk oraz portrety paru astronomów. Obrazy planet i mgławic zostały wykonane przez zaprzyjaźnionych z autorem polskich miłośników astronomii. Pouczająca jest tablica przybliżająca graficznie skalę odległości we Wszechświecie. Mapy gwiazdozbiorów są prezentowane na miły dla oka niebieskim tle. Kieszonkowy format (12×19,5 cm) zachęca do wzięcia książki do ręki i zapoznania się z jej treścią.

Słowem w książce Przemysława Rudzia pt. „NIEBO” miłośnicy astronomii otrzymali nie tylko wiarygodny przewodnik po niebie, ale i praktyczny poradnik, co i jak obserwować. Książka jest niewątpliwie warta polecenia wszystkim, zarówno początkującym, jak i zaawansowanym miłośnikom gwiazdnego nieba.

Andrzej Woszczyk

Muzyka i... astronautyka

Maciek Wierzchowski, występujący pod pseudonimem Vanderson, którego zawiozłem rok temu na Ogólnopolski Zlot Miłośników astronomii w Niedźwiadach, by zagrał tam na żywo, wystąpił na OZMA również w tym roku. Tym razem zagrał dwa koncerty: jeden dla uczestników zlotu w Kawęczynku, drugi — większy — na Rynku w Jaśle. Muzyce towarzyszyły bogate wizualizacje zabierające słuchaczy w kosmiczną podróż po Układzie Słonecznym i dalej. Tematem wiodącym tegorocznego OZMA było 30-lecie programu Interkosmos, stąd myśl, by tym razem napisać nie tyle o astronomicznych, co właśnie astronautycznych koneksiach z muzyką.

Wracając do Vandersona, warto wspomnieć o jego ubiegłorocznym występie w Jaśle w ramach imprezy „Dogonić Kosmos” zorganizowanej z okazji 50-lecia wystrzelienia pierwszego sputnika. Obszerne fragmenty samego koncertu można zobaczyć w internetowym serwisie YouTube. Przy okazji warto zatrzymać się na stronie formacji Bad Sector, która w ubiegłym roku koncertowała we Wrocławiu, prezentując muzykę z albumu „Kosmodrom” na tle trajektorii, wykresów i planów technicznych historycznych pojazdów kosmicznych *made in USSR*.

Wplatanie odgłosów startów rakiet kosmicznych, sygnałów z satelitów i rozmów astronautów na stałe zagościło w muzyce w latach 70., kiedy to cały świat pasjonował się tzw. podbojem Ko-

smosu. Okazuje się, że obecnie można zaobserwować swoisty renesans takich zabiegów w odniesieniu do pionierskich lotów w Kosmos, i co ciekawe, robią to często młodzi wykonawcy, dla których tamte odległe już czasy to tylko podręcznikowa historia. Pozwól tu sobie przypomnieć klasyczne już kompozycje Vangelisa (*Mare Tranquillitatis*), duetu Software (*Space Design*), Isao Tomity (*Mars*) czy Biosphere (*Mir*). W tym ostat-

nego startu promu kosmicznego Challenger w 1986 r. Przepiękny utwór „Ron's Piece”, zamkający album, miał być równocześnie zagrany na Ziemi przez Jarre'a i na orbicie, gdzie solową partię saksofonową miał zagrać Ronald McNair.

Bardzo ciekawy projekt zrealizował parę lat temu islandzko-brytyjski duet Hüberty Nói i Howie B pt. „Music For Astronauts And Cosmonauts”. Jest to muzyka utrzymywana w nurcie ambient, specjalnie stworzona dla załóg orbitujących na pokładzie stacji kosmicznych i trwa dokładnie tyle, ile czasu potrzeba na jedno pełne okrążenie Ziemi. W tym czasie mija na stacji swoista doba, stąd tytuły ponad 20-minutowych utworów: *Morning, Day, Evening, Night*.

Zawsze intrygowało mnie, jak nieważkość wpływa na percepcję muzyki. Niestety, rzeczywistość takiej np. międzynarodowej stacji kosmicznej skrzeczy, a dosłownie szumi i to głośno. Właśnie w domu hałasuje mi równocześnie pralka, lodówka, o zbyt głośnej pracy komputera nie wspominając. Proszę sobie wyobrazić takie warunki pracy na orbicie, ale 24 godziny na dobę! Pewnie szybko zachciałoby się posłuchać... ciszy Wszechświata. Można by odcinać się od wszędobylskiego haasu muzyką w słuchawkach (najlepiej takich aktywnych, redukujących dźwięki otoczenia), ale, jak to już dawno zauważył Claude Debussy, od muzyki piękniejszą jest... cisza.

Jacek Drążkowski



nim przykładzie mamy swoisty hołd złóżony radzieckiemu kosmonaucie Sergiwowi Krikalewowi, który od maja 1991 do marca 1992 r. utknął na orbicie, ponieważ jego kraj pograżał się w tym czasie w kryzysie i nie było środków na ściągnięcie go z pokładu stacji Mir na Ziemię.

Miłośnicy twórczości J.M. Jarre'a nie wybaczyliby mi, gdybym nie wspomniał o jego albumie „Rendez Vous” dedykowanym astronautom — ofiarom tragicz-

INFORMACJE O PRENUMERACIE URANII-PA

Prenumerata na rok 2008 (6 zeszytów) kosztuje 54 zł (zagraniczna 70 zł). Cena pojedynczego zeszytu 10 zł. Wpłaty prosimy kierować na konto:

Polskie Towarzystwo Astronomiczne
Bank Millennium S.A. o/Toruń
Nr 44 11602202000000055305241

Wszelkich informacji o prenumeracie i zakupie numerów archiwalnych „Postępów Astronomii” i „Uranii-PA” udziela:

Karolina Zawada
Centrum Astronomii UMK
ul. Gagarina 11, 87-100 Toruń

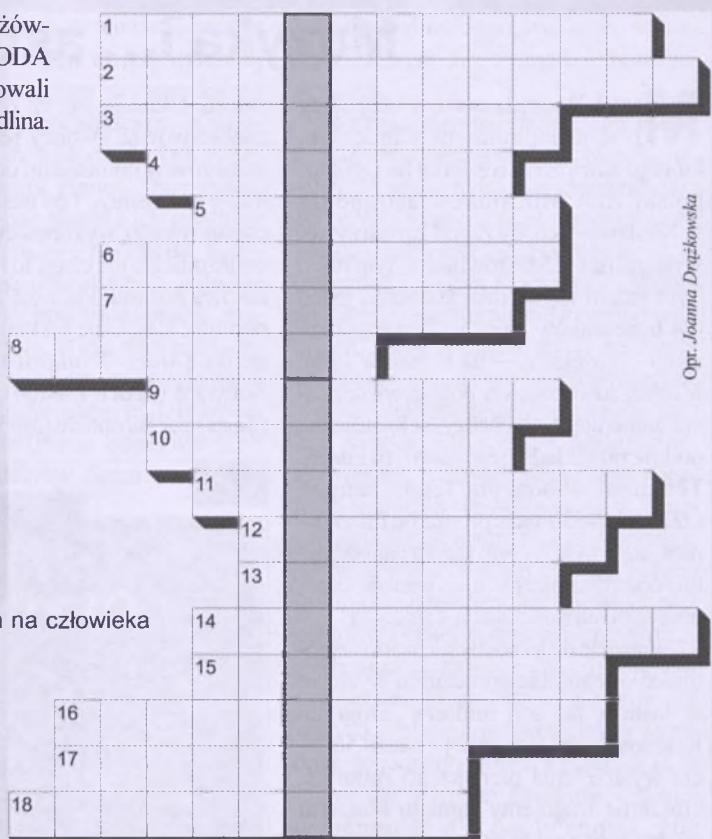
E-mail: urania@astri.uni.torun.pl
tel/fax (0-56) 611 30 14 / 611 30 08



W „Uranii-PA” nr 3/2008 zamieściliśmy krzyżówkę, której rozwiązaniem jest hasło NAGRODA TEMPLETONA. Nagrody książkowe wylosowali Andrzej Midura z Krakowa i Wojciech Skaluba z Niemodlinia. Nagrody wyślemy pocztą.

1. „Równoleżnik” układu horyzontalnego
2. Zajmuje się wpływem Wszechświata na Ziemię
3. Nagroda odebrana przez ks. prof. Hellera
4. NGC4038 i NGC4039
5. Służył do nawigacji
6. Tam odbyła się tegoroczna OZMA
7. Ugrupowanie gwiazd
8. Imię pierwszego polskiego kosmonauty
9. Całkowite albo częściowe
10. Znalazł wodę na Marsie
11. Znajduje się tam SALT
12. Przesunięcie ku czerwieni
13. Naj słynniejszy brytyjski teleskop
14. Razem z E. Rybką zajmował się wpływem Słońca na człowieka
15. Rosyjski heliobiolog
16. Z początek planety
17. Najpiękniejszy polski meteoryt
18. Założyciel „Młodego Technika”

Tym razem do wylosowania są dwa małe meteoryty ufundowane przez pana Marcina Cimą z firmy POLAND.MET. Na rozwiązania czekamy do końca listopada br. Osoby nie będące prenumeratorem „Uranii-PA” muszą dołączyć do rozwiązania kupon umieszczony w lewym górnym rogu tej strony. Prenumeratorzy mogą przesyłać rozwiązania drogą elektroniczną.



Opt. Joanna Drużkowska

Słowa kluczowe do rozwiązywania krzyżówki zamieszczonej w „Uranii-PA” 3/2008: 1. Tarnów, 2. Kaasalainen, 3. węgliste, 4. Czarnohora, 5. fotometria, 6. Oldfield, 7. Pauli, 8. Retyk, 9. Magellana, 10. Norymberga, 11. Dooplera, 12. Polesiuk, 13. dublet, 14. planetozymal, 15. AstroJaWil, 16. Magnusson, 17. Markarian

Ciekawe strony internetowe...

Dziś proponuję przyjrzenie się olbrzymiej kolekcji zdjęć, animacji, krótkich filmów (wszystko z objaśnieniami) pochodzących ze zbiorów NASA. NASA we współpracy z Internet Archive pod adresem <http://www.nasaimages.org/> umieściła wspomniane materiały zebrane w czasie jej pięćdziesięcioletniej historii. Kolekcja jest ciągle uzupełniana, można ją szczegółowo przeszukiwać. Na początek przygotowanych jest kilka podstawowych kategorii: „Wszechświat”, „Układ Słoneczny”, „Ziemia”, „Aeronautyka” i „Astronauti”. Oddzielne wejścia są związane z najbardziej spektakularnymi misjami NASA, poczynając od satelitów serii Explorer i projektu załogowego Mercury, a kończąc na promie kosmicznym, misji Cassini i łazikach marsjańskich (przykładowo pod tym ostatnim tytułem można znaleźć około 2800 zdjęć i animacji). Zdjęcia można oglądać w zmiennej, regulowanej przez użytkownika skali.



(rs)

Witam.

Jasne niebo nie zachęca do fotografowania DS-ów, nieniejsie brakowało okazji do ciekawych zdjęć, zwłaszcza za sprawą obłoków srebrzystch (Noctilucent clouds).

Obserwuję je w miarę systematycznie od wielu lat. Widoczny jest wyraźny wzrost ich aktywności w ostatnich latach. Tegorocznego lata było pod tym względem rekordowe. Obserwowałem je w czerwcu i lipcu kilkanaście razy. Ich zasięg i rozmiary były kilkakrotnie większe niż dotąd spotykane. Zastanawiające, co jest tego przyczyną. Czyżby zmiany klimatyczne lub wzrost zanieczyszczenia naszej atmosfery?

Wszystkie fotografie obłoków zostały wykonane w okolicach Szubina.

Pozdrawiam serdecznie

Marek Nikodem

Galeria Uranii



26 czerwca, godz. 23.20, chyba najjaśniejsze i najładniejsze, jakie kiedykolwiek widziałem, o bardzo interesującej strukturze. Fascynującym zajęciem była obserwacja szybko zachodzących zmian ich kształtów



21 lipca, godz. 22.20. NLC tego wieczoru pojawiły się na wysokości ponad 90°. Nigdy wcześniej nie widziałem ich tak wysoko. Były również doskonale widoczne daleko na południu, nawet w Iranie. To niezwykłe, bowiem dotychczas raczej nie pokazywały się poniżej 50° szerokości geograficznej



26 czerwca, godz. 23.00



2 lipca, godz. 2.30, prawdziwy wybuch aktywności, duże rozmiary i niezwykle kształty



22 lipca, godz. 2.00



22 lipca, godz. 3.30, fragment niezwykle rozległego kompleksu o rozpiętości ponad 200°!



Zaćmienie Księżyca 16-17 sierpnia 2008 r.
sfotografowane w Atenach za pomocą aparatu Canon
EOS 300D z obiektywem 160 mm (f/7,5).
Czasy ekspozycji to 3,2 s dla górnego zdjęcia i od 1/250
do 1/30 s dla sekwencji dolnej (ISO 200). Zwykle pomijany
w czasie prezentacji zdjęć zaćmienia Księżyca cień Ziemi
tu jest pięknie widoczny, a wchodzący w niego Księżyca
stanowi doskonały ekran, aby go pokazać.
Fot. Anthony Ayiomamitis

Urania

6/2008 (738)

POSTĘPY ASTRONOMII

tom LXXIX

listopad—grudzień

- 2009 – Międzynarodowy Rok Astronomii
- Aktywne jądra galaktyk
- Tajemnice *De Revolutionibus*



NGC 1232

Fot. FORS1, 8,2-m VLT Antu, ESO



W galaktykach fascynuje nie tylko to, co widzimy, ale i to, czego nie widać. Wielka spiralna galaktyka NGC 1232 sfotografowana szczegółowo za pomocą jednego z najnowszych wielkich teleskopów jest tego dobrym przykładem. Widoczny obraz jest zdominowany przez miliony jasnych gwiazd i ciemny pył, wplątane w grawitacyjny wir spiralnych ramion obracających się wokół centrum. Wzdłuż nich widzimy skupione gromady otwarte, zawierające głównie jasne niebieskie gwiazdy, a między nimi możemy zobaczyć ciemne pasy gęstego, międzygwiazdnego pyłu. Mniej widoczne, ale wykrywalne są miliardy przyćmionych, normalnych gwiazd ciągu głównego i ogromne obszary międzygwiazdnego gazu, dające łącznie taką masę, że to właśnie one dominują dynamikę wnętrza galaktyki. Niewidoczne są znacznie większe ilości materii w formie, której jeszcze nie znamy — ta dominująca ciemna materia jest potrzebna, aby wyjaśnić obserwowany ruch w zewnętrznych obszarach galaktyki. Ale co to jest?

NGC 3370

Fot. NASA, ESA, Hubble Heritage (AURA)



Czy tak wygląda z daleka nasza Droga Mleczna? Podobna rozmiarami oraz kształtem ramion do naszej (choć bez centralnej poprzeczki) galaktyka spiralna NGC 3370 znajduje się w odległości około 100 mln lat św. w gwiazdozbiorze Lwa (Leo). Zarejestrowana powyżej z niezwykłymi szczegółami przez Zaawansowaną Kamerę do Przeglądów Kosmicznego Teleskopu Hubble'a, duża i piękna galaktyka spiralna jest nie tylko fotogeniczna. Jej bardzo wyraźny obraz pozwala badać pojedyncze gwiazdy — cefeidy. Te pulsujące gwiazdy wykorzystano do dokładnego zmierzenia odległości galaktyki. NGC 3370 została wybrana, ponieważ w 1994 r. w niej właśnie miał miejsce gwiazdny wybuch dobrze znanego rodzaju — supernowa typu Ia. Porównując znaną odległość do tej standardowej świecy, jaką jest supernowa, na podstawie pomiarów cefeid z obserwacjami bardziej odległych supernowych można było uzyskać kolejne wskazówki na temat rozmiarów oraz tempa ekspansji całego Wszechświata.

Szanowni i Drodzy Czytelnicy,

Oddajemy w wasze ręce ostatni tegoroczny numer. Rozpoczyna go przypomnienie o proklamowaniu przez Organizację Narodów Zjednoczonych roku 2009 Międzynarodowym Rokiem Astronomii. To będzie wyjątkowy rok dla nas, astronomów i miłośników astronomii, w którym musimy pokazać naszym sąsiadom i przyjaciołom, jak wygląda Wszechświat, jak każdy z nas może przyczynić się do lepszego poznania jego tajemnic. Dla wszystkich, naszych P.T. Czytelników i zwykłych spoglądaczy na niebo, „*Urania–Postępy Astronomii*” ogłasza konkurs na najciekawsze obserwacje astronomiczne 2009 r. Możemy obiecać, że nagrody dla zwycięzców będą ciekawe i wartościowe.



fot. A. Dmowska-Włodarczak

Dużo miejsca poświęcamy w tym numerze aktywnym jądom galaktyk. Marcin Gawroński z Torunia daje gruntowny przegląd badań tych obiektów, od pierwszych zaskakujących odkryć sprzed przeszło 50 laty, po współczesne badania najnowszymi technikami radiowymi i optycznymi. Gorąco zachęcam Państwa do lektury tego artykułu.

Kopernikowskie De Revolutionibus wciąż dostarcza nam nowych wątpliwości i zagadek, których rozwiążanie jest ważne z punktu widzenia historii nauki. W artykule Tajemnice de Revolutionibus Krzysztof Włodarczyk z Instytutu Historii Nauki PAN w Warszawie przedstawia nam te zagadki i tajemnice. Przy okazji pokazuje nam warsztat pracy historyka nauki. Każde nieomal zdanie, każde stwierdzenie, nie może być gołosłowne, a wręcz przeciwnie, dobrze argumentowane z powołaniem się na źródła. Lektura tego artykułu była dla mnie fascynująca.

Andrzej Pilski wspomina 30 lat Wakacji w Planetarium we Fromborku. Akcja zaczęła się w 1978 r. — do Fromborka zostali zaproszeni wolontariusze, którzy zgodzili się pomagać przy pokazach sztucznego nieba i jego ruchów w Planetarium i pokazach prawdziwego nieba przez teleskopy w zamian za spartańskie warunki bytowania. Chętnych było dość dużo, a spojrzenie wstecz napawać może dumą z dokonań tych młodych, oddanych astronomii, społeczników. Niestety, ostatnio zapał ten jakby wygasł.

Niedawno minęła 120 rocznica śmierci płońskiego lekarza i astronoma Jana W. Jędrzejewicza. W nawiązaniu do tej rocznicy, rodzący się Oddział PTMA w Płońsku, wspólnie z Miejskim Centrum Kultury zorganizował Sesję przypominającą znaczenie i rolę dr. J.W. Jędrzejewicza w polskiej i światowej astronomii XIX w. oraz roli miłośniczej astronomii we współczesnej nauce. Pisze o tym organizator płońskiej Sesji, Adam Derdzikowski.

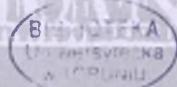
W Rozmaitościach zamieszczamy liczne doniesienia o nowych odkryciach. Galerię galaktyk, prowadzoną przez Dariusza Graczyka, wypełniamy opisem jednej tylko galaktyki — odkrytej przez Wiliama Herschela w 1785 r. NGC 4494. W naszych recenzjach przedstawiamy ciekawy „poradnik-album” astronomiczny Iana Ridpatha: „*Astronomia. Gwiazdozbiory–Planety–Instrumenty astronomiczne*” w tłumaczeniu Andrzeja Sołtana. Z całym przekonaniem polecamy tę książkę.

Kalendarz astronomiczny omawia już zjawiska i ciała niebieskie widoczne w pierwszych dwóch miesiącach przyszłego roku. Nie zabrakło też tradycyjnych działań naszego pisma: Astronomii w szkole, Felietonu muzycznego, wskazania ciekawych stron internetowych itp.

Uzyskaliśmy kod kreskowy dla naszego czasopisma. To było warunkiem koniecznym, aby *Urania* mogła być sprzedawana w ogólnopolskiej sieci KMPIK-ów. Mamy więc nadzieję, że w Międzynarodowym Roku Astronomii *Urania–Postępy Astronomii* staną się czasopismem łatwiej docierającym „pod strzechy” wszystkich zainteresowanych.

Życzę Państwu wspaniałej pogody i interesujących obserwacji.

Toruń w październiku 2008 r.



Czyżby Kol. Konrad Rudnicki „zapisał się” do ruchu NEW AGE?

Czytałem artykuł Kolegi Konrada pt. *Powstaje nowa „astronomia praktyczna”* z narastającym zdumieniem. Przeczytawszy zatem, że „astronomia praktyczna” to m.in. astrologia, a także kilka innych uwag na temat astrologii oraz o wpływie zjawisk kosmicznych na biosferę Ziemi, przeglądawszy się uważnie zamieszczonemu w artykule rysunkowi, przypomniałem sobie pewien epizod. Kiedy w 1980 r. ukazało się pierwsze wydanie mojej książki *Astrologia. Astronomia. Astrofizyka* (LSW, Warszawa), to Koledzy: Marcin Kubiak i Kazimierz Stępień oznajmili mi surowo, żebym nie przeprowadzał takiej rehabilitacji astrologii, bowiem wpływ zjawisk i rytmów kosmicznych na Ziemię i jej biosferę nie ma nic wspólnego z astrologią. Krótko mówiąc: nie ta ideologia. Wyciągnąłem z tej rozmowy właściwe wnioski.

A Kol. Rudnicki nadal leje stare wino w nowe dzbany, w dodatku jakby płacze pojęcia. Owszem, powstała kosmoekologia, ale i ona nie ma nic wspólnego z astrologią. Zresztą dodawanie słowa ekologia czy nawet eko stało się od pewnego czasu nader powszechnne, a wręcz nadużywane. Mamy zatem i ekoprålnię, i żywność ekologiczną itd., itp.

Mniejsza zresztą z tym. Przejdę do dalszej części. Kol. Konrad nie pisze tego wprost, ale znana mi jest od dawna jego fascynacja kulturą i „nauką” hinduską. (Przykro mi, lecz nie widzę niczego pozytywnego w czczeniu bogini Kali i w spalaniu żywcem wdów razem ze zmarłym małżonkiem — to jest po prostu barbarzyństwo). Zamiast tego pisze: *Z jakimi trudnościami ta nowa świadomość się buduje [...]. Jaka znowu n o w a?! Jak New Age, który obrósł prześadami orientalnymi i prahinduskimi? Ale do rzeczy. Autor ma mi po prostu za złe, że krytykuje jeden (!) rozdział mo-*

nografii Honoraty Korpikiewicz pt. *Kosmoekologia. Obraz zjawisk*, w którym właśnie odwołuje się ona do takich pojęć, jak **astrologia medyczna, prana, ki, mana, ruchi, czakram...** Nic dodać, nic ująć. Ciekawe, dlaczego Kol. Konrad to przemilcała? Zresztą o czakramie może sobie pisać mój kolega Leszek Mazan, jest to jego *licentia poetica*.

Co gorsza, z tych rozważań wydaje się wynikać, że z Autora jest taki chrześcijanin, jak ze mnie ateista...

Powróćmy jednak do sprawy, o której Kol. Konrad nie ma najmniejszego pojęcia. Otóż na Wydziale Geodezji Górnictwa i Inżynierii Środowiska AGH prowadzę wykład monograficzny pn. „Kosmogeneza. Człowiek w Układzie Planetarnym Słońca”; — *Kosmogeneza. Człowiek w Układzie Planetarnym Słońca;*

— *Kosmoekologia z elementami etyki holistycznej. Hipoteza Gai-Uranosa.* Świadczy to dobrze, iż jest całkiem inaczej, niż to sugeruje Autor w artykule o sogenante „astronomii prak-

i kartografii. Otóż w literaturze zalecanej do tego przedmiotu podaje między innymi takie pozycje Honoraty Korpikiewicz:

tycznej”. Also sprach Zarathustra!

Właśnie — Autor kończy artykuł słowami: [...] nowa **astronomia praktyczna**. Znowu nowa? Jak głupawy ruch New Age?

Nic tedy dziwnego, że na zakończenie tej polemiki za- cytuje słowa z piosenki Ryszarda Rynkowskiego:

Nie dajmy się też zwariować...

T. Zbigniew Dworak

Tu może być reklama Twojej Firmy!

Nasz cennik jest następujący:

cała strona kolorowa: 1000,00 zł

cała strona czarno-biała: 400,00 zł

Przy mniejszych formatach dla stron czarno-białych:

1/2 s.: 300,00 zł

1/4 s.: 200,00 zł

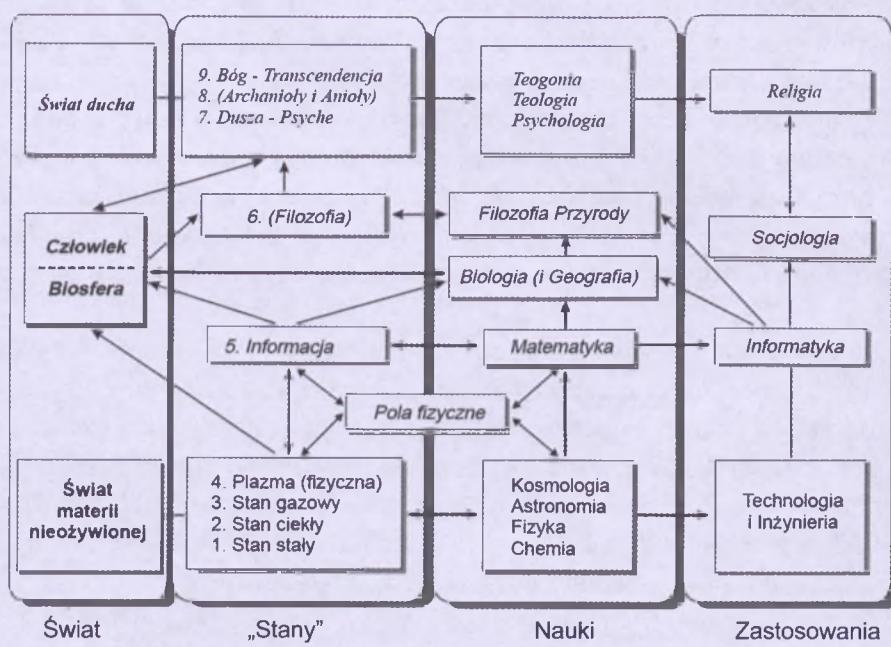
1/8 s.: 100,00 zł — ten rozmiar traktujemy jako najmniejszy „moduł”.

Podobnie jest ze stroną kolorową.

Istnieje możliwość negocjowania warunków.

Zapraszamy na nasze łamy!

SCALA NATURAE ET SPIRITU i wzajemne powiązania



Chcąc uniknąć nieporozumień, ułożyłem taki oto schemat (zob. „Przegląd Geofizyczny”, t. LII, z. 3-4, 2007, aby odróżnić świat ducha od świata materii. Można go interpretować na różnych poziomach, wskazując na wielorakie powiązania

Dwumiesięcznik poświęcony upowszechnianiu wiedzy astronomicznej. Czasopismo powstało z połączenia się „Uranii” — dotyczącą miesiącnika PTMA, ukazującego się od 1922 r. i „Postępów Astronomii” — dotyczącą kwartalnika PTA, wychodzącego od 1953 r. Patronat: Polskie Towarzystwo Astronomiczne i Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii. Zachowana zostaje dotycząca numeracja „Uranii”. Pismo jest częściowo finansowane przez MNiSzW.

Nakład: 1700 egz.

Redaktor Naczelny:

Andrzej Woszczyk, CA UMK Toruń

Zespół Redakcyjny:

Marek Gołębiewski, CA UMK Toruń
Magdalena Kożuchowska, CAMK Warszawa
Adam Michalec, UJ/PTMA Kraków
Roman Schreiber, CBK PAN

Opracowanie graficzne i skład komputerowy:

Jacek Drążkowski

Korekta:

Bożena Wyrzykowska

Adres Redakcji:

Uniwersytet Mikołaja Kopernika
Centrum Astronomiczne
ul. Gagarina 11
87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 52
fax. (0-56) 611 30 08

Poczta elektroniczna (E-mail address):
aw@astro.uni.torun.pl
urania@astro.uni.torun.pl

Adres WWW:

<http://urania.pta.edu.pl>
<http://urania.camk.edu.pl>

Druk:

Zakład Poligraficzno-Wydawniczy
POZKAL, Inowrocław

Dystrybucja:

Karolina Zawada, CA UMK,
ul. Gagarina 11, 87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 14
E-mail: urania@astro.uni.torun.pl

Prenumerata w roku 2009 kosztuje 54 zł.
Można również zamawiać pojedyncze zeszyty
w cenie 10,90 zł.

Polskie Towarzystwo Astronomiczne
Zarząd Główny – Sekretariat
ul. Bartyska 18, 00-716 Warszawa
tel. (0-22) 841 00 41 wewn. 146
E-mail: hania@camk.edu.pl
WWW: www.pta.edu.pl

Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii
Zarząd Główny
ul. Miodowa 13 m. 35, 31-055 Kraków
tel. (0-12) 422 38 92
E-mail: ptma@oa.uj.edu.pl
WWW: ptma.astronomia.pl

Numer zamknięto w październiku roku 2008

* Materiałów nie zamówionych Redakcja nie zwraca, a wykorzystując zastrzega sobie prawo do ich redagowania i skracania
* Przedruk materiałów i zdjęć tylko za zgodą Redakcji. * Opinie i poglądy formułowane przez Redakcję i Autorów nie reprezentują oficjalnego stanowiska obu patronujących nam Towarzystw *

W NUMERZE

244 *Międzynarodowy rok astronomii tuż, tuż...*

Andrzej Woszczyk

Organizacja Narodów Zjednoczonych proklamowała rok 2009 Międzynarodowym Rokiem Astronomii. Formalny wniosek został złożony przez Republikę Włoską (2001 r.), a pretekstem była, przypadająca w 2009 r. 400 letnia rocznica skierowania przez Galileusza teleskopu na niebo i rozpoczęcie w ten sposób trwającej do dziś epoki wspaniałych odkryć

246 *Aktywne jądra galaktyk*

Marcin Gawroński

Z początku badań nad aktywnymi jądrami galaktyk (AGN) można uznać identyfikację w 1954 r. galaktyki macierzystej radioródła Cygnus A. Wraz z rozwojem technik kosmicznych AGN-y zaczęto badać także w dalekiej podczerwieni, w nadfiolecie oraz promieniowaniu rentgenowskim. Duża liczba danych, pochodzących z różnych teleskopów i pokrywająca szeroki zakres widma promieniowania elektromagnetycznego, wymagała nowych idei dotyczących uniwersalnych własności tych obiektów

256 *Tajemnice „De Revolutionibus”*

Jarosław Włodarczyk

Z powstaniem astronomii heliocentrycznej i jej przedstawieniem w dziele „O obrotach” Mikołaja Kopernika wciąż wiążą się zagadki ważne z punktu widzenia historii nauki. Niektóre z nich przybliża Czytelnikom autor znany z m.in. z poczytnej książki „Sherlock Holmes i kod Wszechświata”

w kolorze: NGC 1232 i NGC 3370 (o.II); Warstwy klifów na północnym Marsie (w.II–III); 30 lat Wakacji w Planetarium (w.IV); Galeria Uranii (w. I, o. III); Powierzchnia Io w budowie (o.IV)

255 rozmaistości: Tajemnicze obłoki srebrzyste (255); Haumea — piąta planeta karłowata (264); Nagroda Nobla z fizyki (271); Zderzenie z planetoidą (271); Kosmiczny wypływ na przestrzeni miliardów lat świetlnych (272); Tygrysie pasy na Enceladusie widziane sondą Cassini (273); Merkury widziany z MESSENGER-a (273)

265 z kraju i ze świata: 30 lat Wakacji w Planetarium (265); Jan Walery Jędrzejewicz na tle polskiej i światowej astronomii XIX wieku (268); Układ Słoneczny w jeden dzień! (270)

274 astronomia w szkole: Święceny — meteoryt z ciekawą historią

276 galeria obiektów NGC: NGC 4494

278 kalendarz astronomiczny 2009: Styczeń — luty

286 recenzje: Ian Ridpath: *Astronomia. Gwiazdozbiory—Planety—Instrumenty astronomiczne*

287 astronomia i muzyka: Zasłuchany w światło Księżyca

288 relaks z Uranią: Krzyżówka

288 ciekawe strony internetowe

NA OKŁADCE

W jaki sposób gwiazda Eta Carinae utworzyła tę niezwykłą mgławicę? Nikt tego nie wie na pewno. Około 165 lat temu gwiazda południowego nieba Eta Carinae w tajemniczy sposób stała się drugą pod względem jasności gwiazdą nocnego nieba. W 20 lat po wyrzuceniu więcej masy niż zawiera nasze Słońce, Eta Car niespodziewanie zanikła. Wydaje się, że ten wybuch utworzył mgławicę Homunculus, ukazaną na okładce, ze złożenia obrazów otrzymanych teleskopem kosmicznym Hubble'a w ostatniej dekadzie. Widoczne w centrum obrazu purpurowo zabarwione światło odbite pochodzi od samej gwiazdy Eta Carinae. Otaczające tę gwiazdę rozszerzające się płaty gazu przenikane są włóknami ciemnego pyłu. Wyrzuty przepoławiające płaty emitują z centralnej gwiazdy. Otoczenie płatów to czerwonobiałe rumowisko widziane tylko w wąskim pasmie światła czerwonego. Rozrasta się ono najszybciej i zawiera rozpływające się kłaczki i szokowe zagęszczenia spowodowane kolizjami z wcześniejszej istniejącą w tym miejscu materią. Eta Car nadal ulega niespodziewanym wybuchom, a masa i tempo utraty materii tworzą z niej kandydata do supernowej w czasie najbliższych kilku milionach lat.

Fot. N. Smith, J. A. Morse (U. Colorado) et al., NASA

Międzynarodowy rok astronomii

tuż, tuż...



Organizacja Narodów Zjednoczonych proklamowała rok 2009 Międzynarodowym Rokiem Astronomii. Formalny wniosek został złożony przez Republikę Włoską (2001 r.), a pretekstem była, przypadająca w 2009 r., 400-letnia rocznica skierowania przez Galileusza teleskopu na niebo i rozpoczęcie w ten sposób trwającej do dziś epoki wspaniałych odkryć. Później formalne uchwały podjęły Międzynarodowa Unia Astronomiczna (2003 r.) i Organizacja Narodów Zjednoczonych ds. Oświaty, Nauki i Kultury (UNESCO, 2005 r.), by wreszcie została przyjęta rezolucja Zgromadzenia Ogólnego ONZ (2007 r.). Pisaliśmy o tych wydarzeniach w „Uranii–Postępach Astronomii” nr 2/2007, s. 73 i nr 1/2008, s. 32. Dziś pragniemy Państwu przypomnieć ideę Międzynarodowego Roku Astronomii 2009, pierwszego takiego roku w historii, i zachęcić do przemyśleń na temat: co ja mogę zrobić dla szerokiej popularyzacji wiedzy o otaczającym nas świecie?

Czterysta lat temu nowo odkrytą, bardzo małą i niedoskonałą lunetą Galileusz dostrzegł m.in. plamy na Słońcu, księżyce Jowisza, pierścienie Saturna i rzeźbę powierzchni Księżyca. Dziś teleskopy na powierzchni Ziemi i w przestrzeni kosmicznej badają Wszechświat

przez 24 godziny na dobę we wszystkich zakresach długości fal promieniowania i energii promieniowania korpuskularnego. Przyniosło to i przynosi nadal wiele odkryć, które nie tylko zmieniły nasze spojrzenie na Wszechświat, ale też doprowadziły do rewolucji naukowej w wielu dziedzinach badań. Międzynarodowy Rok Astronomii 2009 da wszystkim narodom okazję uczestniczenia w tych fascynujących badaniach, a każdemu z nas, mieszkańców Ziemi, odkrywania i lepszego rozumienia świata, który nas otacza. Przez osobiste obserwacje dziennego i nocnego nieba zainteresuje ich pięknem naszego otoczenia i smakiem jego odkrywania. „Wszechświat jest Twój, ale odkryj go!” — chciałoby się powiedzieć. A jego poznanie otwiera nam oczy na inne dziedziny nauki, zjawiska przyrodnicze, społeczne i filozoficzne.

W szczególności, celami i przedmiotem Międzynarodowego Roku Astronomii 2009 (IAY 2009) są między innymi:

- rozszerzenie świadomości naukowej wszystkich narodów Ziemi poprzez dostarczanie im współczesnych wyników badań i pokazanie dróg prowadzących do ich uzyskania;

- wspieranie szerokiej dostępności do nowej wiedzy i nowych doświadczeń badawczych, w tym obserwacyjnych;

— wzmocnienie wspólnot astronomicznych w krajach rozwijających się, m.in. poprzez inicjację i stymulację współpracy międzynarodowej;

— popieranie i polepszanie wszystkich form edukacji w dziedzinie nauk przyrodniczych w szkołach, planetariach i muzeach;

— propagowanie nowoczesnego obrazu nauki i uczonych poprzez zacieśnienie związków między nauczycielami przedmiotów przyrodniczych i uczonymi starającymi się wydrzeć Naturze prawa, którymi się rządzi. W dalszej perspektywie powinno to doprowadzić do wzrostu liczby kandydatów na przyrodnicze i techniczne kierunki studiów;

— ułatwianie powstawania nowych ośrodków badawczych i wzmocnienie istniejących związków między miłośnikami astronomii, edukatorami, uczonymi i dziennikarzami naukowymi na wszystkich poziomach: lokalnym, regionalnym, krajowym i międzynarodowym;

— ochronę miejsc obserwacji astronomicznych i ciemnego nieba przed niepotrzebnym rozświetlaniem go (co uniemożliwia nie tylko dostrzeżenie i podziwiane gwiazd, ale też ich badanie) i zaśmiecaniem przestrzeni okoziemskiej. Rozbudzanie świadomości tego, że zachowanie i ochrona ciemnego nieba i miejsc obserwacji astronomicznych jest nie tylko ochroną naszego środowiska naturalnego, ale także ochroną dziedzictwa kulturalnego ludzkości.

Jako wykonawcę programu IAY2009 ONZ wyznaczyło UNESCO, ale zachęciło do współdziałania Międzynarodową Unię Astronomiczną (która zresztą bardzo aktywnie uczestniczyła w przygotowaniu programu IAY2009), wielkie obserwatoria międzynarodowe, placówki astronomiczne w poszczególnych krajach, astronomów i miłośników astronomii, uczniów i studentów. Z założenia oczekuje się, że aktywności Międzynarodowego Roku Astronomii w dużej mierze opierać się będą na społecznym zaangażowaniu rzesz miłośników astronomii i studentów. NASA już zresztą wyznaczyła swych studenckich ambasadörów astronomii na ten okres.

Jeszcze w październiku 2008 r. UNESCO i MUA podpiszą porozumienie w sprawie wytypowania i prawnej ochrony miejsc obserwacji astronomicznych, które mają wyróżniającą się, uni-

wersalną wartość dla dziedzictwa kulturalnego ludzkości. Chodzi o zarówno o prehistoryczne pomniki związane z astronomią, jak i nowoczesne, wielkie obserwatoria. Tak, jak istnieje Lista Światowego Dziedzictwa Kultury, tak powstanie Światowa Lista Dziedzictwa Astronomicznego Ziemi. Międzynarodowa Unia Astronomiczna już powołała odpowiednią Grupę Roboczą, która ma wypracować kryteria i warunki wpisania wybranego obiektu na światową listę najważniejszych dla kultury ludzkości obiektów astronomicznych. Przewodniczy jej znany brytyjski archeoastronom z Uniwersytetu w Leicester, prof. Clive Ruggles, który jest też aktualnie wiceprezydentem Komisji 41 (Historii Astronomii) Międzynarodowej Unii Astronomicznej.

Dotychczas 139 państw i kilkanaście organizacji zgłosiło swój udział w aktywnościach Roku Astronomii. To jest bezprecedensowe zainteresowanie, wielki kapitał w rękach organizatorów działań oświatowych i szeroko pojętej edukacji społeczeństw. W Polsce program obchodów Roku Astronomii koordynuje Polskie Towarzystwo Astronomiczne. Powołano specjalną Grupę Roboczą, w której skład wchodzą przedstawiciele ośrodków astronomicznych, PTA, PTMA, planetarium i muzeów. Temu Komitetowi przewodniczy znany popularny astronom dr Stanisław Bajtlik z Centrum Astronomicznego PAN w Warszawie. Planowane są spotkania i wykłady popularnonaukowe wygłasiane przez wybitnych astronomów w wielu miastach, dni otwarte w Obserwatoriach, pokazy nieba przez teleskopy różnej wielkości, obozy obserwacyjne, wystawy obrazów ciał i zjawisk niebieskich itp. Program nie jest zamknięty, a wręcz przeciwnie — otwarty. Otwarty na inicjatywy i pomysły wszystkich Państwa, którzy czytacie tę informację. Konieczne wręcz są inicjatywy oddalone, organizowanie małych kręgów zainteresowań np. obserwacjami meteorytów, obserwacjami plam słonecznych, obserwacjami wybranych zjawisk czy gwiazd zmiennych. Nie od rzeczy bę-

THE UNIVERSE YOURS TO DISCOVER



INTERNATIONAL YEAR OF ASTRONOMY 2009

dzie poznawanie gwiazdozbiorów i mitologii z nimi związanej, rozpoznawanie konfiguracji gwiazd w różnych porach roku, zapoznanie się z widocznością planet czy budową instrumentów.

Dążąc do zwiększenia zainteresowania niemcem, Redakcja „Uranii” ogłasza konkurs na najciekawsze obserwacje astronomiczne w roku 2009. Mogą to być obserwacje w różnych dziedzinach widma promieniowania, mogą być stosowane różne techniki obserwacyjne i obserwowane najróżniejsze obiekty i zjawiska astronomiczne. Konkurs rozstrzygniemy po Kopernikowskich urodzinach w 2010 r. Staramy się, aby laureaci najciekawszych obserwacji otrzymali interesujące i wartościowe nagrody.

Więcej na temat Międzynarodowego Roku Astronomii 2009 można znaleźć na następujących portalach astronomicznych:

Międzynarodowa Unia Astronomiczna (IAU): <http://www.iau.org>

IAY2009: www.astronomy2009.org

UNESCO: www.unesco.org

UNESCO World Heritage Convention: <http://whc.unesco.org>

Aktywne jądra galaktyk

Za początek badań nad aktywnymi jądrami galaktyk¹ można uznać identyfikację w 1954 r. galaktyki macierzystej radioźródła Cygnus A. Okazało się, że odpowiednikiem optycznym jest galaktyka eliptyczna o jasności 16'', będąca w fazie interakcji z jej małym satelitą. Po uzyskaniu widma optycznego zidentyfikowano obserwowane linie emisyjne (głównie neonu i tlenu) i wyznaczono prędkość radialną na $v_r = 16\,830$ km/s.

Wraz z rozpoczęciem badań tych obiektów za pomocą technik interferometrycznych wiedza na ich temat gwałtownie rosła. W tym czasie zaczęły powstawać pierwsze katalogi dyskretnych źródeł promieniowania radiowego. Te prace prowadzono w Cambridge w Wielkiej Brytanii, gdzie stworzono katalogi 2C na 81,5 MHz (1955 r.) i 3C na 159 MHz (1958 r.). Obserwacje prowadzono przy pomocy interferometru złożonego z czterech elementów antenowych. Szczególnie katalog 3C i jego poprawiona wersja 3CR na 178 MHz miały duży wpływ na późniejsze badania, m.in. jako baza wyjściowa do wszelkiego rodzaju prac statystycznych. Używając zbioru 3C i dokładnie wyznaczonych tam pozycji radioźródeł na sferze niebieskiej, Thomas Matthews

i jego współpracownicy w 1960 r. dokonali optycznej identyfikacji obiektu 3C48, który jawił się jako „gwiazda” o jasności 16'', a dwa lata później razem z Sandagiem utożsamiają 3C 196 i 3C 286 z „gwiazdami” o jasności odpowiednio 17,8'' i 17,5''. Odkrycia te wywołyły duże zainteresowanie w środowisku astronomicznym. Na początku sądzono, że jest to nowa klasa gwiazd, które mają niezwykłe właściwości optyczne. Ich widma bardzo odbiegają od znanych standardów gwiazdowych. Charakteryzowały się one liniami emisyjnymi, których nie dawało się zidentyfikować ze znany strukturami widmowymi. Nazwano tę grupę obiektami gwiazdopodobnymi². Widma trzech pierwszych poznanych kwazarów³ były diametralnie różne od siebie. W 1963 r. metodą okultacji przez Księżyc oszacowano strukturę radiową 3C 273 na częstotliwości 400 MHz. Okazało się, że źródło jest złożone z dwóch składników oddalonych od siebie o 18,5'' i dodatkowo jeden z nich miał jeszcze rozciąglią podstrukturę. 3C 273 miał także odpowiednik optyczny o jasności 13,2''.

Przełom w badaniach tej klasy obiektów nastąpił w momencie, gdy Maarten

² Ang. *Quasi-Stellar Objects*.

³ Ang. *quasars* — tak nazwano tę grupę obiektów astronomicznych.

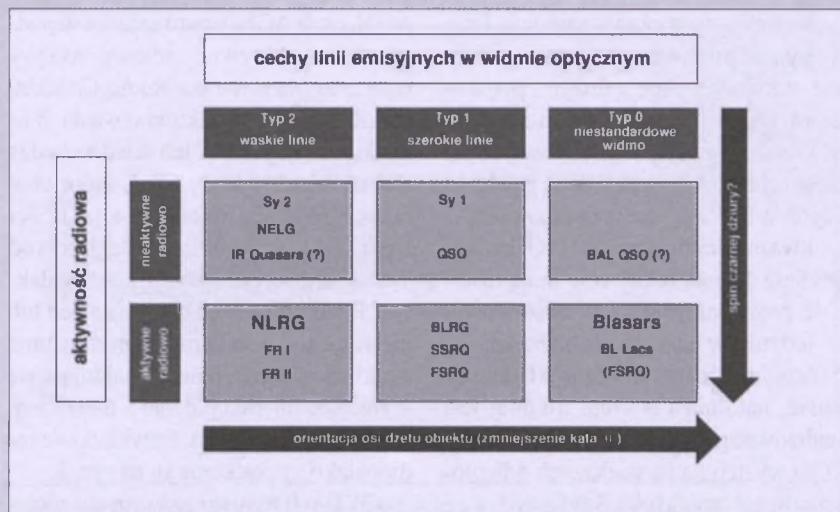
¹ Ang. *Active Galactic Nuclei* — AGN.

Schmidt w 1963 r. wykazał, że odległość do wspomnianego już 3C 273 jest porównywalna z odległościami do najdalszych znanych wówczas galaktyk. Wyznaczył on przesunięcie ku czerwieni linii emisjnych w widmie tego obiektu⁴ na $z = 0,158$. Wykorzystując odkrycie Schmidta, w krótkim czasie znaleziono dla 3C 48 ($z = 0,367$). W 1968 r. znano już odległości do 40 radioaktywnych obiektów, a najdalszym był 3C 9 ($z = 2,012$). Przedstawiono też pierwsze wyznaczenia funkcji rozkładu przestrzennego oraz dzielności promieniowania w zależności od z (Schmidt, 1968 r.).

Wraz z rozwojem technik kosmicznych AGN-y zaczęto badać także w dalekiej podcerwieni, w nadfiolecie oraz promieniowaniu rentgenowskim. Duża liczba danych, pochodzących z różnych teleskopów i pokrywająca szeroki zakres widma promieniowania elektromagnetycznego, wymagała nowych idei dotyczących uniwersalnych własności tych obiektów. Zaowocowało to stworzeniem tzw. modelu unifikacyjnego.

Ogólny model unifikacyjny AGN-ów

Fenomen AGN jest bardzo złożonym zjawiskiem. Obecnie w skład tej klasy wchodzi kilka różnych typów obiektów. Na rys. 1 pokazano obecny zarys taksonomii AGN-ów, w zależności od ich aktywności radiowej oraz właściwości widma optycznego. Główny podział zależy od tego, czy widoczne są szero-



Rys. 1. Schemat taksonomii AGN-ów

kie linie emisjne (typ 1) albo wąskie linie emisjne (typ 2), czy też są one słabe lub niestandardowe (typ 0). W każdym z tych typów różne klasy AGN-ów zostały przedstawione w funkcji mocy promieniowania.

Szacuje się, że około 15—20% AGN-ów jest aktywna radiowo⁵. Znaleziono korelacje pomiędzy aktywnością radiową a absolutną jasnością optyczną i rentgenowską galaktyki macierzystej. Wśród galaktyk z $M_B \leq -24,5^m$ odsetek obiektów radioaktywnych dochodzi do około 50%. Mimo to, widma optyczne linii emisjnych oraz kontinua do miękkiego promieniowania rentgenowskiego AGN-ów radioowo głośnych i ciuchich są bardzo podobne i przez to uważa się, że zjawiska za nie odpowiadające są zbliżone w obydwu tych klasach. Początkowo sugerowano, że właściwo-

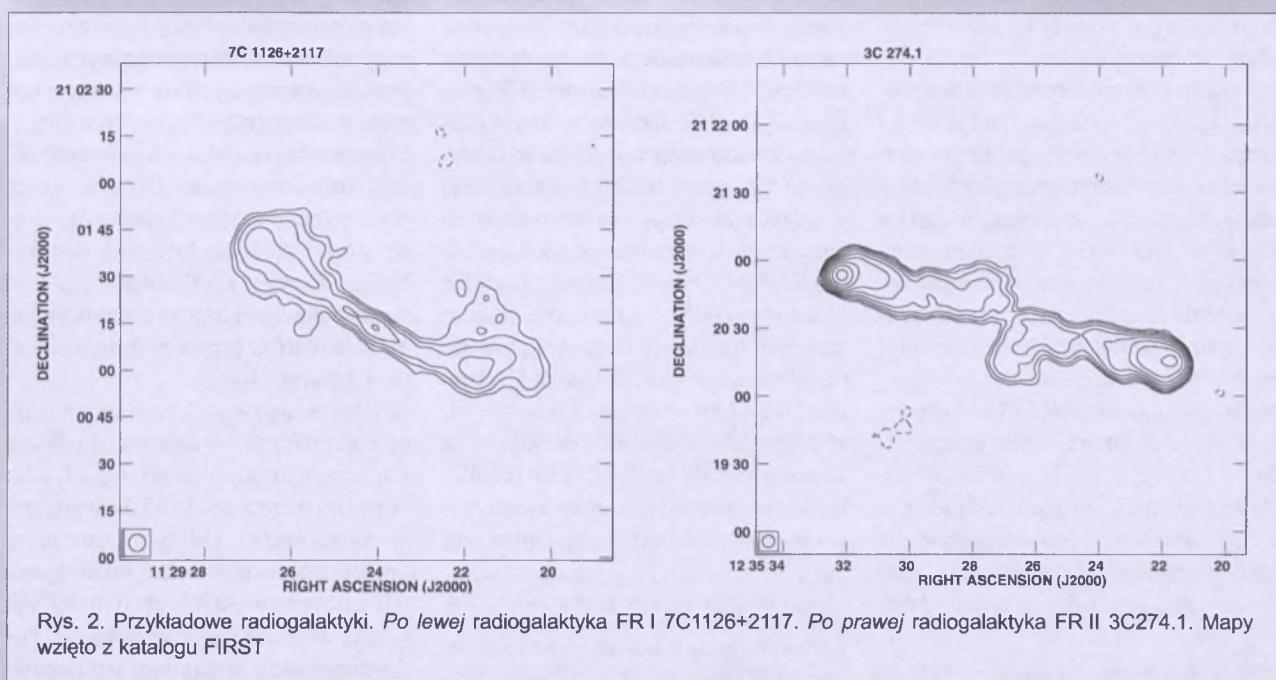
ści radiowe mogą być w pewien sposób skorelowane z jasnością optyczną galaktyki macierzystej i/lub spinem i masą centralnej czarnej dziury, która wraz z dyskiem akrecyjnym jest odpowiedzialna za tworzenie relatywistycznych dżetów. W świetle najnowszych wyników obie teorie znalazły potwierdzenie, gdyż odkryto zależność pomiędzy jasnością galaktyki a masą centralnej czarnej dziury. Pojawiły się także sugestie, że aktywność radiowa może być związana z tempem akrecji na centralny obiekt oraz typem dysku akrecyjnego. Bazując na charakterystykach optycznych, AGN-y można podzielić na trzy klasy:

(1) Typ 1 to obiekty posiadające jas-

⁴ Ang. red-shift — popularnie oznaczany jako z .

⁵ $F_{5\text{ GHz}}/F_B \geq 10$, $F_{5\text{ GHz}}$ — strumień na 5 GHz, F_B — strumień w optycznym pasmie B.

⁶ ang. black hole — BH — czarna dziura.



Rys. 2. Przykładowe radiogalaktyki. Po lewej radiogalaktyka FR I 7C1126+2117. Po prawej radiogalaktyka FR II 3C274.1. Mapy wzięto z katalogu FIRST

ne kontinua optyczne i szerokie linie emisyjne, produkowane przez gorący gaz, poruszający się z dużymi prędkościami w pobliżu centralnej czarnej dziury. Przedstawicielami nieaktywnych radiowo obiektów w tej klasie są galaktyki Seyferta 1 i *Radio-quiet Quasars* (RQQ — kwazary radiowo ciche). Galaktyki Seyferta 1 mają relatywnie małą dzielność promieniowania i są obserwowane jedynie w naszym najbliższym sąsiedztwie. Można zatem dokładnie je badać, natomiast o wiele trudniej jest analizować galaktyki macierzyste RQQ. RQQ występują na większych odległościach niż galaktyki Seyferta 1 i ze względu na dużą jasność jąder trudno wyodrębnić światło galaktyki macierzystej. Obiekty aktywnymi radiowo w tej klasie są słabsze *Broad-Line Radio Galaxies* (BLRG — radiogalaktyki z widocznymi szerokimi liniami emisyjnymi) oraz jasne kwazary, które dzielą się na *Steep Spectrum Radio Quasars* (SSRQ — kwazary o stromym widmie radiowym) i *Flat Spectrum Radio Quasars* (FSRQ — kwazary o płaskim widmie radiowym) w zależności od kształtu kontinuum radiowego mierzzonego przy ~ 1 GHz. Umowna granica przebiega dla indeksu widmowego $\alpha_b \approx 0,5$ (indeks zdefiniowano tutaj jako $S \propto \nu^\alpha$). Jedynym parametrem, który rozróżnia galaktyki Seyferta 1 od RQQ oraz BLRG od kwazarów aktywnych radiowo, jest ich absolutna dzielność promieniowania. Są jednak przesłanki mówiące o istnieniu klasy pośredniej pomiędzy RQQ a SSRQ i FSRQ. Pierwotny podział może być więc tylko efektem selekcji obserwacyjnej.

(2) Typ 2 charakteryzuje się obecnością słabego kontinuum optycznego i wąskich linii emisyjnych. Oznaczać to może, że w tych obiektach nie ma obłoków gazu posiadających duży ruch własny lub te obłoki są zasłonięte przez materiał, z jakiego zbudowany jest torus dysku akrecyjnego. W skład tej grupy, od strony małych jasności, wchodzą galaktyki Seyferta 2 i *Narrow-emission-line X-ray Galaxies* (NELG — galaktyki o wąskich liniach emisyjnych, widoczne także w promieniowaniu X). Do tej pory brak jednoznacznej identyfikacji jaśniejszych odpowiedników dla galaktyk Seyferta 2 i NELG, ale sądzi się, że w tym przypadku są to tzw. IRAS⁶

AGN, czyli AGN-y bardzo jasne w podczerwieni. Aktywne radiowo AGN-y typu 2 to *Narrow-Line Radio Galaxies* (NLRG — radiogalaktyki o wąskich liniach emisyjnych). W ich skład wchodzą słabsze obiekty klasy FR I, które charakteryzują się dżetami o jasności zmniejszającej się wraz z odległością od jądra i bardziej energetyczne radiogalaktyki FR II, w których dżety są słabe lub niewidoczne, a najbardziej prominentną strukturą są gorące plamy, znajdujące się w miejscu interakcji dżetu z ośrodkiem międzygalaktycznym. Przykładowe radiogalaktyki pokazane są na rys. 2.

(3) Typ 0 to nieliczna grupa o nietypowym widmie optycznym. Prawdopodobnie kąt pomiędzy kierunkiem patrzenia a osią dżetu obiektu ma małą wartość, bliską 0° . W ich skład wchodzą aktywne radiowo lacertydy⁷, charakteryzujące się brakiem silnych linii emisyjnych lub absorpcyjnych. Także około 10% znanych radiowo aktywnych AGN-ów posiada w widmie szerokie linie absorpcyjne typu P Cygni. Nazwano je *Broad Absorption Line Quasars* (BAL). Jeśli widma źródeł BAL powstają wskutek bipolarnych wypływów ukierunkowanych blisko linii widzenia, to obiekty te także powinny należeć do typu 0. Istnieje jednak model tłumaczący obserwowane właściwości w oparciu o dysk akrecyjny z gęstym wiatrem w płaszczyźnie położonej wzduż kierunku patrzenia. Wart podkreślenia jest fakt, iż do tej pory nie odkryto żadnej lacertydy, która nie byłaby aktywna radiowo. Znane są obiekty typu 1, których kontinuum optyczne bardzo przypomina to obserwowane w lacertydach. Są to *Highly Polarized Quasars* (HPQ — kwazary o silnie spolaryzowanym promieniowaniu radiowym), *Core-Dominated Quasars* (CDQ — kwazary, w których dominującą radiowo strukturą jest ich jądro), wspomniane już poprzednio FSRQ i *Optical Violently Variable Quasars* (OVV — kwazary szybko zmienne optycznie). Tutaj też prawdopodobnie oś obiektu położona jest bardzo blisko linii widzenia. Tak samo, jak w przypadku lacertyd, obiekty te są zmiennymi radioźródłami, a ich promieniowanie radiowe jest silnie spolaryzowane (nawet do 10%), ze zmiennym

kątem pozycyjnym. Ich temperatury jasnościowe mają wartości $T_b \sim 10^{12}$ K, nierzadko przekraczając limit komptonowski. Często obserwuje się w nich tzw. pozorny ruch nadświetlny składników, będący tylko czysto geometrycznym złudzeniem. Mnogość wymienionych grup jest efektem używania różnych definicji empirycznych i czasami ten sam obiekt należy do paru klas. Przyjęto się więc kolejtycznie oznaczać te źródła jako FSRQ. Zwyczajowo lacertydy i FSRQ określa się łącznie mianem blazów.

Jak wynika pośrednio z przedstawionego podziału, centralny region aktywnej galaktyki wydaje się być zasłonięty przez optycznie grubą ośrodek, tworzący najprawdopodobniej gruby torus wokół jądra AGN-u. Z tego powodu nie jesteśmy w stanie obserwować szerokich linii emisyjnych, pochodzących z obłoków położonych wewnętrz wspaniałego torusa. Stąd wniosek, że klasyfikacja wybranego AGN-u może zależeć głównie od orientacji osi obiektu względem obserwatora.

Bezpośrednim dowodem potwierdzającym istnienie ośrodka absorbiującego promieniowanie optyczne są obserwacje spektropolarymetryczne obiektów typu 2. Chodzi tu o bliskie spiralne galaktyki Seyferta 2, w których wykryto spolaryzowaną składową kontinuum. Jej widmo zawiera silne, szerokie linie emisyjne, charakterystyczne dla typu 1. Są one jednak zbyt słabe na to, aby zaobserwować je w całości kontynuum optycznego. Polaryzacja światła jest najprawdopodobniej wynikiem rozpraszania fotonów na swobodnych elektronach, znajdujących się w gorącej koronie wewnętrznego dysku akrecyjnego. Rozpraszanie na obłokach pyłowych też zostało odnotowane. Obserwowana płaszczyzna polaryzacji jest bardzo często prostopadła do kierunku dżetów. Należy się tego spodziewać, gdy osie torusa pyłowego i dżetów pokrywają się, a widmo bardzo przypomina to widoczne w kwazarach.

Obserwując w podczerwieni, można ominąć problemy związane z ośrodkiem absorbiującym w obiektach typu 1, jako że jest on optycznie cienki dla tego typu promieniowania. Odkryto jasne jądra i rozpraszanie niezależne od długości fali zarówno w AGN-ach o małej, jak i dużej dzielności promieniowania. Podobnie słabsze kontinuum rentgenow-

⁶ Nazwa pochodzi od pierwszego znanego przedstawiciela tej grupy, którego pierwotnie sklasyfikowano jako gwiazdę zmienną i nadano oznaczenie BL Lacertae.

⁶ Ang. *InfraRed Astronomical Satellite* — IRAS.

skie w typie 2 jest zgodne z ideą zasłoniętego jądra. Istnienie anizotropowej emisji w kontinuum zostało potwierdzone również za pomocą optycznych obserwacji w wybranych długościach fali. Zdjęcia wykonane z pomocą HST⁸ przedstawiają w całej okazałości tzw. stożki jonizacyjne w emisji [O III] (rys. 3). Stożek jest efektem jonizowania ośrodka międzygwiazdowego przez silne kontinuum optyczne, które samo nie jest bezpośrednio obserwowane. Obliczono także, że moc jonizującego kontinuum w obiektach typu 2 jest zbliżona do tej w typie 1.

Znanym fenomenem występującym w części AGN-ów jest pozorny ruch nadświetlny. Chodzi w tym przypadku o wyznaczony ruch własny wybranego komponentu dżetu w układzie współrzędnych, w którego centrum znajduje się jądro badanego obiektu. Zjawisko to jest obserwowane, gdy emitujący promieniowanie region porusza się z bardzo dużą prędkością, porównywalną do prędkości światła, a jego trajektoria ruchu tworzy z kierunkiem obserwacji bardzo mały kąt $\sim 10^\circ$. W wyniku otrzymuje się wrażenie bardzo szybkiej zmiany pozycji danego składnika względem jądra. Pierwszymi obiekty, w których wykryto ten efekt, były 3C 273 i 3C 279. Typowe ruchy własne obserwowane przez VLBI⁹ mieszczą się w przedziale 0,1—1 mas¹⁰/rok. Wyznaczone prędkości sięgają nawet $30 c/(H_0/50)$. Większość źródeł z obserwowanym ruchem ponadświetlnym to FSRQ i lacertydy. Może być to w części efekt selekcji, gdyż obiekty te mają bardzo jasne jądra i z tego powodu idealnie nadają się do obserwacji interferometrycznych o dużej rozdzielczości (~ 1 mas). Statystycznie największe prędkości występują w blazarach, co zgadza się z tezą, że występuje tam większe ukierunkowanie ruchu względem obserwatora niż w przypadku innych klas AGN-ów oraz że energie przepływu w dżetach są większe.

⁸ Ang. *Hubble Space Teleskop* — Teleskop Kosmiczny Hubble'a.

⁹ Ang. *Very Long Baseline Interferometry* — interferometria wielkich baz.

¹⁰ Ang. *milli arc second* — milisekunda łuku.



Rys. 3. Mapa konturowa stożka jonizacyjnego [O III] w NGC 5643, pobliskiej galaktyce Seyferta 2. W prawym górnym rogu jest pokazane oryginalne zdjęcie z HST

Innym ważnym wynikiem obserwacyjnym jest stwierdzenie, że dżety są bardzo często jednostronne, tzn. widać je tylko po jednej stronie jądra, także w skalach parsekowych. Jest to szczególnie widoczne u AGN-ów o dużej dzielności promieniowania. Narzuca się więc pytanie, czy efekt jednostronności dżetów w radioźródłach jest rzeczywisty i czy występuje jakaś forma selekcji obserwacyjnej. Jeżeli prędkość własna dżetów jest bliska prędkości światła, to będą mieli do czynienia z dużym wzmacnieniem relatywistycznym promieniowania z części dżetu poruszającej się w kierunku do obserwatora. Tłumaczy to uzyskane wyniki oraz pozorną jednostronność dżetów. Badania jasnych radiogalaktyk M87 i Cygnus A jednoznacznie wskazują na taką interpretację. Pokazano też, że wielkoskalowe struktury radiowe źródeł o jednostronnych dżetach są mniej spolaryzowane po stronie przeciwnej do dżetu. Jeśli dżet jest widoczny na skutek relatywistycznego wzmacnienia, to oczywiste, że strona radioźródła z widocznym dżetem jest położona bliżej obserwatora. Odnotowaną różnicę w stopniu polaryzacji dwóch przeciwnych części obiektu można prosto wyjaśnić za pomocą istnienia gorącego gazowego halo otaczającego radioźródło.

Model unifikacyjny AGN-ów aktywnych radioowo

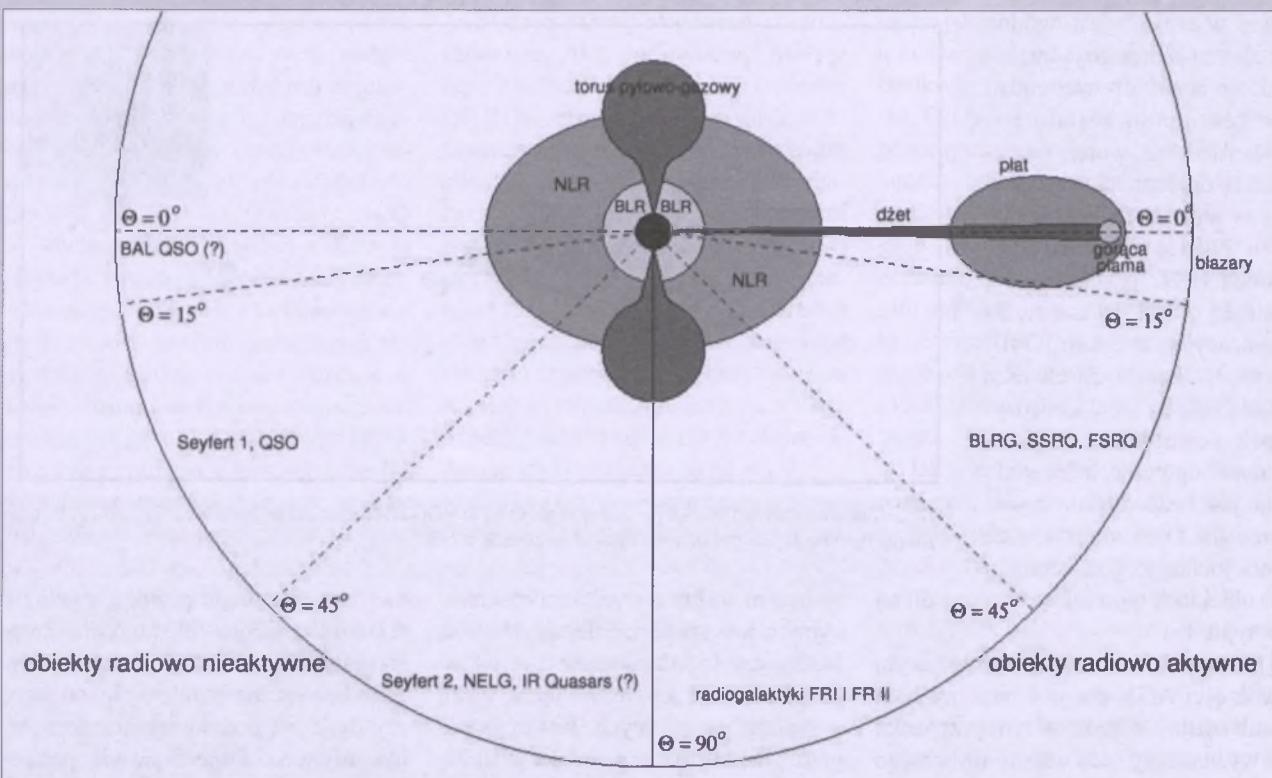
Jak pokazano powyżej, można się spodziewać, że właściwości radiowe AGN-ów mogą zależeć od kierunku, z jakiego taki obiekt się bada. Jeżeli patrzy się blisko osi dżetu, to oczywiste jest, że musi nastąpić duże wzmacnienie

nie relatywistyczne poruszających się składników źródła. Tak samo właściwości optyczne centralnego dysku akrecyjnego będą różne w zależności od tego, czy dysk jest przesłonięty torusem pyłowym czy nie. Pojawia się więc potrzeba zbudowania ogólnego modelu dla AGN-ów aktywnych radioowo i dopasowania do siebie tzw. populacji „macierzystych” do populacji „wzmocnionych”.

Pierwszą próbą ujednolicenia AGN-ów była sugestia, że radioowo głośne kwazary są ukierunkowanymi kwazarami radioowo cichymi. Pomysł ten był sprzeczny z obserwowanym nadmiarem radioowo cichych obiektów i brakiem u nich wielkoskalowych struktur radiowych. Następnym krokiem w teorii unifikacji było połączenie obiektów SSRQ z FSRQ, przy czym FSRQ były brane jako populacja wzmacniona relatywistycznie. Jednak najbardziej zgodną z wynikami obserwacyjnymi była idea połączenia SSRQ i FSRQ z radiogalaktykami FR II. W przypadku obiektów klasy BL Lac wysunięto tezę, iż ich populacją macierzystą są mniej energetyczne radiogalaktyki FR I. Przemawiały za tym oszacowania gęstości przestrzennej tych źródeł oraz mniejsza niż w przypadku FSRQ dzielność promieniowania. Schemat modelu unifikacyjnego jest przedstawiony na rys. 4.

Radiogalaktyki klasy FR I i FR II

W 1974 r. Fanaroff i Riley pokazali, że istnieją dwie klasy radiogalaktyk, nazwane później FR I i FR II. Różnice występowały zarówno w mocy promieniowania obiektów, jak i w morfologii



Rys. 4. Model unifikacyjny AGN-ów. Zaznaczone regiony: BLR — *Broad-Line Region*, obszar szerokich linii emisyjnych, NLR — *Narrow-Line Region*, obszar wąskich linii emisyjnych

radiowej. Jak już wspominano w poprzednim paragrafie, maksimum jasności radiowej, w przypadku słabszych radiogalaktyk FR I, przypada na wewnętrzną część dżetów położoną blisko jądra, zaś jaśniejsze radiogalaktyki FR II posiadają wyraźne płaty radiowe z jasnymi, gorącymi plamami w miejscu, gdzie dochodzi do kolizji dżetu z ośrodkiem międzygalaktycznym. Dżety w obiektach FR II są bardziej skolimowane niż w FR I.

Granica działalności promieniowania na niskich częstotliwościach jest dość ostra i na 178 MHz wynosi $L_{178\text{MHz}} \sim 2 \times 10^{25} \text{ W Hz}^{-1}$ ($H_0 = 50 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$, $q_0 = 0$). Obiekty FR I znajdują się poniżej a FR II powyżej tej wartości. Na wyższych częstotliwościach radiowych przepadały absolutnej jasności tych klas pokrywają się nawet w dwóch rzędach wielkości. Na 2,7 GHz można znaleźć w katalogu 3CR obiekty FR I mające moc promieniowania $L_{2,7} \sim 6 \times 10^{27} \text{ W Hz}^{-1}$ oraz FR II $L_{2,7} \sim 2 \times 10^{25} \text{ W Hz}^{-1}$.

Początkowo sądzono, że różnice są jeszcze większe i pojawiają się również we właściwościach galaktyk macierzystych. Pierwsze badania wskazywały, że statystycznie jasność absolutna galaktyk FR I jest o $\sim 0,5''$ większa niż FR II. Twierdzono także, że obiekty FR I występują częściej w większych i gęstszych

gromadach galaktyk. Problem wyjaśniono niedawno, a różnice były jedynie efektem selekcji obserwacyjnej. Okazało się, że nie ma fundamentalnego podziału pomiędzy galaktykami macierzystymi FR I i FR II.

Sama klasyfikacja morfologiczna jest o wiele trudniejsza, niż wynika to z przedstawionego opisu. Standardowy wygląd radiowy obiektu FR II jest dobrze zdefiniowany przez wyraźne struktury z gorącymi plamami po stronie zewnętrznej. W przypadku FR I często mamy do czynienia z bardzo zaburzonymi i nietypowymi kształtami. Tak samo widma optyczne FR II są bardziej jednorodne niż FR I i można dodatkowo wprowadzić podział wśród samych obiektów FR II ze względu na właściwości ich widma. Istnieje grupa tzw. słabo wzbudzonych¹¹ FR II. Są to radiogalaktyki o cechach spektralnych bardzo podobnych do tych obserwowanych w widmach FR I. Obiekty FR II są także największymi znanymi obecnie pojedynczymi obiektami w obserwowanym Wszechświecie. Rekordzistkami są 3C 236, mająca liniowy rozmiar 5,65 Mpc, WNB 2147+816 (3,56 Mpc) i J1343+3758 (3,14 Mpc).

Fizyczne przyczyny podziału wśród radiogalaktyk są wciąż niewyjaśnione.

Pierwsza grupa teorii bazuje na różnicy w działaniu centralnych silników. Miałby to być różne typy akrecji na masową czarną dziurę, odmienny skład fizyczny dżetów czy też inne energie samych dżetów. Drugi schemat preferuje zmianę warunków fizycznych panujących w ośrodku międzygalaktycznym, takich jak temperatura, widmo energii cząstek czy ich gęstość, co oznacza zwiększoną różnorodność oddziaływań dżetu z ośrodkiem. Szczególnie w świetle ostatnich badań związanych z bardzo niewielką grupą obiektów zwanych HYMORS¹², ta druga alternatywa wydaje się być istotna. Na rys. 5. jest ukazany jeden z nowo odkrytych obiektów tej kategorii.

Właściwości kwazarów i radiogalaktyk FR II

Na niskich częstotliwościach ($< 1 \text{ GHz}$) w radiogalaktykach FR II dominują wielkoskalowe, rozmyte płaty¹³, jako że wkład od gorących plam, posiadających płaskie widmo, jest mały. Naturalne było więc porównanie na niskich częstotliwościach mocy promieniowania rozległych struktur radiowych

¹² Ang. *HYbrid MOrphology Radio Sources* — radioźródła o hybrydowej morfologii. Są to obiekty, w których z jednej strony wydaje się istnieć dżet typu FR I a z drugiej FR II.

¹³ Ang. *radio lobes*.

FR II i kwazarów, aby sprawdzić poprawność modelu unifikacyjnego. Przeprowadzone badania na 1,5 GHz pokazały, że energie emitowane przez obie populacje są porównywalne. Sytuacja wygląda podobnie w przypadku wąskich linii emisyjnych, których emisja, według założeń ogólnego modelu unifikacji AGN-ów, powinna być izotropowa. Jedynie w linii [O III] 5007 Å kwazary mają większą moc promieniowania, ale są w tym przypadku dowody na to, że emisja ta jest anizotropowa. Także dzielność promieniowania w podczerwieni, pochodzącego od torusa pyłowego, jest porównywalna. Nie ma jednoznacznego rozróżnienia właściwości galaktyk macierzystych FR II i kwazarów. Są prace pokazujące różnice w jasności absolutnej rzędu $\sim 1^m$ pomiędzy galaktykami kwazarów (jaśniejsze) i FR II, jak i stwierdzające brak dowodów na występowanie statystycznych podziałów. Typy morfologiczne samych galaktyk wydają się być bardzo podobne, tak samo jak środowiska obu grup w gromadach galaktyk. Zarówno radiogalaktyki, jak i kwazary są dominującymi, masywnymi galaktykami eliptycznymi, ulokowanymi w centrum swoich gromad galaktyk. Ewolucja kosmologiczna obiektów FR II i kwazarów jest zbliżona do siebie. Opierając się na obecnym opisie ewolucji, można dobrze odtworzyć rozkład przestrzenny i jasnościowy obu klas radioźródeł na naszym niebie.

Właściwości lacertyd i radiogalaktyk FR I

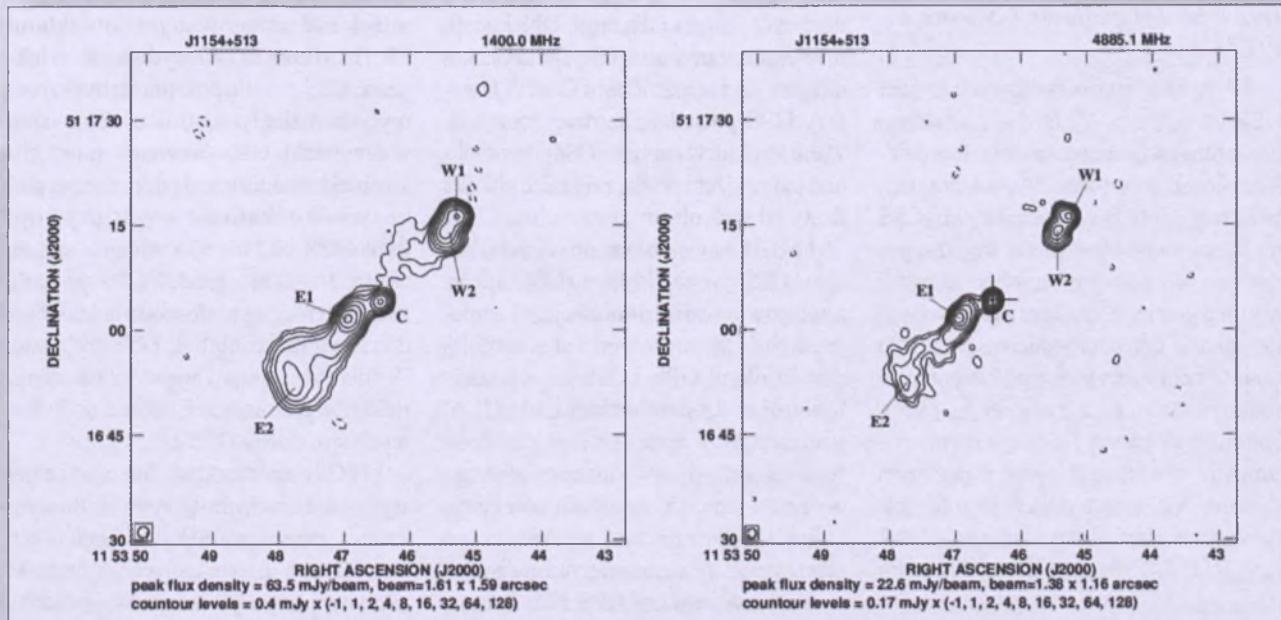
Na początku lat 80. zauważono, że morfologia wielkoskalowych struktur należących do obiektów typu BL Lac i ich moc promieniowania radioowego jest porównywalna z mocą i strukturami radiogalaktyk FR I. Istnieje jednak pewna grupa lacertyd, szczególnie te, położone na większych odległościach, których rozległe struktury jawią się jak widziane pod małym kątem względem osi dżetów radiogalaktyki FR II. Nie jest to jednak duży problem dla modelu unifikacyjnego. Wspomniano tu już o podklasie słabo wzbudzonych radiogalaktyk FR II. Wąskie linie emisyjne np. [O III] są w tych obiektach bardzo słabe w porównaniu do linii wodoru i mają moc podobną do tych obserwowanych w FR I. Sugerowałoby to, że centralne regiony w tych radiogalaktykach bardziej przypominają silniki FR I niż FR II, zatem mogą się one w pewnych przypadkach jawić się jako lacertydy. W rezultacie czasami obserwuje się lacertydy posiadające struktury FR II. Przemawiałoby to także na korzyść teorii mówiącej, że różnica w wyglądzie struktur radiogalaktyk jest efektem ich oddziaływania z ośrodkiem międzygalaktycznym.

Nie wiadomo, czy jasność wąskich linii emisyjnych lacertyd i radiogalaktyk FR I jest porównywalna. W literaturze podaje się wartości $L_{\text{OIII}} = 10^{41,30 \pm 0,11}$ erg s $^{-1}$ oraz $L_{\text{OIII}} = 10^{41,10 \pm 0,07}$ erg s $^{-1}$ dla

lacertyd i $L_{\text{OIII}} = 10^{40,49 \pm 0,24}$ erg s $^{-1}$ dla radiogalaktyk FR I. Sugeruje się jednak, że różnice te mogą być efektem błędów związanych z istnieniem silnego tła gwiazdowego w FR I. Problem znika, gdy zakłada się anizotropowość emisji w linii [O III], podobnie jak w przypadku kwazarów. Zaobserwowało także słabe szerokie linie emisyjne w niektórych lacertydach. Aby unifikacja BL Lac — FR I było słuszna, identyczne wyniki powinno się uzyskać dla radiogalaktyk FR I. W 1994 r. doniesiono o odkryciu szerokich linii emisyjnych w jądrze radiogalaktyki Virgo A, pobliskiego obiektu FR I. Galaktyki macierzyste obu omawianych klas radioźródeł wydają się być identyczne, a ich jasności absolutne wynoszą odpowiednio $M_V = -22,9^m \pm 0,3^m$ dla lacertyd i $M_V = 23,1^m \pm 0,1^m$ dla FR I. Są to gigantyczne galaktyki eliptyczne ulokowane w centrach gromad galaktyk. Tak samo bardzo podobne są środowiska, w których występują galaktyki macierzyste obu populacji.

Radioźródła typu GPS i CSS

Już od samego początku badań nad radioźródłami zdawało sobie sprawę, że oprócz wielkoskalowych radiogalaktyk FR I i FR II o rozmiarach ~ 100 kpc we Wszechświecie istnieją obiekty zwarte o rozmiarach subgalaktycznych. Wczesne podziały były skutkiem ograniczenia instrumentalnego, wynikającego z możliwości technicznych pierwszych interfeometrów. Radioźródła, w których udało



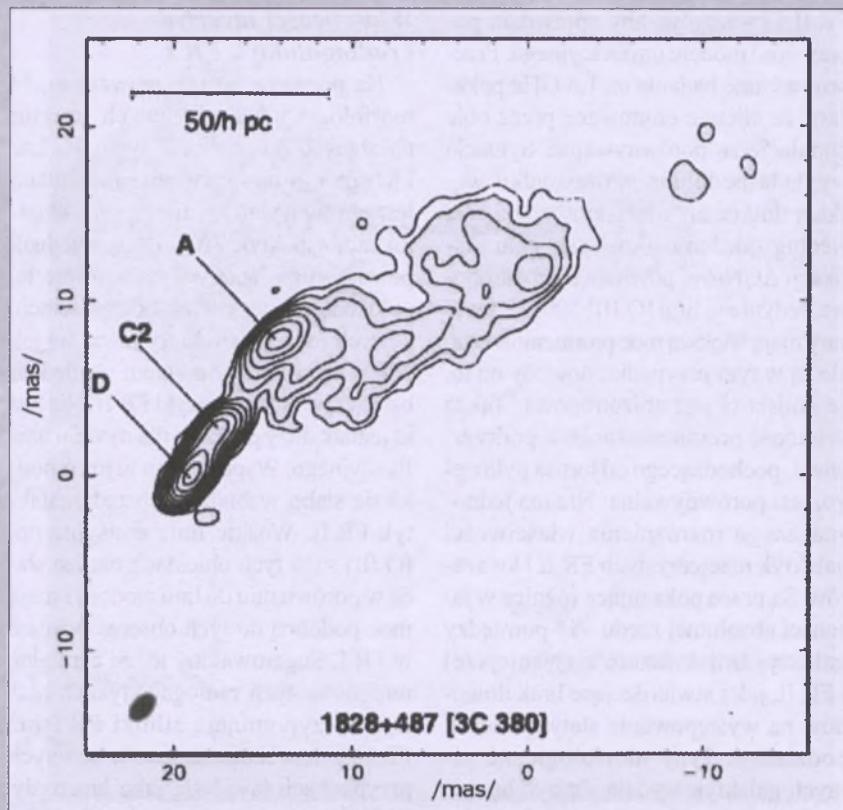
Rys. 5. Mapy VLA odkrytego radioźródła J1154+513, należącego do klasy HYMORS. Po lewej 1,4 GHz — VLA w konfiguracji A, po prawej 4,8 GHz — VLA w konfiguracji B. Krzyżek na mapie 4,8 GHz oznacza położenie odpowiednika optycznego, składnik C zidentyfikowano jako jądro, W1 jest gorącą plamą w płacie typu FR II, zaś E1 to maksimum jasności w płacie typu FR I

się zaobserwować strukturę, uznano za rozciągłe, a pozostałe obiekty nazwano zwartymi. Obecnie zwyczajowo za granicę pomiędzy źródłami zwartymi i rozciągliymi przyjmuje się rozmiar kątowy $\approx 1''$. Wśród obiektów zwartych, ze względu na właściwości widma radiowego, można wyodrębnić dwie grupy, a mianowicie klasę CSS i GPS (ang. *Gigahertz Peaked-Spectrum sources* — źródła posiadające widma z maksimum położonym na częstotliwości ~ 1 GHz). Należy wspomnieć, że CSS-y też mają zdefiniowane maksima w widmach, jednak są one umiejscowione na niższych częstotliwościach niż GPS-y (~ 100 MHz).

Pierwsze źródła CSS, znalezione w katalogu 3C, zostały zidentyfikowane w 1963 r. Bolton doniósł o odkryciu obiektu 1934-638, archetypu klasy GPS. Były to badania oparte jedynie na wyznaczeniu maksymalnego rozmiaru kątowego źródła oraz jego widma, nie mówiły one nic na temat struktur obiektów. Keßlerman starał się wyjaśnić właściwości widma radiowego 1934-638 w oparciu o synchrotronową samoabsorpcję, absorpcję swobodno-swobodną czy wręcz sugerował nienaturalny charakter emisji. Dopiero od początku lat 80. XX w., wraz z wybudowaniem odpowiednich sieci interferometrycznych, stało się możliwe badanie struktur radiowych obiektów CSS i GPS. Okazało się też, że CSS-y są całkiem liczną grupą i stanowią nawet do 30% ogółu radioźródeł na 5 GHz.

Właściwości radiowe CSS-ów i GPS-ów

Badania struktur radiowych źródeł CSS za pomocą VLBI były ważnym obszarem badań przez ostatnie dwa dziesięciolecia, co zaowocowało zebraniem pokaźnej ilości danych. Galaktyki¹⁴ CSS na falach radiowych jawią się jako podwójne lub potrójne obiekty, czasami asymetryczne. Symetryczność w tym przypadku oznacza istnienie emisji po obu stronach rzeczywistego lub domniemanego położenia radiowego jądra. Natomiast kwasary CSS są głównie potrójnymi obiektami z dobrze widocznym dżetem. Niektóre źródła CSS mają zaburzone struktury radiowe, np. 3C 287 czy 3C 216. Znieształcone struktury



Rys. 6. Mapa radiowa 3C 380, kwasara typu CSS. Widoczny jest jednostronny dżet i jądro obiektu, oznaczone jako D. Pokazano również tutaj skalę liniową obiektu

mogą świadczyć o interakcji dżetu z niejednorodnym, gęstym ośrodkiem międzygwiazdowym w macierzystej galaktyce. Bezpośrednie dowody na to zostały znalezione w kilku przypadkach, np. 3C 305 i 3C 303.1. Struktury radiowe w GPS-ach są bardzo podobne do tych w CSS-ach. Galaktyki GPS mają proste, generalnie symetryczne, podwójne lub potrójne struktury, czasami z widocznym jądrem i dżetami. Obiekty symetryczne, zarówno GPS-y, jak i CSS-y, nazywa się radioźródłami CSO¹⁵. Kwasary GPS posiadają bardziej zróżnicowane struktury: od typu CSO do obiektów jądro-dżet i wydają się mieć słabsze dżety od tych obserwowanych w CSS.

Fakt, iż zaobserwowało wśród GPS-ów i CSS-ów obiekty typu CSO, niesie z sobą dwie ważne implikacje: a) istnieje ciągłość w morfologii i skali pomiędzy źródłami GPS i CSS a wielkoskalowymi radiogalaktykami FR II; b) struktury te zdecydowanie się różnią od typu „jądro-dżet”, obserwowanego w bardzo jasnych, zwartych obiektach, których emitowana moc wydaje się być efektem wzmacnienia relatywistycznego.

Kątowe rozmiary GPS i CSS mogą

sugerować, że mamy do czynienia z fizycznie małymi radioźródłami w porównaniu z radiogalaktykami FR I czy FR II. Jest też możliwe, że obserwujemy jasne wewnętrzne struktury bardziej rozległych obiektów. Kilkanaście źródeł CSS z katalogu 3C rzeczywiście posiada bardzo słabe rozległe struktury, np. 3C 236 oraz 3C 216, 3C 346, 3C 380. Stwierdzono także, że 3C 216, 3C 380 i 3C 346 mogą być zrzutowanymi obiektami FR II. Mimo to, zdecydowana większość CSS-ów nie posiada słabych, rozmytych rozległych struktur. Tak samo w przypadku GPS-ów znanych jest kilka obiektów, które mają dodatkowe, słabe wielkoskalowe struktury, np. 0108+388 i 1245+676. Ocenia się, że około 10–15% źródeł GPS posiada strukturę rozciągłą. Jest ona jednak bardzo rozmyta i trudno ją zaobserwować. W literaturze pojawiają się dwa scenariusze, wyjaśniające istnienie dodatkowych struktur w GPS-ach:

(1) Gdy z powodu np. interakcji z gęstym ośrodkiem międzygwiazdowym zostanie przerwany dopływ energii w postaci dżetów do rozległych struktur, to zaczynają one wyświetcać swoje zasoby energetyczne i słabną. W miejscu nieciągłości dżetu tworzą się jasne radiowo fale uderzeniowe i są widoczne jako we-

¹⁴ Rozróżnienie na galaktyki i kwasary jest wynikiem identyfikacji optycznej. W galaktykach nie jest obserwowane bezpośrednio jasne jądro obiektu.

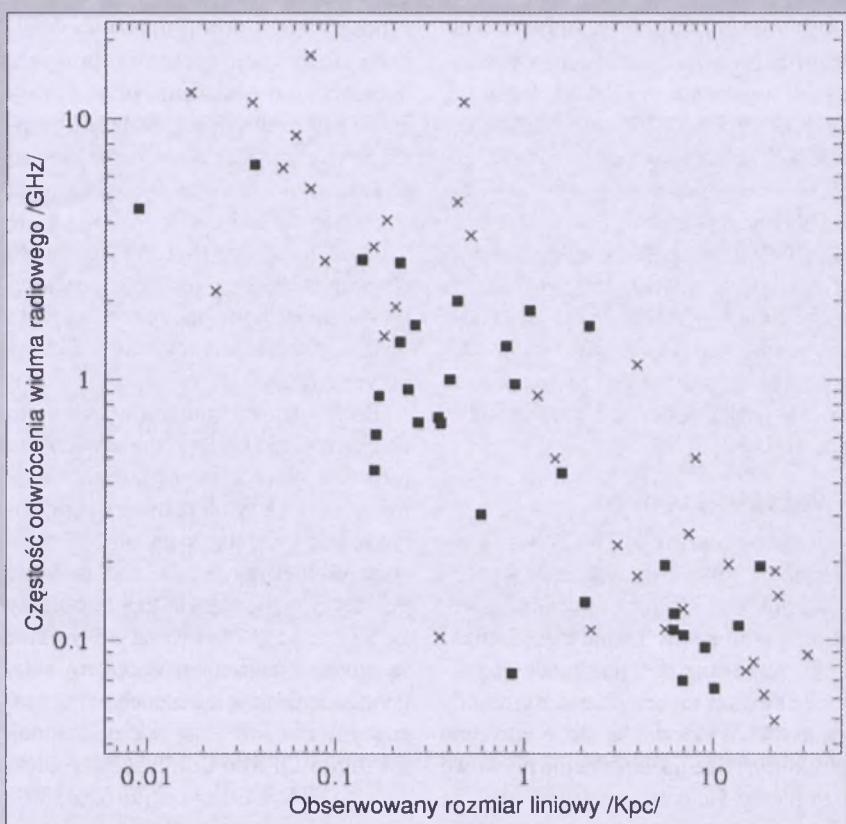
¹⁵ Ang. *Compact Symmetric Object* — CSO, zwarte symetryczne obiekty.

wnętrzne „gorące plamy”. Obiekt posiada wtedy jednocześnie wielkoskalowe i zwarte składniki radiowe.

(2) Druga hipoteza zakłada tzw. odradzanie radioźródeł, polegające na powtornym rozpoczęciu aktywności radiowej w czasie, kiedy stare struktury są jeszcze widoczne. Zjawisko to może być wywołane przez nową fazę interakcji z sąsiednimi galaktykami, znajdującymi się w gromadzie galaktyk. Obserwowa- no by więc dwie różne fazy aktywności radiowej w życiu tego samego obiektu, czasami wręcz z niepokrywającymi się osiami struktur związanych z kolejnymi cyklami aktywności.

Kształt widma radiowego jest charakterystyczną cechą dla obu omawianych klas radioźródeł. Ich widma mają pojedyncze maksimum oraz stromy, nietermiczny charakter na wyższych częstotliwościach. Dyspersja wskaźnika widmowego wydaje się być szeroka (0,5–1,2) i jest identyczna w obu klasach. Widma GPS-ów wydają się być bardziej płaskie na krótszych falach, ale może to być jedynie efekt czysto obserwacyjny, wynikający z faktu, iż właśnie w tym przedziale widma źródła te mają maksima. De Vries w 1997 r. wyznaczył uśrednione widmo źródła GPS i stwierdził, że średnie wartości indeksu widmowego wynoszą $-0,56$ i $0,77$, odpowiednio przed i po maksymum. Wartość $\alpha_m = -0,56$ jest daleka od kanonicznej $\alpha_k = -2,5$, będącej wynikiem samoabsorpcji synchrotronowej i wskazuje na dużą niejednorodność w źródłach. Natomiast $\alpha = 0,77$ jest typowe dla obiektów wielkoskalowych i sugeruje, że mechanizmy przyspieszania i wytraczania energii przez relatywistyczne elektrony tworzą takie same średnie indeksy widmowe praktycznie przez cały okres aktywności danego radioźródła. Samo istnienie maksimum na tak wysokiej częstotliwości jest najprawdopodobniej efektem samoabsorpcji synchrotronowej. Można dzięki temu oszacować liniowe rozmiary obszarów, z których jest emitowane promieniowanie radiowe. Swój wkład może mieć też absorpcja na swobodnych elektronach, jako że obserwowane są duże gęstości w obłokach produkujących linie emisjyne i spora depolaryzacja promieniowania synchrotronowego.

Bardzo ważną zależnością odkrytą podczas badań nad źródłami CSS i GPS jest pokazana na rys. 7 antykorelacja



Rys. 6. Zależność pomiędzy częstotliwością odwrócenia widma radiowego a rozmiarami liniowymi radioźródła. Kwazarzy są reprezentowane przez krzyżyki, a galaktyki przez czarne kwadraty

pomiędzy częstotliwością odwrócenia widma a rozmiarem liniowym obiektu. Przedstawiony rysunek sugeruje, że źródła GPS i CSS są przeskalowaną wersją tego samego fenomenu fizycznego i że ta relacja jest identyczna dla kwazarów i galaktyk. Wyznaczono, że ma ona postać:

$$\log(\nu_m) = -0,21(\pm 0,05) - 0,65(\pm 0,05) \log(l),$$

gdzie ν_m jest częstotliwością odwrócenia widma, a l rozmiarem liniowym źródła. Tak prosta zależność wskazuje na to, że właściwości fizyczne CSS-ów i GPS-ów są podobne, a mechanizm wywołujący odwrócenie widma zależy od rozmiarów liniowych.

Pomiędzy radioźródłami GPS i CSS istnieją różnice, jeśli chodzi o polaryzacje promieniowania radiowego. Obiekty GPS są praktycznie niespolaryzowane na wyższych częstotliwościach ($\sim 0,2\%$ na 6 GHz), a na niższych mają bardzo małą polaryzację. Niski stopień polaryzacji może być efektem: a) wygładzenia wektora E pochodzącego z wielu różnych obszarów; b) bardzo zakrzywionym polem magnetycznym; c) obecnością ośrodka depolaryzującego promieniowanie podczas propagacji. Przeprowadzone obserwacje raczej wykluczają pierwszą hipotezę, ponieważ nie znale-

zione pojedynczych, spolaryzowanych składników. CSS-y wydają się mieć silniejszą polaryzację promieniowania (1 – 3% na 5 GHz do $\sim 7\%$ na 15 GHz). Część źródeł ma większy stopień polaryzacji po stronie dżetu, co jest zgodne z efektem Lainga-Garringtona dla radio-galaktyk. Polega on na tym, że część źródeł znajdująca się bliżej obserwatora jest silnie spolaryzowana. Jest to wynik propagacji fal radiowych w ośrodku międzygwiazdowym i międzygalaktycznym, które mają właściwości depolaryzacyjne. Zwiększenie polaryzacji ze skróceniem obserwowanej fali, biorąc pod uwagę rozmiary liniowe źródeł, wskazuje na ośrodek międzygwiazdowy jako główny czynnik odpowiadający za depolaryzację promieniowania. Występują kwazarzy CSS z polaryzacją nawet do 10% , ale obserwuje się i obiekty całkowicie zdepolaryzowane. Odkryto również, że depolaryzacja jest silna w obszarze o promieniu około 2 – 3 kpc od jądra. Jest to prawdopodobnie rozmiar obszaru NLR.

Pomiary rotacji Faradaya wskazują, że statystycznie obiekty CSS/GPS mają większe RM¹⁶ niż wielkoskalowe radio-galaktyki 3CR i są porównywalne z tymi

¹⁶ Ang. rotation measure — miara rotacji RM.

radioźródłami, które znajdują się w centrum masywnych strumieni chłodzących¹⁷ w gromadach galaktyk. Sądzi się, że duże wartości RM w przypadku strumieni chłodzących są efektem propagacji promieniowania w gęstym ośrodku międzygalaktycznym. Znane są źródła CSS/GPS mające ekstremalne wartości $RM \gtrsim 1000$ rad m⁻². Odkryto też, że u obiektów CSS/GPS, wraz z malejącymi rozmiarami fizycznymi, rośnie wartość RM. Taki sam trend zaobserwowa- no dla wielkoskalowych radiogalaktyk z katalogu 3CR.

Właściwości optyczne

Obserwując grupę 20 CSS-ów Gelderman w 1996 r. stwierdził, że wszystkie galaktyki macierzyste wykazują, według parametrów Dahariego, oznaki zaburzenia struktury na skutek interakcji ze swoimi towarzyszami z gromady galaktyk. Widoczne są słabe optyczne struktury, takie jak strumienie płynowe czy mosty. Gelderman zasugerował, że skoro tego typu elementy pojawiają się w symulacjach oddziaływań galaktyk spiralnych, to w interakcjach CSS-ów biorą udział obiekty bogate w pył i gaz. Morfologie galaktyk macierzystych GPS-ów także mają takie właściwości. Na 30 radioźródeł 17 miało zaburzone izofity, a pięć posiadało drugie jądro, co świadczy o niedawnym zlaniu się dwóch lub więcej galaktyk. Duży odsetek galaktyk macierzystych CSS/GPS (50–60%), będących w fazie interakcji z otoczeniem, potwierdza teorię mówiącą, że rozpoczęcie aktywności radiowej musi mieć związek z oddziaływaniami grawitacyjnymi z inną galaktyką. Źródła CSS/GPS bardziej przypominają też galaktyki FR II niż FR I, ponieważ statystycznie galaktyki macierzyste FR II wykazują częściej oznaki interakcji (40–50%).

Istotnym argumentem, wskazującym na silne oddziaływanie CSS-ów z otoczeniem, jest odkrycie tzw. efektu zgodności¹⁷. Efekt ten polega na identycznej orientacji przestrzennej struktur radiowych ze strukturami widocznymi w niebieskiej części światła widzialnego. Najbardziej prawdopodobną teorią wyjaśniającą efekt zgodności są gwałtowne procesy gwiazdotwórcze, wywołane przez poruszający się dżet w ośrodku międzygwiazdowym. Znaleziony efekt

zgodności u CSS-ów jest spójny z wynikami obserwacji spektroskopowych, mówiącymi o posiadaniu przez CSS-y jasnych linii emisyjnych. Można się spodziewać, że na skutek propagacji dżetu powstaną fale uderzeniowe, które mogą pobudzać do świecenia znajdujące się w ośrodku chmury gazu. W przypadku obiektów GPS brak jest wystarczającej ilości danych. Spowodowane to jest zbyt małą rozdzielcością kątową teleskopów optycznych.

Rozkłady przesunięć ku czerwieni obiektów CSS i GPS są bardzo podobne, tak samo jak procentowy udział kwazarów i galaktyk w obu populacjach. Statystycznie kwazary zdają się być położone w większych odległościach niż galaktyki, a wszystkie znane obiekty CSS/GPS o $z \gtrsim 2$ to kwazary. Wyniki te są zgodne z założeniem dopplerowskiego wzmacnienia w kwazarach. Wraz z rosnącym z zmienia się także stosunek kwazarów GPS do CSS i dla $z \gtrsim 2$ większość to GPS-y. Uważa się, że około 30% aktywnych radioowo kwazarów, mających duże z , to przedstawiciele klasy GPS.

Źródła GPS i CSS w modelu unifikacji AGN-ów

Wspomniana wcześniej różnica w rozkładzie przesunięć ku czerwieni pomiędzy galaktykami i kwazarami CSS/GPS jest jednym z najmocniejszych argumentów przemawiających za tezą, że promieniowanie radiowe galaktyk nie jest silnie wzmacnione dopplerowsko. Udało się w kilku przypadkach wyznaczyć prędkość ekspansji źródeł GPS. Jej wartość wynosi $\sim 0,2c$ i jest znacznie mniejsza niż prędkości obserwowane w kwazarach. Kinematyczny wiek źródeł wyznaczony z ruchu własnego jest na poziomie $\sim 10^3$ – 10^4 lat. Badania widm radiowych galaktyk CSS wskazują na wiek $\lesssim 10^5$ lat.

Źródła CSS/GPS są obiektami o najmniejszej znanej zmienności radiowej. Jedynymi wyjątkami są niektóre kwazary, np. 0552+390 czy 2134+004. Podobnie tylko nieliczne kwazary GPS/CSS wykazują obecność pozornych ruchów nadświetlnych. Opierając się na wskaźnikach orientacji źródła, takich jak stosunek jasności jądra do całosci emisji czy stosunek odległości gorących plam do jądra stwierdzono, że statystycznie wyniki są zgodne z tezą wskazującą na orientację obiektów względem obserwatora jako przyczy-

nę różnic we właściwościach galaktyk i kwazarów.

Ważne w tym momencie jest postawienie pytania o miejsce źródeł GPS/CSS w schemacie unifikacyjnym AGN-ów. Najbardziej popularny jest obecnie model tworzący ciąg ewolucyjny z obiektów zwartych i radiogalaktyk FR I i FR II. Według tej hipotezy nowo narodzone źródła radiowe jawią się jako GPS-y, potem zwiększają swój rozmiar liniowy, stając się galaktykami CSS. W końcowej fazie CSS-y rozrastają się do wielkoskalowych radiogalaktyk. Symulacje tego typu ewolucji są zgodne z wynikami obserwacyjnymi. Faktami przemawiającymi na korzyść scenariusza ewolucyjnego rozwoju radioźródeł od GPS do radiogalaktyk FR I/FR II są: a) podobieństwo morfologii galaktyk GPS/CSS do obiektów wielkoskalowych; b) brak przekonywającej detekcji wystarczającej ilości chłodnego gazu w ośrodku międzygwiazdowym, zdolnego do powstrzymania wzrostu radioźródła; c) odpowiednie ciśnienie panujące w radioźródłach, pozwalające na eksplansję w równowadze ciśnieniowej z ośrodkiem.

Badania liczебności poszczególnych grup radioźródeł pokazują nadwyżkę obiektów CSS i GPS w stosunku do przewidywań teorii ewolucji. Jest więc prawdopodobne, że do klasy zwartych obiektów radiowych wchodzi dodatkowa, niezwiązana ewolucyjnie z radiogalaktykami FR I i FR II, populacja radioźródeł. Teoriami wyjaśniającymi obserwowaną niezgodność co do ilości radioźródeł CSS/CSS są: a) model zakładający, że część z obserwowanych zwartych obiektów ma czas życia $\lesssim 10^4$ lat i z tego powodu nie jest w stanie rozrosnąć się do wielkoskalowych rozmiarów; b) hipoteza twierdząca, że obiekty GPS/CSS mogą być starymi źródłami. W tym ostatnim przypadku gęsty ośrodek międzygwiazdowy uniemożliwia im eksplansję do rozmiarów radiogalaktyk FR I/FR II.

Marcin Gawroński w czasie pisania tego artykułu był doktorantem astronomii na Wydz. Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej UMK. Obecnie obronił doktorat na podstawie badań AGN-ów i jest pracownikiem Katedry Radioastronomii CA UMK w Toruniu

¹⁷ Ang. cooling flow.

¹⁸ Ang. the alignment effect.

Tajemnice obłoków srebrzystych

W numerze 5/2008 w „Galerii Uranii” zamieściliśmy piękne zdjęcia srebrzistych obłoków wykonane przez pana Marka Nikodema. Towarzyszył im szereg pytań Autora — mimo możliwości obserwacji zjawiska stosunkowo prostymi środkami nadal wiemy o nim niewiele.

Srebrziste obłoki zaobserwowano po raz pierwszy w XIX w., a ścisłe w około dwa lata po erupcji wulkanu Krakatau, która miała miejsce w roku 1883. Wulkan wyrzucił do atmosfery duże ilości pary i pyłu, ale potrzeba było aż dwóch lat, aby dotarły do mezosfery na wysokość rzędu 80 km, gdzie powstają srebrziste obłoki. Obłoki zostały zaobserwowane prawie jednocześnie (przez Roberta Leslie (Anglia) i T.W. Backhouse (Niemcy)). Leslie opublikował swój artykuł w „Nature” w lipcu 1885 r., Backhouse zrobił to samo we wrześniu. W roku 1896 Otto Jesse z Berlina opublikował w „Astronomische Nachrichten” dokładne pomiary wysokości obłoków na podstawie zdjęć wykonanych w Steglitz, Nauen, Rathenow i Berlinie w latach 1889–1891. Biorąc pod uwagę również wcześniejsze obserwacje od roku 1885, otrzymał średnią wartość równą 82 km.

Jednym z niewyjaśnionych faktów (spoza listy pana Marka) jest duża zdolność odbijania fal radarowych przez obłoki — zauważono to już 25 lat temu. Zjawisko próbowało tłumaczyć obecnością swobodnych ładunków elektrycznych w obrębie obłoków. Jednak zmierzona koncentracja elektronów była o kilka rzędów wielkości za mała, aby można było解释 zaobserwowany efekt. Stworzono zatem modele rozpraszania fal radiowych na izotropowych nieregularnościach atmosfery w otoczeniu obłoków. Ale i one natrafili na trudności.

26 sierpnia br. pojawił się w „Journal of Geophysical Research” (seria D — Atmosfery) artykuł Paula Bellana z California Institute of Technology proponują-



Fot. M. Nikodem

jący nowe podejście. Jeżeli nie możemy oczekwać dostatecznie wysokiej koncentracji swobodnych elektronów, to spróbujmy „umieścić” je na powierzchni kryształków lodu tworzących obłoki. Okazuje się, że nieco powyżej obszaru formowania srebrzistych obłoków występuje cienka warstwa par żelaza, sodu, wapnia i potasu — jest ona pozostałością po odparowaniu mikrometeorów wchodzących do atmosfery. Zauważono również, że w rejonie formowania srebrzistych obłoków znika około 80% najbardziej występujących par żelaza i sodu, tak jakby obłoki usuwały pary metali z dolnej części zawierającej je warstwy. Bellan pokazuje w swojej pracy, że żelazo i sód mogą osiądać na powierzchni ziarenek lodu (o rozmiarach od 20 do 200 nm), tworząc cieniutką przewodzącą warstwę i zwiększąc w ten sposób dramatycznie liczbę elektronów mogących oddziaływać z polem fali radiowej. Utworzenie warstewki wystarczającej do skutecznego odbicia następuje w czasie od kilku godzin do kilku dni.

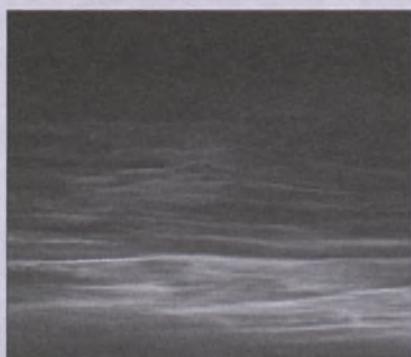
W kwietniu ubiegłego roku został wystrzelony satelita AIM (Aeronomy of Ice in the Mesosphere) przeznaczony m.in. do badania srebrzistych obłoków. Jednym z pierwszych odkryć było zauważenie bardzo słabych obłoków uformowanych z małych ziarenek lodu (około 30 nm), praktycznie niewidocznych z powierzchni Ziemi, ale odgrywających istotną rolę w sumarycznym bilansie występowania zjawiska. Inne spostrzeżenia odnoszą się do struktur obserwowanych w obszarze srebrzistych obłoków widzianych z góry — przypominają one kształty tworów widocznych znacznie niżżej w troposferze. Jest to zaskakujące odkrycie. Wygląda na to, że dynamiki

obydwu warstw atmosfery mogą być podobne. Obłoki są zmienne w skali od godzin do dni, ich jasność zmienia się w skali horyzontalnej rzędu kilometrów. Różnice mogą dochodzić do 1000%. Satelita ma dostarczać dane przynajmniej do roku 2012. Zobaczmy, co jeszcze zaobserwuje.

W roku 2003 przez lamy „EOS-a” (tygodniowego biuletynu Amerykańskiej Unii Geofizycznej) przetoczyła się dyskusja na temat roli srebrzistych obłoków w detekcji zmian zachodzących w atmosferze. Porównano je do kanarków używanych dawniej w kopalniach do ostrzegania górników o wzroście stężenia metanu. Zwracano m.in. uwagę na związek pojawiania się świecących obłoków z temperaturą mezosfery. Jedna z hipotez mówi o możliwym związku zwiększonej częstości występowania obłoków ze wzrostem zawartości dwutlenku węgla w atmosferze. Blokując wyjście promieni podczerwonych z atmosfery, przyczyniały się do obniżenia temperatury mezosfery, tworząc w ten sposób sprzyjające warunki do tworzenia się kryształków lodu. Oddzielnym zagadnieniem jest poszukiwanie ewentualnych korelacji z fazą cyklu słonecznego. Dyskusja nie była konkluzywna — nie mamy jeszcze wystarczającej ilości dobrych obserwacji, jak i dostatecznie dobrych modeli oddziaływania atmosfery i mezosfery, poza tym sama fizyka srebrzistych obłoków nie jest jeszcze dostatecznie znaną.

Zagadnienie srebrzistych obłoków jest typowym przykładem badań interdyscyplinarnych. Mamy tu do czynienia z elementami astronomii, fizyki ciała stałego, szeroko pojętej fizyki atmosfery, jak i fizyki związków Słońca—Ziemia.

Roman Schreiber



Tajemnice De Revolutionibus

Z powstaniem astronomii heliocentrycznej i jej przedstawieniem w dziele „O obrotach” Mikołaja Kopernika wciąż wiążą się zagadki ważne z punktu widzenia historii nauki

Na folio 67 verso norymberskiego wydania *De revolutionibus* Mikołaja Kopernika widnieje rycina, która służy do zilustrowania wywodu, w jaki sposób złożenie dwóch jednostajnych ruchów po okręgu może wytworzać ruch wahadłowy po linii prostej. Konstrukcję tę historycy astronomii nazywają parą at-Tusiego, gdyż opisał ją trzynastowieczny arabski astronom Nasir ad-Din at-Tusi z Maragi. W historii, rycina z dzieła Kopernika bardzo przypomina ilustrację, którą znajdujemy w *At-Tadhira fi 'ilm al-hay'a*, rękopisie traktatu at-Tusiego¹. W tym miejscu swego dzieła fromborski astronom wykorzystał to rozwiązanie jako element teorii precesji², ale posłużył się nim także później, w modelach ruchów planet w księdze szóstej. W geometrycznych konstrukcjach mechanizmów planetarnych orbit Kopernik zastosował także rozwiązania innych uczonych islamu ze

szkoły skupionej wokół obserwatorium w Maradze, Mu'ayyid ad-Dîn al-'Urdiego i Qutb ad-Dîn aš-Šîraziego, oraz pracującego w XIV w. w Damaszku Ibn aš-Šâtira³.

Kopernik powołuje się w *O obrotach* na wyniki astronomii islamu. Tworząc teorię precesji i ruchu Słońca, siega po rezultaty badań Tabita Ibn Qurri i Az-Zarqalego, przekazane w przekładach dzieł arabskich na łacinę, i mówi o tym wprost. Jednakże prace at-Tusiego i jego współpracowników oraz aš-Šātira nie zostały przetłumaczone na łacinę, a polski astronom nie czytał po arabsku, nie wymienił też owych uczonych z imienia i nazwiska. Jak więc rozwiązać zagadkę wykorzystania ich konstrukcji w astronomii heliocentrycznej?

Jedna z hipotez odwołuje się do znanego faktu, że w XV w., po upadku Konstantynopola greckie rękopisy, w tym niektóre przekłady pism at-Tusiego, dotarły na Zachód. (A grekę Kopernik znał,

¹ W. Hartner, *Ptolemäische Astronomie im Islam und zur Zeit des Regiomontanus* [w:] *Regiomontanus-Studien*, pod red. G. Hamanna, Wiedeń 1980, s. 109–124.

² Zob. J. Dobrzycki, *Teoria precesji w astronomii średniowiecznej*, „*Studia i Materiały z Dziejów Nauki Polskiej*” ser. C 1965 z. 11, s. 34–36.

³ Cykl prac, przedstawiających te modele, można znaleźć w: E. S. Kennedy, *Studies in the Islamic Exact Sciences*, Bejrut 1983, s. 50–107. Techniczny sposób wykorzystania tych rozwiązań analizuje szczegółowo praca N. M. Swerdlow, O. Neugebauer, *Mathematical Astronomy in Copernicus's De Revolutionibus*, Nowy Jork 1984, *passim*.

czego dowiodł, tłumacząc z tego języka na łacinę *Listy obyczajowe, sielskie i miłośne* bizantyńskiego pisarza Teofilakta Symokatty⁴). W Bibliotece Watykańskiej znajduje się na przykład rękopis, zawierający pomysłowe rozwiązania astronoma z Maragi w zastosowaniu do teorii ruchu Księżyca. Podczas studiów Kopernik miał styczność ze środowiskiem włoskich arystotelików, którym mogły odpowiadać propozycje uczonych islamu, „poprawiające” modele Ptolemeusza, wyposażone w niechciane ekwant; był również w Rzymie. A zatem ta droga transmisji metod matematycznych, wykorzystanych następnie przez Kopernika, wydaje się prawdopodobna⁵.

Co więcej, ostatnio pojawiły się ślady wskazujące na to, że na przełomie XV i XVI stulecia tego rodzaju rozwiązania stanowiły część warsztatu astronomów z kręgu szkół wiedeńskiej, norymberskiej i krakowskiej⁶. Hipotezę taką pozwoliły postawić wyniki badań efemeryd planetarnych na lata 1510 i 1512, obliczonych przez Johanna Angelusa, wiedeńskiego lekarza i matematyka. Efemerydy Angelusa w sposób typowy dla tego rodzaju wydawnictw epoki renesansu podają położenia planet i ich aspekty na kolejne dni danego roku, ale w przedmowach autor informuje, że są one dokładniejsze od innych, gdyż zostały porachowane na podstawie nowych tablic ruchów planet, poprawionych przez Georga Peurbacha. Rękopisu Peurbacha nie udało się dotąd odnaleźć, Angelus zaś nie zdradził szczegółów korekt wprowadzonych przez profesora Uniwersytetu Wiedeńskiego — autora nowoczesnego podręcznika astronomii geocentrycznej *Theoricae novae planetarum* (napisany w połowie XV w., ukazał się drukiem w Norymberdze w 1473 r.) i inicjatora nowego łacińskiego przekładu *Almagestu* z języka oryginału⁷ —

⁴ Theophylacti Scolastici Simocati *Epistolaes morales, rurales et amatoriae*, Kraków 1509.

⁵ Zob. N. M. Swerdlow, *The Derivation and First Draft of Copernicus's Planetary Theory: A Translation of the Commentariolus with Commentary*, „Proceedings of the American Philosophical Society” 1973 t. 117, s. 424; N. M. Swerdlow, O. Neugebauer, *op. cit.*, s. 47–48.

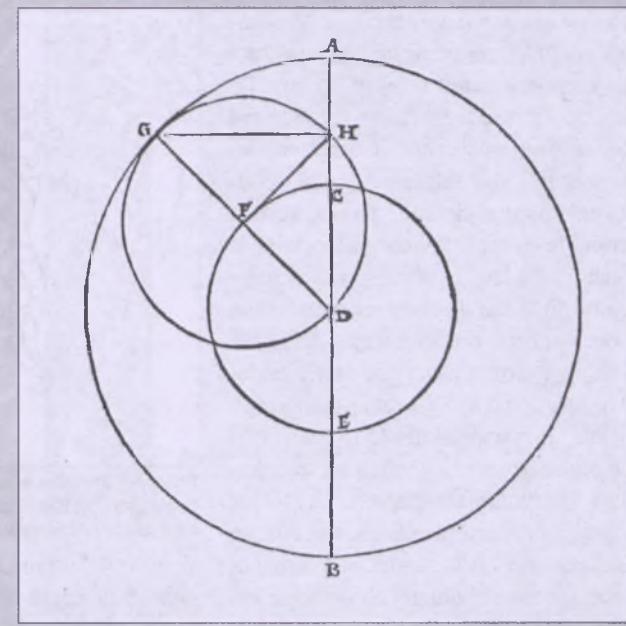
⁶ Szczegółowe omówienie tego zagadnienia zawiera J. Dobrzycki, R. L. Kremer, *Peurbach and Maragh Astronomy? The Ephemerides of Johannes Angelus and Their Implications*, „Journal for the History of Astronomy” 1996 t. 27, s. 187–237.

do tradycyjnych modeli Ptolemeusza, stanowiących podstawę popularnych wówczas *Tаблиц alfonysińskich*. Niemniej podane w efemerydach Angelusa dzienne długości ekleptyczne planet dają się odtworzyć poprzez zastosowanie pary at-Tusiego lub modeli aš-Šātira (i Kopernika) z podwójnym epicyklem w tradycyjnym systemie geocentrycznym.

Reprezentowana przez uczonych z Maragi i Damasz-

ku szkoła astronomiczna stawiała sobie za główny cel taką reformę modeli Ptolemeusza, by wyrugować z nich niejednostajny ruch obrotowy i ekwant oraz koła mimośrodowe. Potrzeba ta wynikała z chęci zamienienia matematycznych rozwiązań *Almagestu* na układ sfer, odzwierciedlający fizyczną budowę świata. Odrodzenie astronomii europejskiej w XV stuleciu nastąpiło w dużej mierze dzięki pracom Peurbacha i Regiomontana, którzy po upływie kilkunastu wieków przyswoili wreszcie Zachodowi teorię Ptolemeusza w całej jej matematycznej złożoności. Niedługo potem Regiomontanus zaczął realizować w Norymberdze przemyślany program wydawania podstawowych dzieł astronomicznych i matematycznych oraz prowadzenia długich sekwencji obserwacji ciał niebieskich w celu udoskonalenia parametrów teorii planet. Tak więc Kopernik był intelektualnym spadkobiercą obu tych tradycji, poszukując rzeczywistego układu świata i wykorzystując metody matematyczne, które pre-

⁷ Peurbach zdał opracować pierwsze sześć ksiąg *Almagestu*. Zmarł w 1461 roku. Dzieło dokonał jego uczeń, Johannes Regiomontanus; zatytuowane *Epitome in Almagestum Ptolemaei*, ukazało się drukiem w 1496 roku w Wenecji. Należący do Kopernika egzemplarz *Epitome* nie zachował, ale nie ulega wątpliwości, że astronom korzystał z niego często. Gdy przed rokiem 1514 formułował w *Commentariolus* swe siedem założeń systemu heliocentrycznego, negował geocentryczne postulaty *Epitome*; zob. J. Dobrzycki, *Notes on Copernicus's Early Heliocentrism*, „Journal for the History of Astronomy” 2001 t. 32, s. 223–225.



Mikołaj Kopernik, *De revolutionibus*, Norymberga 1543, folio 67 verso. Mechanizm at-Tusiego sprawia, że punkt wprawiany w ruch przez parę obracających się ze stałą prędkością kół biegnie po linii prostej

ferowały jednostajne obroty współśrodkowych sfer. Innymi słowy, i jest to trzecia hipoteza, Kopernik mógł dojść do rozwiązań przypominających konstrukcje at-Tusiego i aš-Šātira samodzielnie⁸. Niezależnie jednak od tego, czy Kopernik posłużył się już istniejącymi wysublimowanymi narzędziami matematycznymi, czy sam je rozwinał, zastosował je — jak nikt przed nim — do stworzenia rewolucyjnego systemu kosmologicznego.

Jak długo powstawało De revolutionibus?

Wciąż bez odpowiedzi pozostaje pytanie, jak długo powstawało *De revolutionibus*. Znamy datę posłania rękopisu do oficyny drukarskiej, nie wiemy jednak, kiedy Kopernik rozpoczął pisanie traktatu i jaka była dynamika tego procesu. Astronom zresztą nie zdradził, w którym momencie swego życia odkrył kosmologię heliocentryczną. Jej pierwszy zarys sformułował w kilkunastostronicowej rękopiśmiennej rozprawce *Nicolai Copernici de hypothesibus motuum coelestium a se constitutis commentariolus* (zwanej w skrócie *Commentariolus*), o której wiemy, że musiała powstać przed 1514 rokiem, gdyż w sporządzonym w tym roku katalogu biblioteki kra-

⁸ Zob. np. M. di Bono, *Copernicus, Amico, Fra- castoro and Tusi's Device: Observations on the Use and Transmission of a Model*, „Journal for the History of Astronomy” 1995 t. 26, s. 133–154.

kowskiego uczonego Macieja z Miechowa znajduje się pozycja: „Manuskrypt na sześciu kartach o teorii utrzymującej, że Ziemia się porusza, Słońce zaś pozostaje nieruchome”⁹. *Commentarius* zawiera stwierdzenie: „[...] spróbuję pokrótko wykazać, z jaką konsekwencją da się utrzymać jednostajność ruchów. Sądzę, że dla zwięzłości należy tu pominąć dowody matematyczne przeznaczone do większego dzieła”¹⁰. Tak więc można na tej podstawie zakładać, że początek pisania „większego dzieła” przypada około 1515 roku i taki pogląd, wspierany analizą treści rękopisu Kopernika oraz papieru, na którym był uwieczniany, głosili Ludwik Antoni Birkenmajer i Aleksander Birkenmajer; w tej tak zwanej długiej chronologii koniec okresu powstawania całości dzieła przypada na 1541 rok¹¹. Analiza tekstu w służbie chronologii bierze pod uwagę wzajemne związki między poszczególnymi elementami teorii heliocentrycznej, zależności fragmentów tekstu Kopernika od ówczesnych wydań ważnych dzieł astronomicznych i matematycznych, wreszcie wykorzystane obserwacje ciał niebieskich. Natomiast charakterystyczne cechy papieru, takie jak filigrany, pozwalały ustalić przybliżony czas jego użycia, jeśli odnajdujemy podobne karty w innych, datowanych drukach lub rękopisach, na przykład li-

stach¹².

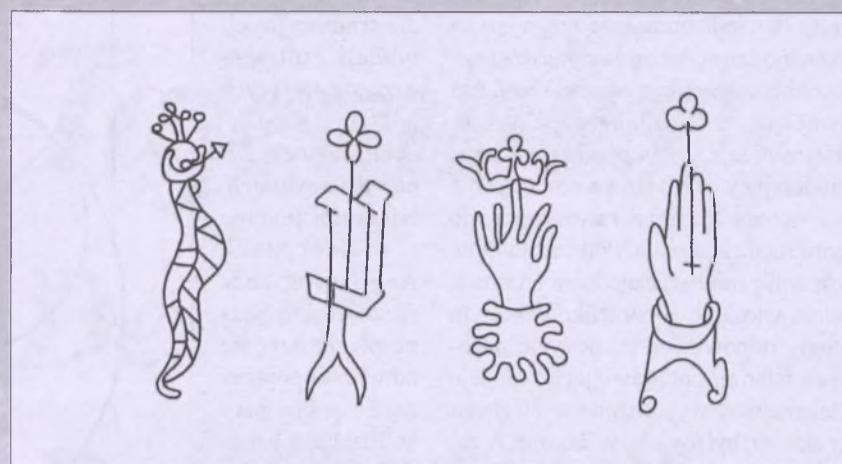
Autograf Kopernika został spisany w przeważającej mierze na czterech rodzajach papieru. Znakiem rozpoznawczym pierwszego rodzaju jest filigran w postaci węża wodnego (konika mor-

⁹ *Item sexternus theorice asserentis terram moveri, Solem vero quiescere.* Por. L. A. Birkenmajer, *Stromata Copernicana*, Kraków 1924, s. 200–202. Obecnie znane są dwie pełne kopie zaginionego rękopisu Kopernika i jedna fragmentarną; wszystkie wywodzą się zapewne z egzemplarza będącego niegdyś w posiadaniu Tychona Brahego. Zob. J. Dobrzycki, L. Szczucki, *On the Transmission of Copernicus's Commentariolus in the Sixteenth Century*, „Journal for the History of Astronomy” 1989 t. 20, s. 25–28.

¹⁰ M. Kopernik, *Pisma pomniejsze*, Warszawa 2007, s. 20 (tum. J. Drewnowski).

¹¹ L. A. Birkenmajer, *Mikołaj Kopernik*, Kraków 1900, s. 350–388; A. Birkenmajer, *Trygonometria Mikołaja Kopernika w autografie głównego jego dzieła*, „*Studia Źródłoznawcze*” 1971 t. 15, s. 3–70.

¹² Zob. L. A. Birkenmajer, *op. cit.* J. Zathey, *Analiza i historia rękopisu „De revolutionibus” [w:] Rękopis dzieła Mikołaja Kopernika „O obrotach”*. Facsimile, Warszawa–Kraków 1972, s. 1–39. Także E. Rosen, *When Did Copernicus Write the „Revolutions”?*, „Sudhoffs Archiv” 1977 t. 61, s. 144–155.



Przykłady znaków wodnych czterech głównych rodzajów papieru, występujących w autografie Kopernika. Wg Rękopisu dzieła Mikołaja Kopernika „O obrotach”. Facsimile. Pod red. P. Czartoryskiego, Warszawa–Kraków 1972

skiego) w koronie. Jest to niewątpliwie najstarsza część rękopisu, zawierająca początkowe rozdziały księgi pierwszej, katalog gwiazd z księgi drugiej oraz teorię precesji i wprowadzenie teorii Słońca z księgi trzeciej. Ów fragment dzieła jest niezwykle ważny dla chronologii z dwóch powodów. Po pierwsze, Kopernik posługuje się teorią precesji we wszystkich następnych księgach, w których przedstawia teorie Księżyca i planet. Po drugie, przy ustalaniu średniego tempa precesji astronom powołuje się na obserwacje Kłosa z gwiazdozbioru Panny, przeprowadzone w 1525 r. (ks. III, rozdz. 2). Z tych właśnie powodów według krótkiej chronologii pisanie *De revolutionibus* musiało się rozpocząć po 1525 r.¹³ Blisko trzecią część swego dzieła Kopernik skreślił na kartach z filigranem przedstawiającym literę P z kwiatem. Tu w datowaniu pomagają trzy zachowane listy do biskupa Jana Dantyszka, które zostały napisane przez astronoma na takim samym papierze w latach 1537 i 1539. Ten rodzaj papieru posłużył przede wszystkim do sporządzenia ksiąg piątej i szóstej. Księga czwarta została spisana na kartach ze znakiem wodnym w kształcie ręki z koroną; papier ten zastępuje również w pewnym miejscu księgi trzeciej karty z wężem wodnym oraz występuje także w księdze piątej i na początku szóstej. A zatem te części *O obrotach* można datować na połowę lub koniec lat 30.

¹³ Zob. N. M. Swerdlow, *The Holograph of De Revolutionibus and the Chronology of its Composition*, „Journal for the History of Astronomy” 1974 t. 5, s. 186–198; N. M. Swerdlow, O. Neugebauer, *op. cit.*, s. 87–89. Z dodatkowych powodów Swerdlow przesuwa tę datę jeszcze dalej, stawiając hipotezę, że niemal całość dzieła Kopernika powstała w latach 30. XVI w.

XVI w. Są jeszcze karty z filigranem w postaci ręki z trójlistną koniczynką. Pojawiają się one w księgach pierwszej i szóstej, a o tym, z jakiego okresu pochodzą, informuje nas list Kopernika do księcia Albrechta, skreślony na podobnym papierze w czerwcu 1541 r.

Jak widać, narodziny autografu *De revolutionibus*, niezależnie od tego, czy trwały lat kilka, kilkanaście czy kilkadesiąt, nie odbywały się liniowo. Wczesniejsze partie książki były przerabiane i zastępowane nowymi wersjami — starsze karty wycinano i wklejano w te miejsca inne. Jeden z takich przypadków wiąże się z fragmentem księgi pierwszej, poświęconym geometrii płaskiej i sferycznej. Kiedy bowiem w maju 1539 r. do Fromborka przywędrował Georg Joachim Retyk, przywiózł ze sobą między innymi *De triangulis omnimodis Regiomontana* (współoprawny z greckim wydaniem *Elementów Euclidesa*), wykład trygonometrii opublikowany w 1533 r. Kopernik wykorzystał to dzieło do wprowadzenia pewnych uzupełnień w swych fragmentach geometrycznych i całość przepisał na nowo na papierze ze znakiem wodnym w postaci ręki z trójlistną koniczynką, zastępując tymi kartami część w najstarszych ustępach autografu z filigranem węża wodnego. Co więcej, część trygonometryczna *O obrotach* została przez Retyka wydana w 1542 r. w Wittenberdze jako oddzielna książka, *De lateribus et angulis triangulorum*. A zatem datowanie tego rodzaju papieru w rękopisie na podstawie listu do księcia Albrechta doskonale pokrywa się z krótkim okresem, ograniczonym przybyciem Retyka i publikacją *De lateribus*.

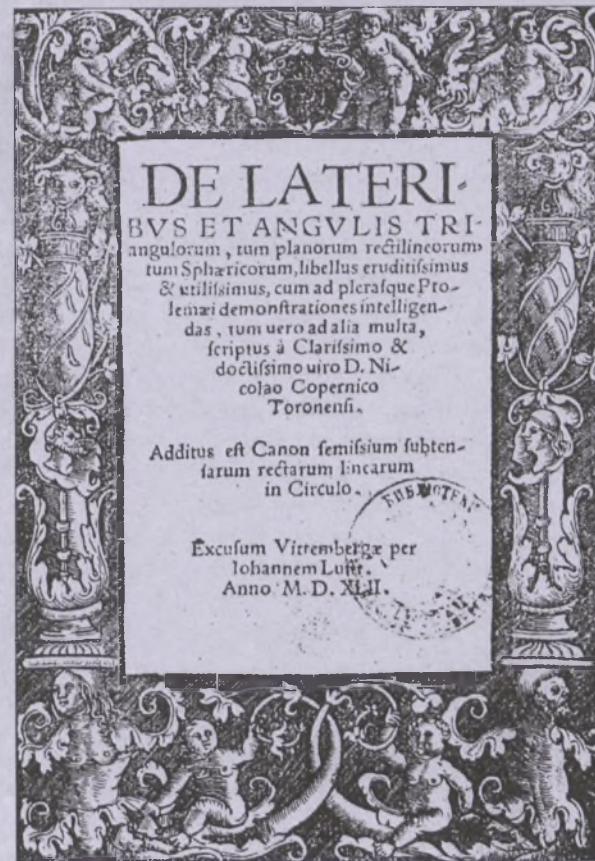
Niespodziewany gość

Klaudiusz Ptolemeusz napisał *Almagest* w Aleksandrii, ówczesnym centrum nauki hellenistycznej, posiadającym w połowie II w. najlepszą bibliotekę świata starożytne. Johannes Kepler dokonał swych najważniejszych odkryć astronomicznych jako matematyk cesarski w rudolfińskiej Pradze, mający tam dostęp do najdokładniejszych obserwacji ciał niebieskich, i matematyk okrągowy w protestanckim Linzu, nie związany formalnie z uniwersytetami początku XVII w. Dla Ptolemeusza piśanie traktatów naukowych było naturalną koleją rzeczy¹⁴, dla Keplera — potrzebą ducha, ale także sposobem na wydobycie funduszy od mecenasów, skodyfikowanym przez skomplikowany system zależności¹⁵. Dlaczego doszło do publikacji *De revolutionibus?* Historycy nauki po dziś dzień spierają się, w jak sposób klimaty intelektualny i społeczny końca XV i pierwszej połowy XVI wieku wpłynęły na krystalizację teorii heliocentrycznej Kopernika oraz jaki był stosunek fromborskiego astronoma do własnego odkrycia. Upraszczając, wciąż otwarte pozostaje pytanie, jak należy rozumieć fakt, że przez większą część życia Kopernik wzdragał się przed wydaniem *O obrotach*¹⁶, a mimo to ostatecznie postał je do druku. Jednym z nurtów współczesnych badań dziejów nauki tego okresu są próby zrozumienia, w jaki sposób na poszukiwania nowych systemów astronomicznych i kosmologicznych wpływaly systemy mecenatu kościelnego i dworskiego¹⁷. W 2003 r. Peter Barker i Bernard R. Goldstein zapropono-

nowali spojrzenie z tej właśnie perspektywy na proces wydania dzieła Kopernika¹⁸.

W pierwszej połowie XVI w. ważnym centrum naukowym i wydawniczym była Norymberga. To w tym mieście kilkadesiąt lat wcześniej Regiomontanus zainicjował ambitny program publikacji najważniejszych dzieł matematycznych i odnowy astronomii, między innymi poprzez prowadzenie systematycznych obserwacji ciał niebieskich, w czym wspomagał go norymerski patrycjusz Bernhard Walther¹⁹. Pisma Regiomontana, Walthera (jak również Johanna Werner) pozostały po ich śmierci w rękach znanego astro-

ma norymerskiego Johanna Schönera, który stopniowo publikował je w oficynie Johanna Petreiusa, specjalizującej się w druku dzieł naukowych. Z oficyjni Petreiusa współpracował luterański teolog Andreas Osiander, który na początku lat 20. XVI stulecia przyczynił się do przejęcia Albrechta Hohenzollerna na protestantyzm i stał się klientem księcia. W środowisku tym jesienią 1538 r. pojawił się Retyk, odbywający naukową podróż po Europie i wyposażony w list polecający od Melanchtona. Najwyraźniej dopiero w Norymberdze młody profesor z Wittenbergi dowiedział się o pra-



Strona tytułowa dzieła *De lateribus et angulis triangulorum*, Wittenberga 1542. Wg J. Wasiutyńskiego, *Kopernik. Twórca nowego nieba*, Warszawa 1938

cach Kopernika²⁰. W każdym razie przypuszczalnie tutaj zapadła decyzja o jego wyprawie do Fromborka. (Może o tym świadczyć zadeykowanie przez Retyka *Narratio prima* nie Melanchtonowi, lecz Schönerowi). Barker i Goldstein sugerują, że Retykiem kierowały motywy zarówno praktyczne — chęć wyświadczenie przysługi oficynie Petreiusa, co mogło wiązać się ze zdobyciem mecenatu księcia Albrechta — jak i intelektualne: poznanie Kopernika i jego wyników dla reformy astronomii, o którą zabiegano w kregach uczonych luterańskich.

Kiedy Retyk dotarł do Fromborka w maju 1539 r., sytuacja Kopernika w kapitule warmińskiej należała do najtrudniejszych w całym jego życiu. Wprawdzie rok wcześniej przyjaciel

¹⁴ O życiu Ptolemeusza niewiele wiadomo, ale liczba pozostawionych przezeń dzieł wydaje się świadczyć o tym, że był dostarczycielem monografii naukowych w obszarze nauk matematycznych.

¹⁵ Zob. N. Jardine, *The Places of Astronomy in Early-Modern Culture*, „Journal for the History of Astronomy” 1998 t. 29, s. 49–62.

¹⁶ W języku polskim przegląd hipotez i opinii, choć przede wszystkim przez przyznan myśli Thomasa Kuhna, daje M. Kokowski, *Thomas S. Kuhn (1922–1996) a zagadnienie rewolucji kopernikowskiej*, Warszawa 2001 („*Studia Copernicana*” t. XXXIX), dodatek 4.

¹⁷ W głównym nurcie tych badań mieszą się takie prace, jak R. S. Westman, *The Astronomer's Role in the Sixteenth Century: A Preliminary Study*, „History of Science” 1980 t. 18, 105–147; M. Biagioli, *Galileo Courtier: The Practice of Science in the Culture of Absolutism*, Chicago 1993 (ustalenia tej pracy referuje skrótnie A. Maćzak, *Nierówna przyjaźń. Układy klientalne w perspektywie historycznej*, Wrocław 2003, s. 106–112); N. Jardine, op. cit.

¹⁸ P. Barker, B. R. Goldstein, *Patronage and the Production of De Revolutionibus*, „Journal for the History of Astronomy” 2003 t. 34, s. 345–368.

¹⁹ Zob. R. L. Kremer, *Bernard Walther's Astronomical Observations*, „Journal for the History of Astronomy” 1980 t. 11, s. 174–191; idem, *The Use of Bernard Walther's Astronomical Observations: Theory and Observation in Early Modern Astronomy*, „Journal for the History of Astronomy” 1981 t. 12, s. 124–132. Zainteresowany przez Regiomontana bezprecedensowy w dawnej astronomii ciąg obserwacyjny Walthera obejmował setki pomiarów pozycyjnych w latach 1475–1504. Kopernik był pierwszym astronomem, który wykorzystał rezultaty Walthera — trzy położenia Merkurego — do wyznaczenia parametrów modelu ruchu planety (*De revolutionibus*, ks. V, rozdz. 30).

²⁰ Wspomniany list polecający od Melanchtona wymienia jako cele podróży Retyka — Schönera w Norymberdze i Apiana w Ingolstadzie, nie wspomina o Koperniku. Nie wiadomo też, w jaki sposób wieści o astronomii Kopernika dotarły do kregów norymerskich. Barker i Goldstein wskazują na możliwość związaną z Luco Gaurico, astrogiem papieża Pawła III, utrzymującym roboce kontakty z oficyną Petreiusa; por. P. Barker, B. R. Goldstein, op. cit., s. 348–349, ale także s. 364, przyp. 15. Nie wspominają o liście Kopernika do Wapowskiego z 1524 roku, stanowiącym krytykę traktatu Werner; odpis listu mógł trafić do Norymbergi.

astronoma, Tiedemann Giese, objął biskupstwo chełmińskie, ale pod koniec 1538 r. Kopernik został uwikłany w konflikt ze swym naturalnym mecenasem — biskupem warmińskim Janem Dantyszkiem. W apogeum nieprzyjemnej sprawy, w której Giese stał po stronie przyjaciela, pojawił się Retyk. Lato 1539 r. Kopernik spędził z przybyszem z Niemiec w rezydencji Giesego w Lubawie. Nic nie wskazuje na to, by Retyk mógł wcześniej zapoznać się z podstawami teorii heliocentrycznej, a mimo to nie tylko uzyskał zgodę od Kopernika na napisanie wprowadzenia do jego nowej astronomii, lecz uczynił to w ekspresowym tempie: 23 września 1539 r. we Fromborku ukończył rękopis *Narratio prima*, a książka ukazała się drukiem wiosną następnego roku w Gdańsku. Jeżeli dotąd Kopernik wzbraniał się przed rozpowszechnianiem swych teorii, obawiając się wyszydzenia przez tych, którzy „tepy mają umysł i płaczą się między prawdziwymi uczonymi jak trutnie między pszczołami”²¹, dlaczego tak szybko zmienił zdanie? Według Barkera i Goldsteina wydanie *Narratio prima* było częścią strategii — konstruowanej przez Retyka z pomocą Giesego? — która miała oddać Kopernika pod protekcję księcia Albrechta, a więc osłonić go przed ewentualnymi dalszymi nieprzyjemnościami ze strony biskupa Dantyszka, a przy okazji — wprowadzić Retyka w orbitę dworu książęcego. Nowatorska praca astronomiczna bezpiecznie pozostała poza obszarami dysput religijnych, siłę jej oddziaływanie wzmacniała ostatni rozdział: *Encomium Prussiae*, czyli *Pochwała Prus*. Rozdział ten kończą następujące słowa:

*Utinam autem omnes reges, principes, praesules aliique regnorum processores animas ex crater harmoniacarum animarum sortirentur, et non dubitarem, quin optimae hae disciplinae, quaeque propter se potissimum sunt expetendae, suam dignitatem sint obtentuae*²².

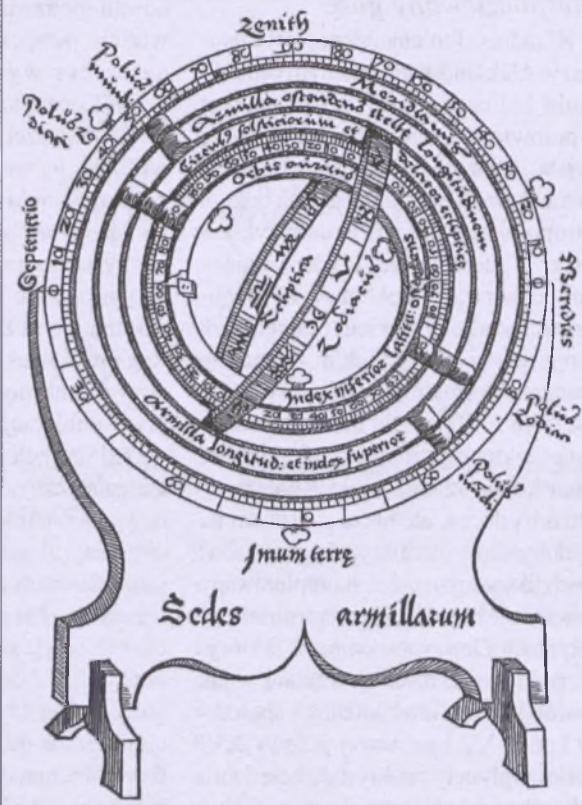
²¹ M. Kopernik, *O obrotach*, Warszawa–Kraków 1976, s. 3.

²² Georgii Joachimi Rhetici, *Narratio prima*. Wyd. krytyczne pod red. H. Hugonnard-Roche'a i J.-P. Verdeta, Wrocław 1982 („*Studio Copernicana*” t. XX), s. 87. W wolnym przekładzie: „Gdyby wszyscy królowie, książęta, dostojnicy kościelni i inni władcy ziem posiadaли harmonijne dusze [wcześniej Retyk stawia znak równości między harmonijną duszą i skłonnością do filozoficznych rozważań], te wspaniałe badania, które były prowadzone przede wszystkim dla nich samych, z pewnością zostały docenione”.

Jeśli taki był plan, to można uznać, że się powiodł. W latach 1540–1541 Retyk otrzymał zamówienia z pruskiego dworu na prace kartograficzne i instrumenty pomiarowe, z kancelarii książęcej zostały też wysłane listy do władcy Saksonii oraz na Uniwersytet w Wittenberdze, apelujące o dalsze wspieranie Retyka i jego usiłowań publikacji dzieła fromborskiego astronoma. Natomiast Kopernik w kwietniu 1541 r. został zaproszony przez księcia Albrechta do Królewca, gdzie przebywał przez kilka tygodni; po powrocie okazało się, że biskup warmiński złagodził swój stosunek wobec astronoma, a z listem z 27 czerwca 1541 r. przesyłał mu nawet epigram dla czytelników przygotowywanej książki, czyli *De revolutionibus*. Jednakże w dziele Kopernika wiersza Dantyszka nie ma; podobnie, nie jest ono dedykowane księciu Albrechtowi, niedawno poznyskanemu patronowi, lecz papieżowi kościoła rzymskokatolickiego²³.

Hipoteza Barkera i Goldsteina znajduje wy tłumaczenie także tych faktów. Jesienią 1541 r. Retyk opuścił Frombork, niewykluczone, że z kopią autografu *De revolutionibus* przeznaczoną do druku. Wrócił do Wittenbergi, w której przygotował do wydania trygonometryczne fragmenty dzieła pod samodzielnym tytułem *De lateribus et angulis triangulorum*. Książka ta ukazała się przed końcem czerwca 1542 r. i na odwrocie strony tytułowej zawierała epigram Dantyszka — mimo że biskup-poeta zwra cał się w nim do czytelników dzieła o gwiazdach i planetach, nie zaś poświęcone go rozwiązywaniu trójkątów. Tak więc zneutralizowany już biskup warmiński został uhonorowany, ale zgodnie ze swoim znaczeniem i zasługami.

²³ P. Barker, B. R. Goldstein, *op. cit.*, s. 356–357.



Astrolabium pierścieniowe zbudowane przez Bernarda Walthera w Norymberdze. Podobnym instrumentem prowadził obserwacje Kopernik we Fromborku

W tej części rozgrywki jeszcze świadomość brał udział Retyk, który nieco wcześniej, bo w maju udał się do Petreiusa w Norymberdze z rękopisem *De revolutionibus*. Druk rozpoczął się niemal od razu, ale w październiku Retyk powródził objąć katedrę w Lipsku i prace korektorskie przeszły w ręce Osiandra. W tym czasie, między opuszczeniem Fromborka przez Retyka a jego wyjazdem z Norymbergi do Lipska, Giese i Kopernik musieli zmienić strategię dedykacji *De revolutionibus*, decydując się na jeszcze potężniejszego patrona niż księcia Albrechta. A skoro list dedykacyjny został skierowany do papieża Pawła III, z oczywistych powodów w podziękowaniach zabrakło miejsca dla protestanckiego władcy i luterańskiego profesora, chociaż nie dla biskupa chełmińskiego. Kiedy po otrzymaniu wydrukowanych egzemplarzy *De revolutionibus* Giese odpisywał Retykowi 26 lipca 1543 r., bardzo krytycznie odnosząc się do dodanej bez wiedzy współpracowników Kopernika przedmowy Osiandra *Ad lectorem*, dyplomatycznie stwierdzając: „[...] Mistrz Twój nie wymienił Ciebie na wstępie dzieła. Tłumacz to nie lekceważaniem Twojej pracy, lecz pewną ociężałością i niedopatrze-

niem (niewiele przecież zwracał uwagi na rzeczy nie związane z filozofią), zwłaszcza że był już wtedy słaby. Wiesz dobrze, jak cenił zwykle Twoją pomoc i prowadzone z powodzeniem prace²⁴.

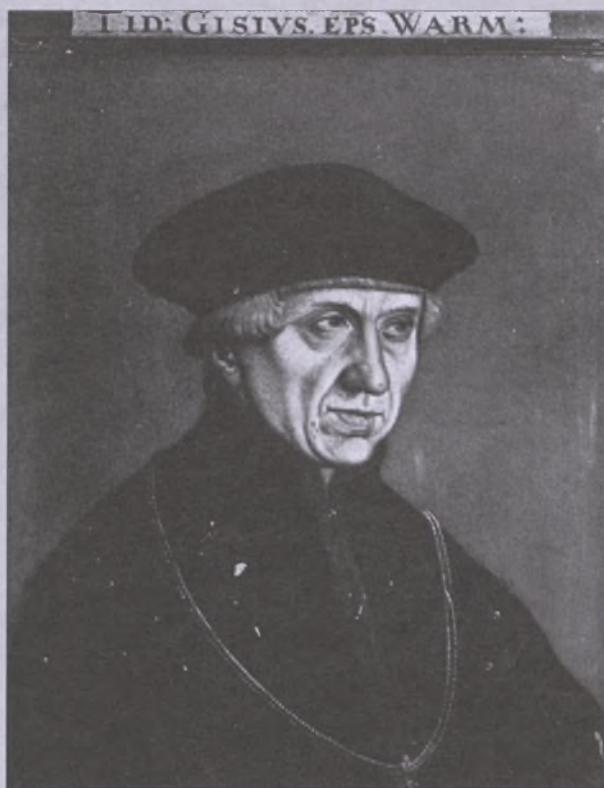
Kto czytał De Revolutionibus?

Kto i jak czytał *De revolutionibus*? Od jego wydania do końca XVI stulecia uwagę astronomów przyciągały w dziele Kopernika części dotyczące matematycznego opisu precesji i mechanizmów planetarnych, odwołujących się do jednostajnych ruchów po okręgu i pozwalających obliczać nowe tablice i efemerydy. Niewielu myślicieli akceptowało heliocentryczną kosmologię. Do tych ostatnich należeli: Thomas Digges i Thomas Harriot w Anglii, Giordano Bruno i Galileusz we Włoszech, Diego de Zuniga w Hiszpanii, Simon Stevin w Niderlandach oraz Retyk, Michael Maestlin, Christoph Rothman i Johannes Kepler w Niemczech²⁵. Niemniej systematyczne badania zachowanych egzemplarzy pierwszego (i drugiego, bazylejskiego) wydania *O obrotach*, przede wszystkim zaś pozostawionych na nich odręcznych adnotacji, pozwoliły przeprowadzić bezprecedensową analizę „stanu świadomości” późnorenesansowej astronomii matematycznej, jak również — społeczności uczonych, którzy ją uprawiali²⁶.

Przede wszystkim wydrukowane w norymerskiej oficynie Petreiusa egzemplarze *De revolutionibus* wzięły do ręki przyjaciele i współpracownicy Kopernika. Jeden z woluminów Retyk podarował Andreasowi Aurifaberowi, wówczas dziekanowi Uniwersytetu w Wittenberdze; dedykacja nosi datę 20 kwietnia 1543 r. i dzięki temu możemy

określić, kiedy druk dzieła fromborskiego astronoma został zakończony²⁷. Egzemplarz ten, znajdujący się obecnie w Vicenzy, zawiera również inne ślady reakcji ucznia Kopernika. Przedewszystkim Retyk skreślił na czerwono w tytule *De revolutionibus orbium coelestium libri sex* słowa *orbium coelestium*. Czyżby zatem w zamierzeniu autora traktat poświęcony astronomii matematycznej i nowej kosmologii miał się ukazać pod tytułem *O obrotach ksiąg sześć*, rozszerzonym samowolnie przez wydawcę?²⁸ Przekreślona została także anonimowa

przedmowa *Ad lectorem de hypothesibus huius operis*, wydrukowana na folio 1 verso i folio 2 recto. Również w tym wypadku nie do końca oczywisty jest motyw, kierujący ręką Retyka. Mógł on nie zgadzać się z duchem tego tekstu, w którym Andreas Osiander sugerował konwencjonalność matematycznych konstrukcji teorii astronomicznej, pozostawiając prawo do rozstrzygania o prawdziwej budowie świata „objawieniu bożemu”²⁹. Ale mógł też po prostu protestować w ten sposób przeciw pominięciu w druku greckiego poematu, który zamówił do *De revolu-*



Biskup Tiedemann Giese, „serdeczny przyjaciel [...], oddany z największym zapalem tak teologicznym, jak i wszystkim innym naukom szlachetnym” — jak go określił w liście do papieża Pawła III Kopernik. Wg J. Wasiutyńskiego, *Kopernik. Twórca nowego nieba*, Warszawa 1938

tionibus u Joachima Camerariusza, lipskiego profesora³⁰. W podobny sposób Retyk potraktował trzy egzemplarze dzieła Kopernika przesłane na Warmię, do Giesego i kanonika Georgiusa Donnera³¹.

Badania nawarstwiających się z biegiem lat odręcznych notatek na egzemplarzach *De revolutionibus* pozwoliły zidentyfikować bardzo ciekawe nieformalne „szkoły” osób studiujących wykład Kopernika. Jedna z takich szkół wywodzi się od Erasmusa Reinholda, matematyka z Wittenbergi i kolegi Retyka. Reinhold postanowił sporządzić na podstawie dzieła Kopernika tablice astronomiczne (ukazały się w Tybindze w 1551 r. jako *Prutenicae tabulae coelestium motuum*), mające służyć do zestawiania planetarnych efemeryd, i w trakcie tej pracy skorygował obliczenia fromborskiego astronoma i parametry jego teorii. Tak więc uwaga Reinholda skupiła się na technicznych aspektach pracy Kopernika, pozostawiając na boku jej kosmologiczną wymowę, co odzwierciedla się również w rozkładzie

²⁴ Cyt. wg T. Borawska, *Tiedeman Giese (1480–1550) w życiu wewnętrznym Warmii i Prus Królewskich*, Olsztyn 1984, s. 349.

²⁵ R. S. Westman, *op. cit.*, s. 106 i 136 (przyp. 6).

²⁶ W tej części wykorzystuję przede wszystkim O. Gingerich, *An Annotated Census of Copernicus’ De Revolutionibus* (Nuremberg, 1543 and Basel, 1566), Lejda 2002, jak również J. Dobrzycki, *Wczesni czytelnicy Kopernika, „Odrodzenie i Reformacja w Polsce”* 1997 t. XLI, s. 33–42; O. Gingerich, J. Dobrzycki, *The Master of the 1550 Radices: Jofrancus Offusius*, „Journal for the History of Astronomy” 1993 t. 24, s. 235–253; O. Gingerich, R. S. Westman, *The Wittich Connection: Conflict and Priority in Late Sixteenth-Century Cosmology*, „Transactions of the American Philosophical Society” 1988 t. 78 cz. 7; A. Mosley, *The History and Reception of Copernicus’s De Revolutionibus*, „Journal for the History of Astronomy” 2003 t. 34, s. 97–114.

²⁷ O. Gingerich, *op. cit.*, s. 135–137.

²⁸ To kolejna nieroziązana zagadka dotycząca dzieła Kopernika, tym ważniejsza, że odnosząca się w sposób bezpośredni do jego poglądów na strukturę kosmiczną. Krytycznym podsumowaniem dyskusji na ten temat, wciąż wartym uwagi, jest E. J. Aiton, *Celestial Spheres and Circles*, „History of Science” 1981 t. 19, s. 75–114. O opiniah na temat brzmienia tytułu zob. O. Gingerich, *op. cit.*, s. XVII–XVIII.

²⁹ J. Dobrzycki, *op. cit.*, s. 40–41. Na ten temat Osiander korespondował z Kopernikiem w latach 1540–1541; zob. M. Biskup, *Regesta Copernicana* („*Studia Copernicana*” t. VII), Wrocław 1973, s. 195, nr 440 i s. 200, nr 453. Barker i Goldstein, *op. cit.*, s. 359 i 367, przyp. 69, uważają, że Giese, znając treść tych listów i argumentację Osiandra, musiał orientować się, kto jest autorem anonimowej przedmowy, od razu po otrzymaniu egzemplarzy *De revolutionibus* z Norymbergi.

³⁰ O. Gingerich, *op. cit.*, s. 355–361. Polski przekład D. Sutkowskiej w: „Gazeta Wyborcza” 19 lutego 2003, s. 15.

³¹ O. Gingerich, *op. cit.*, s. 209.

marginaliów egzemplarza *De revolutionibus*, należącego niegdyś do uczonego z Wittenbergi, a obecnie znajdującego się w Obserwatorium Królewskim w Edynburgu³². Co najmniej kilkunastu czytelników dzieła Kopernika, wśród nich kilku znanych w swej epoce astronomów, przeniosło glosy Reinholda na własne egzemplarze, utrwalając w ten sposób w drugiej połowie XVI w. wittenberską, techniczną interpretację teorii Kopernika³³.

Druga niezwykle ciekawa rodzina odrečnych not w egzemplarzach *De revolutionibus* wiąże się z postacią wędrownego matematyka i astronoma rodem z Wrocławia, Paulusa Witticha (ok. 1546–1586). Sam Wittich pokrył swymi uwagami aż cztery posiadane przez siebie woluminy dzieła Kopernika³⁴. Wykorzystywał je w różnych celach. Oczywiście, dla własnych studiów. Jeden z należących do Witticha egzemplarzy *De revolutionibus*, zachowany w Bibliotece Watykańskiej, świadczy o jego kosmologicznych zainteresowaniach: znajdujemy w nim serię wykresów orbit planetarnych, która 13 lutego 1578 r., jak wynika z notatki ich autora, kończy się układem orbit planetarnych, zapowiadającym późniejszy system geo-heliocentryczny Tycho Brahego³⁵. Wittich odwiedził duński astronom w jego obserwatorium na wyspie Hven w 1580 r., a zatem na trzy lata przed wynalezieniem przez Brahego jego układu świata³⁶. Wrocławski uczeń musiał mieć wówczas ze sobą ów egzemplarz *De revolutionibus* z wykresami orbit planet, gdyż później, po śmierci Witticha, Duńczyk przez wiele lat zabiegał o kupno jego książek, co w końcu udało mu się w 1600 r. Czy zatem rozważania kosmologiczne Witticha stanowiły inspirację dla Brahego? Notatki Witticha na kartach *O obrotach* służyły także celom dydaktycznym i były kopiowane przez jego okazjonalnych uczniów.

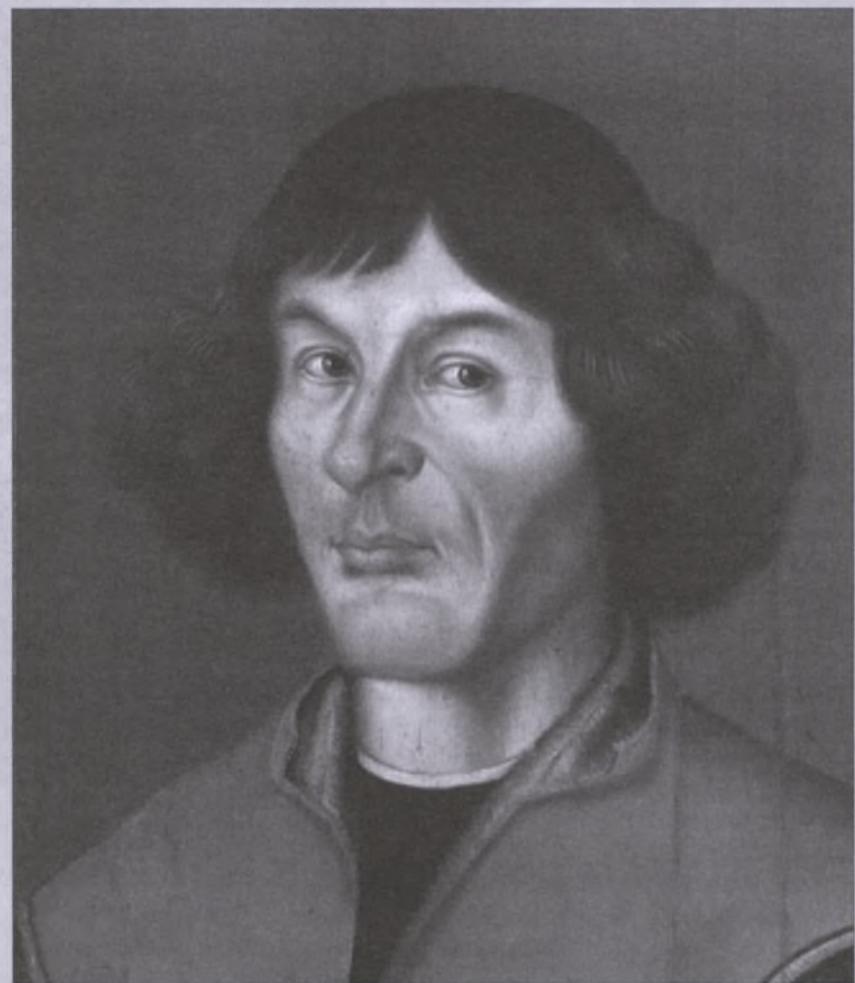
³² *Ibidem*, s. 268–278.

³³ J. Dobrzycki, *op. cit.*, s. 37–38.

³⁴ Znajduje się obecnie w bibliotekach w Liège i Watykanie (pierwsza edycja z 1543 roku) oraz w Pradze i Wrocławiu (wydanie drugie z 1566 r.). Ich szczegółową analizę przedstawia O. Gingerich, R. S. Westman, *op. cit.*

³⁵ *Ibidem*, s. 77–140; O. Gingerich, *op. cit.*, s. 105–108.

³⁶ Brahe opublikował swój system geo-heliocentryczny w 1588 roku w *De mundi aetherei recentioribus phaenomenis* i twierdził, że dokonał tego odkrycia pięć lat wcześniej.



Portret Mikołaja Kopernika, tzw. toruński, znajdujący się w Muzeum Okręgowym w Toruniu, namalowany jest na desce, która została w dawnych czasach przycięta być może w celu dopasowania do ramy. Prawdopodobnie tym sposobem ultracona została lewa dłoń trzymająca konwalię, znana z innych portretów astronoma, które najprawdopodobniej są kopiami tegoż właśnie oryginału namalowanego zapewne w murach lidzbarskiego zamku z inspiracji biskupa Łukasza Watzendorfa. Zdaniem prof. Leonarda Torwirta namalowany został przez malarza niemieckiego pochodzenia z kręgu Albrechta Dürera

W ten sposób wymyślona przez Witticha metoda zastąpienia w pewnych działaniach trygonometrycznych mnożenia przez dodawanie trafiła do *De revolutionibus* jego studenta z Frankfurtu nad Odrą, Johna Craiga, który po powrocie do Edynburga kontaktował się z Johnem Napierem³⁷. Czy taki był początek logarytmów? Warto zauważyć, że Wittich nie wydał żadnej własnej pracy; jego osiągnięcia naukowe wynurzyły się z mroku dziejów dzięki badaniom not, zachowanych w egzemplarzach *De revolutionibus*.

Kontrowersje wokół Wstępu

Pierwsze wydanie *De revolutionibus* pozbawione było wstępu, otwierającego księgę pierwszą dzieła. Wstęp ów zachował się w autografie Kopernika, lecz nie pojawił się w wersji drukowanej

nej³⁸. Możemy się tylko domyślać, że stało się to za wiedzą autora oraz Retyka, gdyż inaczej niż w przypadku gwałtownej reakcji na *Ad lectorem* Osiandra ani Giese, ani uczeń Kopernika nie upominali się o przywrócenie tego fragmentu. Najwyraźniej fromborski astronom chciał, by czytelnik skoncentrował się na precyzyjnie skonstruowanym liście dedykacyjnym do papieża Pawła III, mającym przemówić do umysłów katolickich humanistów, ceniących nauki

³⁸ Pierwszym wydaniem, które zamieściło ten fragment, jest *Nicolaï Copernici Toruensis De revolutionibus orbium coelestium libri sex*, Warszawa 1854, przygotowane przez Jana Baranowskiego.

³⁹ Szczegółową interpretację strategii Kopernika, zawartą w liście dedykacyjnym, przedstawia R. S. Westman, *Proof, poetics, and patronage: Copernicus's preface to De revolutionibus [w:] Re-appraisals of the Scientific Revolution*, pod red. D. C. Lindberga i R. S. Westmana, Cambridge 1990, s. 167–205.

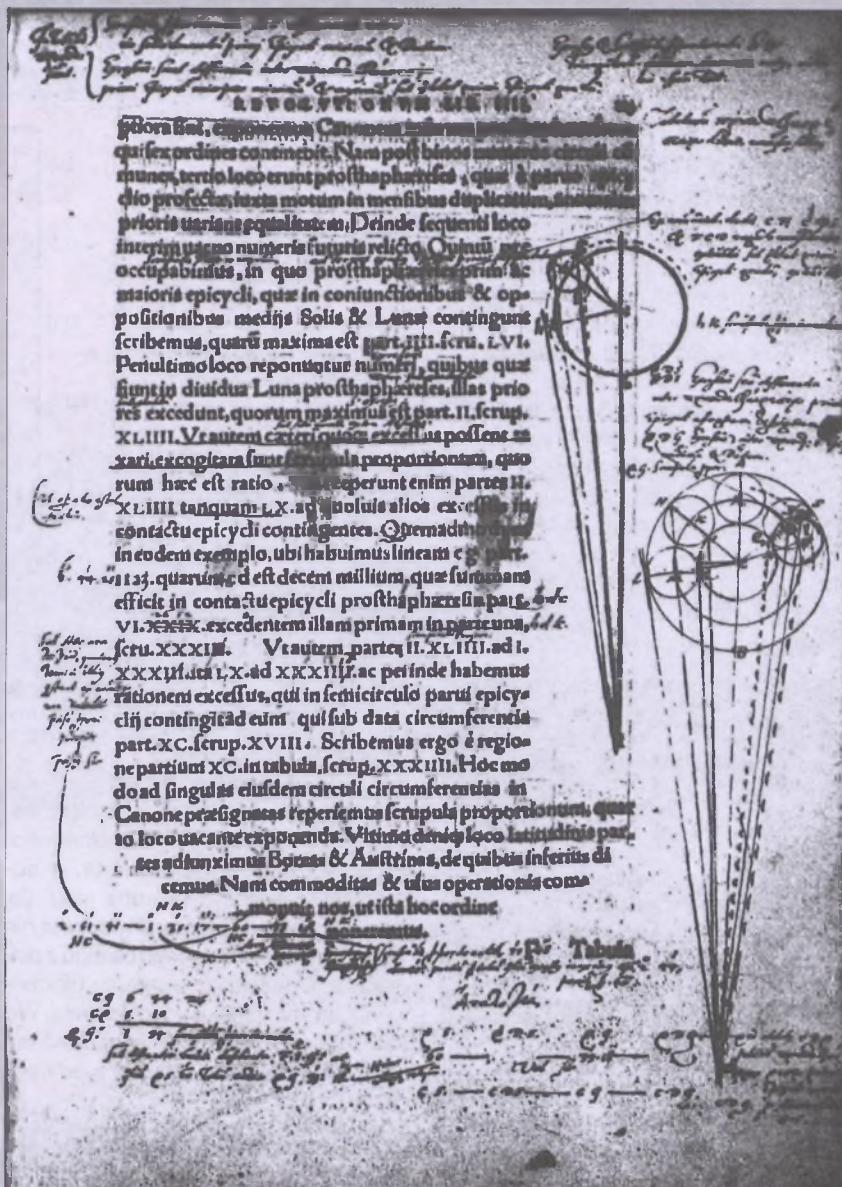
⁴⁰ M. Kopernik, *op. cit.*, s. 327.

³⁷ O. Gingerich, R. S. Westman, *op. cit.*, s. 11–12.

matematyczne³⁹, a napisanym w czerwcu 1542 r.⁴⁰ Tymczasem przedmowa do księgi pierwszej należy do najwcześniej-szych partií rękopisu *O obrotach* i można przypuszczać, że stanowi swego rodzaju *credo* kosmologa, poświęcającego się poszukiwaniom prawdziwej struktury wszechświata. Oto jak brzmiały dwa pierwsze akapity tego zabarwionego emocjonalnie wyznania⁴¹:

Spośród licznych i różnorodnych sztuk i nauk, budzących w nas zamiłowanie i będących dla umysłów ludzkich pokarmem, tym — według mego zdania — przede wszystkim poświęcać się należy i te z największym uprawiać zapałem, które obracają się w kregu rzeczy najpiękniejszych i najbardziej godnych poznania. Takimi zaś są nauki, które zajmują się cudownymi obrotami we wszechświecie i biegami gwiazd, ich rozmiarami i odległościami, ich wschodem i zachodem oraz przyczynami wszystkich innych zjawisk na niebie, a w końcu wyjaśniają cały układ świata. A cóż piękniejszego nad niebo, które przecież ogarnia wszystko, co piękne? Świadczą o tym już same nazwy, takie jak *caelum* i *mundus*, z których ta oznacza czystość i ozdobę, tamta — dzieło rzeźbiarza. I wielu filozofów właśnie dla tej nadzwyczajnej piękności nieba wprost je nazwało widzialnym bóstwem. A zatem, jeżeli godność nauk mamy oceniać według ich przedmiotu, to bez porównania najprzedeńniejszą z nich będzie ta, która jedni nazywają astronomią, inni astrologią, a wielu z dawniejszych szczytem matematyki. I nic dziwnego, skoro ta właśnie nauka, będąca głową sztuk wyzwolonych i najbardziej godna człowieka wolnego, opiera się na wszystkich działach matematyki: arytmetyka, geometria, optyka, geodezja, mechanika i jeśli są jeszcze jakieś inne — wszystkie się na nią składają.

A skoro zadaniem wszystkich nauk szlachetnych jest odciągać człowieka od zła i kierować jego umysł ku większej doskonałości, to ta nauka, oprócz niepojętej rozkoszy umysłu, sprawić to może w pełniejszej mierze niż inne. Któż bowiem zgłębiając te rzeczy i widząc, jak wszystko w nich ustanowione jest w najlepszym ładzie i boską kierowane wolą, nie wznieśnie się na wyżyny cnoty przez pilne ich rozważanie i stałą jakby zazy-



Marginalia Paulusa Witticha na folio 113 bazylejskiego (1566) wydania *De revolutionibus*. Biblioteka Uniwersytetu Wrocławskiego. Fot. O. Gingerich

łość z nimi i nie będzie podziwiał Stwórcy wszechrzeczy, w którym się mieści całe szczęście i wszelkie dobro? Bo też ów boski psalmista nie glosiłby bez przyczyny, że raduje się w stworzeniu boskim i będzie się weselił w dziełach rąk Jego, gdyby nie to, że za pośrednictwem tych rzeczy jakby na jakimś rydwanie przenosimy się do rozważania najwyższego dobra. Ile zaś pozytku i ozdoby przynieść może ta nauka sprawie publicznej — by pominięć milczeniem niezliczone korzyści prywatnych ludzi — bardzo trafnie zauważał Platon, który w VII księdze *Praw* wypowiada zdanie, że z tego przede wszystkim powodu należy do niej dążyć, aby czas, rozłożony z jej pomocą według dni na miesiące i lata, utrzymywał społeczeństwo w żywej czujności

również co do uroczystych świąt i składania ofiar; a jeżeli ktoś — mówi on — będzie twierdził, że człowiekowi mającemu przyswoić sobie którykolwiek z nauk szlachetnych ta nauka jest niepotrzebna, to taki pogląd będzie największą głupotą. A także sądzi, że daleko do tego, by którykolwiek mógł zostać doskonałym i zasługiwać na tę nazwę, jeżeli nie posiądzie koniecznej wiedzy o Słońcu, Księżyku i wszystkich innych planetach.⁴²

Doc. dr hab. Jarosław Włodarczyk
jest astronomem i historykiem astronomii; pracuje w Instytucie Historii Nauki PAN w Warszawie, wykłady z historii nauki prowadzi na Uniwersytecie Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie i na Uniwersytecie Warszawskim

⁴¹ Choć sformułowanego w duchu renesansowej retoryki matematyczno-humanistycznej; por. R. S. Westman, *The Astronomer's Role...*, s. 109–110.

⁴² M. Kopernik, *op. cit.*, s. 7.

Haumea — piąta planeta karłowata

17 września br. Międzynarodowa Unia Astronomiczna ogłosiła przyznanie planetoidzie 2003 EL61 statusu planety karłowatej o nazwie Haumea. Cztery pozostałe planety karłowane to: Ceres, Eris, Makemake i zdegradowany do tej roli w 2006 r. Pluton. Haumea jest trzecia co do wielkości po Eris i Plutonie.

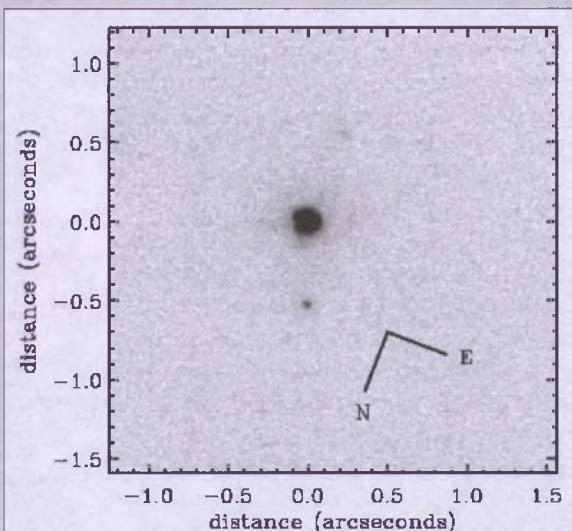
Odkrycie Haumei ogłoszono w połowie 2005 r. Odkryły ją niezależnie dwa zespoły: grupa prof. Michaela Browna z USA i prof. Jose Ortiz z Hiszpanii. Planeta kształtem przypomina zaokrąglone cygaro. Dłuższa średnica jest w przybliżeniu taka jak średnica Plutona, ale planeta jest znacznie „chudsza”. Obra-



Artystyczna wizja Haumei i jej towarzyszy.
Fot. NASA

ca się bardzo szybko — jeden obrót trwa ok. 4 godz. Ta gwałtowna rotacja może tłumaczyć dziwny kształt obiektu — planeta uległa wydłużeniu w wyniku szybkiego wirowania. Haumea należy do obiektów transneptunowych, które są częścią Pasa Kuipera, obiegając Słońce za orbitą Neptuna. Obecnie znajduje się ok. 50 razy dalej od Słońca niż Ziemia, a w czasie największego zbliżenia jest 35 razy dalej od Słońca niż Ziemia. Obecna obserwowana jasność gwiazdowa wynosi 17,5 mag. (gołym okiem widzimy do 6 mag.).

Haumea jest postacią z mitologii hawajskiej — boginią porodu i płodności. Planeta ma budowę skalistą, a powierzchnię pokrywa skorupa lodu. Jej dwa księżyce powstały prawdopodobnie w wyniku zderzenia innego obiektu z planetoidą. Oderwane fragmenty uformowały księżyce Hi'iaka oraz Namaka. Wg mitologii Hi'iaka to bogini urodzona z ust Haumei, a Namaka to duch wody po-



Zdjęcie wykonane 30 czerwca 2005 r. Centralny, duży, ciemny obiekt to Haumea, poniżej księżyc Hi'iaka, powyżej ledwie widoczna plamka to mniejszy z księżyców, Namaka. Źródło: web.gps.caltech.edu/~mbrown/2003EL61/

wstały z ciała bogini Haumei. Dzięki tym księżycom można było wyznaczyć masę planety; wynosi ona 32% masy Plutona.

Ocenia się, że ok. 10% obiektów w Pasie Kuipera posiada satelitę, ale aż do tej pory nie znano obiektów w tym obszarze, które mają więcej niż jeden księżyca (wyjątkiem jest Pluton z 3 księżyrami: Charon, Hydra, Nix).

(kz)

na rozkładówce:

Warstwy klifów na północnym Marsie

Fot. HiRISE, MRO, LPL (U. Arizona), NASA

Jak na Marsie mogły powstać takie warstwy czerwonych klifów? Nikt nie wie. Północna czapa polarna Marsa jest podzielona niemal dokładnie na połowy przez olbrzymi dział zwany Chasma Boreale. Na Ziemi nie ma podobnych formacji. Na zdjęciu przedstawiono kilka zaplonych warstw prowadzących do tej głębokiej przepaści. Ściany klifów, zwrócone głównie w lewo, lecz nadal częściowo widoczne z góry, wydają się być niesamowicie czerwone. Jasne obszary to najprawdopodobniej wodny lód. Prezentowany obraz obejmuje około jednego kilometra w północnej części Marsa, a różnica wysokości między prawą i lewą stroną wynosi ponad kilometr. Jedna z hipotez jako przyczynę uformowania się Chasma Boreale wskazuje podpowierzchniową aktywność wulkaniczną.



Wspomnienia z wakacji

Galeria
Uranii



Sielankowe zdjęcie wschodzącego Słońca na chmurce zrobione nad brzegiem Bałtyku przysłał nam p. Tadeusz Hanna Michalski z Rudy Śląskiej (aparat finepix s5600)



Intrygujące zdjęcie Słońca schowaneego za chmurami krótko przed zachodem (również nad brzegiem Bałtyku) wykonał p. Andrzej Pieślak z Lidzbarka Warmińskiego (aparat Sony DSC-R1)



To zdjęcie Słońca w maksimum jego sierpienioowego zaćmienia wykonał Grzegorz Kubicki z Ostrowca Świętokrzyskiego metodą projekcji okularowej w trakcie specjalnego pokazu zorganizowanego przez CAMK w Warszawie



Zdjęcie chmur Mammatus wykonał 19 września br. nad swoją miejscowością Bożków p. Krzysztof Janusz (zdjęcie zostało opracowane komputerowo dla lepszego uwypuklenia struktury chmur)

Warstwy klifów na północnym Marsie

Fot. HiRISE, MRO, LPL (U. Arizona), NASA

30 lat Wakacji w Planetarium



Pod Kopernikiem w 1982 r. i podczas zjazdu w październiku 2008 r. Trzy osoby są na obu zdjęciach



„Młodsza klasa” Wakacji w 1997 r. pod Kopernikiem i na terenie Obserwatorium (zdjęcie po prawej wyżej)



Szerokokątny obiektyw sprawił, że teleskop marzy ogromny. Październik 2008 r.



1 sierpnia 2008 r. Ekipa Marka Mućka pokazuje częściowe zaćmienie Słońca



Sierpień 1999 r. Pokaz plam słonecznych i zdjęć z całkowitego zaćmienia Słońca na Węgrzech

30 lat Wakacji w Planetarium

Pierwsi uczestnicy Wakacji w Planetarium dorośli już do okresu, kiedy człowiek zaczyna sięgać do miłych wspomnień. Pomógł w tym portal „Nasza klasa”, gdzie założono dwie klasy Wakacji. Ta pierwsza, starsza klasa, okazała się bardziej aktywna i zorganizowała spotkanie we Fromborku. Były wspomnienia, śmiech, łzy, oglądanie, co się zmieniło i długie rozmowy.

Akcja „Przekrój”

Wiosną 1978 roku, w krakowskim wówczas tygodniku „Przekrój”, pojawiła się po raz pierwszy informacja, że Planetarium Muzeum Mikołaja Kopernika we Fromborku poszukuje wolontariuszy, jak byśmy dziś powiedzieli, czyli chętnych do pracy społecznej, jak wówczas mówiono. Pisaliśmy wtedy:

„Główne formą działania planetarium są seanse astronomiczne, czyli pokazy sztucznego nieba. Chcielibyśmy uzupełnić je pokazami prawdziwego nieba, głównie w dzień, a jeśli to będzie możliwe, również w nocy. Wbrew pozorom w dzień można wiele pokazać: plamy na Słońcu, Księżyc, Wenus i Jowisza. Obsługa planetarium jest jednak zbyt szczupła, aby te zamierzenia zrealizować. Dlatego za pośrednictwem „Przekroju” poszukujemy ludzi, którzy tak polubili astronomię, że zechcą poświęcić część urlopu na pokazywanie innym ciał niebieskich. (...) Liczymy na osoby planujące wczasy we Fromborku bądź w pobliskich miejscowościach, a nawet na turystów, którzy planują zatrzymanie się we Fromborku na kilka

dni. Czas trwania pokazów zależałby od chęci i możliwości pokazującego; wystarczy nawet godzina dziennie.”

Wbrew przewidywaniom ludzi „znających życie” znalazło się wtedy aż piętnaście takich osób. Okazało się, że do pomocy chętni są głównie młodzi miłośnicy astronomii, co nie było zaskoczeniem, i że nie zamierzają się ograniczać do pokazywania plam słonecznych, ale interesuje ich też samo planetarium i całe muzeum. Dość szybko włączyli się w obsługę planetarium oraz zainteresowali się wiszącym nad planetarium wahadłem Foucaulta. Osiem osób z tej piętnastki uznało, że im się to podoba i przyjadą także za rok. Poprosili jednak o pomoc w zorganizowaniu pobytu we Fromborku.

Wakacje w Planetarium

Pod takim tytułem pojawiło się wiosną 1979 roku kolejne zaproszenie, tym razem w „Uranii”, i ten tytuł pozostał jako nazwa całego przedsięwzięcia. Pomocy udzieliło Towarzystwo Miłośników Fromborka, fundując namioty i materace, więc większość uczestników mieszkała pod namiotami rozstawianymi gdzie się dało: przy schronisku młodzieżowym, na bazie harcerskiej, na campingu. Wolontariusze pomagali w planetarium ile chcieli i kiedy chcieli. Stopniowo jednak zaczeliśmy porządkować ich aktywność, ponieważ zbyt często się zdarzało, że wszyscy chcieli pracować jednocześnie, a później nie było nikogo do pomocy, a z drugiej strony chcieliśmy jakoś docenić wysiłek tych bardziej pracowitych.

Pojawił się więc system punktowy i zapisywanie się do pracy na uzgodniony wcześniej termin, czyli dziennik pracy. Wakacjowicze odwiedzający Frombork po latach, mogą odnaleźć siebie w dzienniku, co ożywi wspomnienia.

Jeden punkt otrzymywał się za:
1. prowadzenie jednego seansu w plane-

tarium, 2. prowadzenie strzałki w jednym seansie, 3. obsługę widzów przez jeden seans, 4. pokazywanie plam słonecznych i Wenus w dzień lub innych ciał niebieskich w nocy przez 45 minut, 5. uruchomienie, objaśnianie działania i pilnowanie wahadła Foucaulta przez jedną godzinę, 6. pół godziny pracy fizycznej w obserwatorium. Jeśli zdarzały się nietypowe prace, ich wartość punktowa była uzgadniana na bieżąco.

Niewtajemniczonym należy się rozsyfrowanie podanych wyżej punktów. Prowadzenie strzałki i obsługiwanie aparatury planetarium należy niewątpliwie do najbardziej atrakcyjnych zajęć. Projektor strzałki służy do pokazywania omawianych obiektów na niebie planetarium. Aby dobrze nim się posługiwać, trzeba poznać seans i znać niebo przynajmniej na tyle, na ile jest to potrzebne podczas seansu. Nie jest to bardzo trudne i zwykle więcej jest kandydatów do strzałki niż do obsługi aparatury. Najtrudniejsze jest opanowanie drżenia rąk, zwłaszcza podczas pierwszych seansów. Aby prowadzić seans, trzeba poznać pulpit sterowniczy przynajmniej na tyle, aby umieć włączyć odpowiednie zjawiska zgodnie z komentarzem odtwarzanym z taśmy. Najmniej wiedzy astronomicznej wymaga obsługa widzów, ale tu z kolei przydatne jest tzw. dobre wychowanie.

Pokazy plam słonecznych i nocnego nieba wymagają pewnej wiedzy astronomicznej i umiejętności jej przekazywania, a także umiejętności rozmowy z ludźmi. Podobna w charakterze jest obsługa wahadła Foucaulta. Praca w obserwatorium wymaga szerszego omówienia.

Obserwatorium

Przed trzydziestu laty planetarium miało małe teleskopy Zeissa służące do pokazów z dziedzińca przed planetarium. Wolontariusze mieli prawo z nich korzystać, ale noce obserwacje stwarzały pewne problemy, bo dziedziniec na noc był zamknięty. Poza tym za każdym razem trzeba było sprzęt wyciągać i chować, a statwy trochę ważyły. Dość szybko pojawił się więc pomysł zbudowania obserwatorium. Pomyśl spotkał



Lipiec 1980 r. Ćwiczenia w prowadzeniu seansu w planetarium. Osoby siedzące za pulpitem przyjechały na tegoroczne spotkanie i można próbować rozpoznać je na zdjęciu pod Kopernikiem.
Fot. archiwum Małgorzaty Skirło

się z życzliwym przyjęciem i miejscowych, i wojewódzkich władz, ale jedyną możliwością realizacji była budowa w czynie społecznym. Dlatego pojawił się punkt dotyczący pracy fizycznej.

Pierwszy pawilon obserwacyjny z rozsuwanym dachem został jednak zrobiony na zlecenie Muzeum przez lokalną firmę świadczącą usługi remontowe dla Muzeum i dzięki temu obserwatorium zaczęło dość szybko działać na potrzeby Wakacji jako obserwatorium letnie. Teleskop do pawilonu obserwacyjnego zaoferowali dwaj uczestnicy Wakacji. Jak wskazują zapisy w dzienniku obserwacyjnym, teleskop został zainstalowany w pawilonie obserwacyjnym 17 lipca 1981 r., co spowodowało nadziejście intensywnych, kilkudniowych opadów deszczu. Pogoda zrobiła się dopiero 22 lipca i to był dzień otwarcia obserwatorium. Pawilon miał miejsce na dwa teleskopy i tym drugim był jeden z teleskopów Zeissa będących własnością Muzeum.

Pogoda była wyjątkowo niełaskawa, by nie powiedzieć dosadnie, gdyż 2 listopada huragan zerwał dach pawilonu. Na szczęście dach nie został mocno uszkodzony i po drobnych naprawach został założony ponownie, ale skutki latania dachu odzywały się w późniejszym okresie. W końcu, gdy po ponad 20 latach użytkowania pojawiła się taka możliwość, pawilon został rozebrany i postawiony od nowa z zachowaniem poprzedniego wyglądu.

Przez kilka lat obserwatorium działało tylko latem, a niektórzy uczestnicy Wakacji nocowali w pawilonie, który stał w szczerym polu, a ściślej na terenie nieużytku, który postanowiono za-

lesić. Nie doceniłem wówczas zagrożenia i dziś trzydziestoletnie drzewa poważnie utrudniają obserwacje.

Uporządkowanie terenu byłej zwierowni, gdzie ulokowano obserwatorium, ogrodzenie terenu i budowa drugiego pawilonu dla teleskopu Kordylewskiego, to w znacznym stopniu dzieło uczestników Wakacji, którzy zebraли sporo punktów za „pracę fizyczną w obserwatorium”.

Rozkwit

Najlepszym okresem Wakacji były lata 80. Do Fromborka ciągnęły wtedy tłumy ludzi. Planetarium było ustawicznie oblężone i już przed południem zwykle wywieszano kartkę „bilety wyprzedane”. Trwała harcerska „Operacja 2001 Frombork”, w ramach której były organizowane obozy astronomiczne. Uczestnicy obozów kontaktowali się z wolontariuszami i wielu podobała się swoboda Wakacji kontrastująca z regulaminem obozu. Na kolejny rok przyjeżdżali więc na Wakacje. Przeważnie uczestniczyło rocznie 40–50 osób, a rekordowy był rok 1985, gdzie na liście figurują 63 osoby. Był to także rok budowy pawilonu dla teleskopu Kordylewskiego, czego efektem była rekordowa liczba punktów za pracę na Żurawiej Górze.

Wiele osób przyjeżdżało na Wakacje kilkakrotnie i tacy doświadczeni uczestnicy zyskiwali dodatkowe możliwości działania. W dzienniku prac pojawiały się więc takie pozycje, jak „szkołenie nowych uczestników”, „uczenie seansu” czy „kierowanie pracą harcerzy na Żurawiej Górze”. Przy budowie obserwatorium pomagali harcerze z różnych obozów Operacji

2001, którzy potem byli zapraszani na pokazy nieba.

Zbudowanie domku w obserwatorium zakończyło okres tułaczki Wakacji po Fromborku. Namioty stały odtąd w obserwatorium, co ułatwiało korzystanie z teleskopów, a także prowadzenie nocnych pokazów nieba. Niektórym wolontariuszom niezbyt podobała się konieczność dzielenia terenu i sprzętu z harcerskimi obozami astronomicznymi, ale Wakacje mogły uczestniczyć także w zajęciach obozów i korzystać z różnych udogodnień, których potem zabrakło, gdy obozy się skończyły.

Stagnacja

Z końcem lat 80. rozpoczęły się zmiany, które dla Wakacji okazały się niekorzystne. Osoby wspierające rozbudowę obserwatorium utraciły władzę. Z tego samego powodu padła Operacja 2001 Frombork i skończyły się obozy astronomiczne. Gwałtownie spała liczba turystów odwiedzających Frombork. Pogarszała się stopniowo komunikacja, aż do zlikwidowania linii kolejowej. Zmieniły się moje zainteresowania.

Planetarium to nie mury i aparatura projekcyjna, ale ludzie, którzy tworzą magicę planetarnej nocy. Wakacje stworzyliśmy wspólnie z Edith, moją żoną, i najlepiej działały, gdy pracowaliśmy razem. Ostatnim naszym wspólnym przedsięwzięciem była wystawa o meteorach i meteorytach, po czym oboje zmieniliśmy zainteresowania: Edith bardziej radykalnie, odchodząc z planetarium, a ja mniej radykalnie, pozostając w planetarium ciałem, bo duch już błądził w kosmosie z meteorytami. Atmos-



Rok 1985. Budowa pawilonu Kordylewskiego. Fot. Małgorzata Skirlo



Rok 1989. Pawilon stoi, drzewa rosną. Z prawej dr Kazimierz Schilling. Fot. Katarzyna Szubert

ferę Wakacji tworzyła też rodzina Schillingów, regularnie spędzając lato we Fromborku. Ich przyjazdy skończyły się mniej więcej w tym samym czasie, a grono stałych bywalców zaczęło się zmieniać. Część wywędrowała za granicę, inni zajęli się karierą zawodową w kraju. Nastąpiła wymiana pokoleniowa. Nadszedł czas drugiej klasy Wakacji z portalu „Nasza klasa”.

Poza pojawiającymi się od czasu do czasu ogłoszeniami źródłem informacji o Wakacjach była „szeptana propaganda”, czyli uczestnicy, którym się spodobało, przywozili na kolejne wakacje rodzinę czy przyjaciół. Dzięki temu Wakacje wciąż trwały mimo mniejszej liczby uczestników. Ponieważ meteorytowe zainteresowania pochłaniały mnie coraz bardziej, miałem coraz mniej czasu dla Wakacji i stałem się bardziej symbolem niż rzeczywistym animatorem. Na szesnaście pojawiły się nowi liderzy: najpierw Janusz Kosinski, który jednak po kilku latach się zaniechęcił, odchodząc z pracy w planetarium, a potem Bartek Dąbrowski, którego seanse muzyki pod gwiazdami w planetarium przeszły do legendy Wakacji.

Pobyty stały się bardziej powtarzalne, by nie powiedzieć, rutynowe. Uczestnicy mieszkali na terenie obserwatorium, ale już pod własnymi namiotami, bo te poprzednie się zużyły, a nie było chętnego do zafundowania. Mieli dostęp do wody, prądu, gazu i WC w piwnicy budynku administracyjnego, która z uwagi na panujący w niej porządek została nazwana „Syfem”. Dyrektor Muzeum ograniczył do 10 liczbę osób mogących nocować jednocześnie, ale nie było to poważne

WAKACJE W PLANETARIUM

Miejsce: Planetarium Muzeum Mikołaja Kopernika we Fromborku.

Termin: Dowolny, ale po wcześniejszym uzgodnieniu z kierownikiem planetarium.

Wymagania: Poświęcenie średnio 1 godziny dziennie na pomoc dla planetarium.

Korzyści: Bezpłatny dostęp do obiektów Muzeum Mikołaja Kopernika, w szczególności do planetarium i obserwatorium; możliwość rozbicia namiotu na terenie obserwatorium, szansa na spotkanie ciekawych ludzi.

Wakacje, to oferta dla indywidualistów, którzy nie lubią zorganizowanego życia obozowego. Ceną samodzielności jest jednak konieczność zadania samemu o spanie, jedzenie i ciekawy program zajęć. Wakacje to dla pracowników planetarium okres ciężkiej pracy. Tylko wtedy mogą oni poświęcić czas uczestnikom, gdy uczestnicy pomogą w podstawowej pracy planetarium.

Zgłoszenia udziału i pytania proszę kierować pod adres:

Andrzej S. Pilski, skr. poczt. 6, 14-530 Frombork
aspmet@wp.pl

ograniczenie, bo mniej więcej dla tylu osób na raz było zajęcie w obiektach Muzeum.

Zmierzch

Nadzieja pojawiła się w roku 2002, gdy Szwedzi wciagnęli Muzeum do współpracy w ramach finansowanego przez Unię Europejską programu „Kultura 2000”. We współpracy uczestniczyły muzea z pięciu różnych krajów upamiętniające pięciu uczonych: Kopernika, Galileusza, Brahego, Keplera i Newtona. Program obejmował poza wspólnymi przedsięwzięciami także projekty lokalne. W ramach takiego projektu dyrektor Muzeum zgodził się na rozbudowę obserwatorium.

Na stronie internetowej Muzeum Mikołaja Kopernika we Fromborku (www.frombork.art.pl) można znaleźć

informację, że projekt rozbudowy obejmował:

- budowę wieży obserwacyjnej z obrotową kopułą (średnica ok. 5 m, wysokość ok. 9 m);

- budowę tarasu obserwacyjnego tzw. pavimentum poprzez rozbudowę istniejącego tarasu do rozmiarów 5×10 m;

- remont i przebudowę istniejącego pawilonu obserwacyjnego;

- budowę zaplecza socjalnego dla biwakujących na terenie obserwatorium młodzieży i grup zwiedzających obserwatorium.

Niestety, do realizacji ostatniego punktu nie doszło. Dla uczestników Wakacji pozostał „Syf”, a na stronie Muzeum późno szukać informacji o możliwości zwiedzania obserwatorium.



Rok 2008. Pawilon wciąż stoi, drzewa urosły wysoko. Fot. Piotr Schilling



Rok 2008. Odnowiony najstarszy pawilon i stara tablica z planetarium. Fot. Piotr Schilling

W 2004 r. zgłosiła się na Wakacje grupa młodzieży z Torunia. Przyjechali wyekwipowani jak do ośrodka wczasowego, a nie pod namiot i zaczęli narzekać na warunki. Pomyślałem, że młodzież jest już inna niż kiedyś i zaczęliśmy proponować Wakacje na zasadach sprzed 30 lat, bez zapewniania noclegów. Okazało się jednak, że czasy też są inne. Kiedyś nie było problemu z noclegiem w Schronisku Młodzieżowym. Teraz w Schronisku oznaczono, że młodzież niepełnoletnią przyjmą tylko z pełnoletnim opiekunem. Indywidualnie nie można.

Świt?

Po dwóch latach, kiedy na ofertę Wakacji bez zapewniania noclegów nie zgłosił się nikt, w tym roku Marek Muciek zgłosił chęć przyjazdu z ekipą na tradycyjnych warunkach z noclegiem pod namiotami w obserwatorium. Wakacje odzysły, choć na krótko. Uczestnicy przeprowadzili pod kierunkiem Marka regulację nowego teleskopu, pokazywali częściowe zaćmienie Słońca, pomagali w planetarium, a także dyżurowali na wystawie meteoritów w Wieży Kopernika. Nie mogli tylko pokazywać plam słonecznych z braku takowych.

W przeszłym roku na terenie obserwatorium ma zmieścić się XIII OZMA.

Uczestnicy tych zlotów nie mają zwykle wygórowanych wymagań co do zakwaterowania, więc chciałbym zaproponować rozważenie następującej propozycji: Można zająć dobre miejsce na OZMA nieco wcześniej, przyjeżdżając na Wakacje w Planetarium i pomagając w przygotowaniu terenu do Zlotu. Dla zainteresowanych kontakt w ramce.

Andrzej S. Pilski

Wspomnienia uczestników Wakacji można znaleźć na stronach: http://www.ap.krakow.pl/stud_dzien/studium5/rep_2_01.shtml i http://stalker.republika.pl/moj_frombork.html

Jan Walery Jędrzejewicz na tle polskiej i światowej astronomii XIX wieku. Miłośnicza astronomia we współczesnej nauce

W ramach międzynarodowego projektu „Europejskie Dni Dziedzictwa” 14 września br. odbyła się w Płońsku pierwsza sesja naukowa poświęcona postaci dra Jana Walerego Jędrzejewicza oraz astronomii amatorskiej.

Jan Walery Jędrzejewicz (1835—1887) urodzony w Warszawie, a mieszkający od 1862 r. w Płońsku lekarz, astronom, założyciel obserwatorium astronomicznego w Płońsku oraz jeden z pionierów polskiej meteorologii, jest obecnie odkrywany na nowo przez płońszczan jako wybitny uczeń i obywateł. Od wielu lat postać i osiągnięcia naukowe dra Jędrzejewicza są przybliżane mieszkańców naszego regionu przez Pracownię Dokumentacji Dziejów Płońska, której kierownikiem i pomysłodawczynią jest pani Mirosława Krysiak. Kilka miesięcy przed sesją, po wielu latach poszukiwań, udało się jej nawiązać kontakt z rodziną dra Jędrzejewicza i namówić do uczestnictwa w naszym spotkaniu.

W związku ze 120 rocznicą śmierci astronoma, która minęła w grudniu 2007 r. oraz powołaniem do życia 12 marca 2008 r. Płońskiego Koła Miłośników Astronomii im. J.W. Jędrzejewicza przy Miejskim Centrum Kultury w Pło-

sku, niżej podpisany, jako opiekun tegoż koła astronomicznego, podjął się przy wsparciu MCK zorganizowania sesji naukowej, która byłaby okazją do promocji zarówno postaci dra Jędrzejewicza, jak i miłośniczej astronomii oraz miasta Płońska.

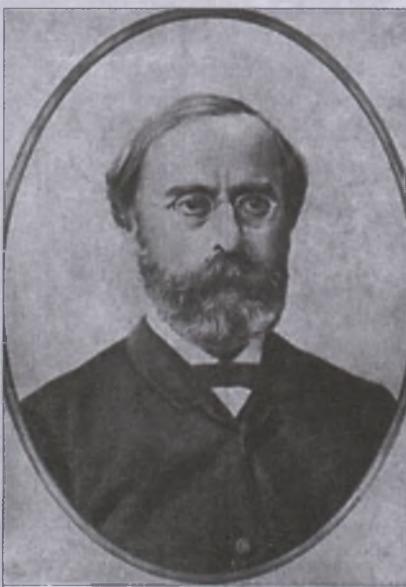
Sesja, w której wzięli udział m.in. wybitni uczni, znani miłośnicy astronomii z całej Polski, członkowie Płońskiego Koła Miłośników Astronomii, rodzina astronoma oraz mieszkańcy

Płońska, rozpoczęła się o godzinie 12 krótką uroczystością na płońskim cmentarzu przed grobem dra Jędrzejewicza. Po złożeniu kwiatów, zapaleniu zniczy i krótkiej modlitwie uczestnicy spotkania wrócili do MCK.

Kolejna część uroczystości rozpoczęła się od wspólnego pamiątkowego zdjęcia wszystkich zebranych przy popiersiu Jana Walerego Jędrzejewicza, stojącym przed budynkiem MCK, który jest także siedzibą koła astronomicznego. Następnie wszyscy udali się do sali widowiskowej MCK, gdzie rozpoczęła się część wykładowa sesji.

Przybyłych na uroczystość gości powitał w imieniu organizatorów dyrektor MCK, Artur Wiśniewski. Następnie głos zabrał burmistrz miasta Płońska, Andrzej Pietrasik, który zachęcił gospodarzy sesji do przekształcenia tej ciekawej inicjatywy w cykliczną imprezę popularyzującą postać dra Jędrzejewicza.

Po powitaniu gości rozpoczął się pierwszy wykład „Wszechświat Jędrzejewicza” poprowadzony przez doc. dra hab. Jarosława Włodarczyka z Instytutu Historii Nauki PAN w Warszawie. Wykład był poświęcony „astronomiczemu światopoglądowi” Jędrzejewicza, którego ślady można znaleźć na kartach



Jan Walery Jędrzejewicz (1835–1887)

Kosmografii, a który został ukształtowany przez ważne odkrycia w dziedzinie fizyki i astronomii dokonane za Jego życia, dokładnie zresztą omówione przez prowadzącego wykład. Doc. Jarosław Włodarczyk podkreślił, iż Jan Walery Jędrzejewicz, astronom amator, był wyróżniającą się postacią polskiej i światowej astronomii w XIX w., a jego stosunek do prowadzonych badań był niezwykle profesjonalny. Same zaś badania w płońskim obserwatorium prowadził z użyciem tak nowoczesnych na owe czasy narzędzi, jak choćby spektroskop. Doc. Jarosław Włodarczyk zwrócił także uwagę na nieufność Jędrzejewicza wobec teorii naukowych nie potwierdzonych odpowiednim materiałem obserwacyjnym oraz na zajmowanie się najbardziej aktualnymi w ówczesnej nauce problemami, nie tylko od strony teoretycznej, ale i praktycznej (np. obserwacje pojawiące się gwiazdy S And w Wielkiej Mgławicy Andromedy). Wykład zebrał entuzjastyczne brawa, a prof. Andrzej Woszczyk, który jako następny zabrał głos, zachęcił swego poprzednika do opublikowania wykładu na łamach „Uranii–Postępów Astronomii”.

Profesor Woszczyk, zanim rozpoczął swój wykład, przekazał Płońskiemu Kołu Miłośników Astronomii liczne numery „Uranii–Postępów Astronomii” oraz kilka książek, także własnego autorstwa, które będą stanowić zalążek jego biblioteki.

Wykład prof. Andrzeja Woszczyka, redaktora naczelnego „Uranii–PA”, był poświęcony znaczeniu astronomii amatorskiej dla współczesnej nauki. Profesor Woszczyk podkreślił, w jak wielu dziedzinach astronomii wkład miłośników astronomii ma kluczowe znaczenie dla prowadzonych przez profesjonalistów badań oraz wspomniał o ważnych odkryciach dokonanych przez amatorów, często posługujących się wykonanym własnoręcznie sprzę-

tem. Prof. Woszczyk zwrócił także uwagę na to, jak ważne są prace miłośników astronomii w kontekście kontrolowania zachowania bardzo różnorodnych obiektów astronomicznych, ze względu na ich systematyczność i długi okres trwania, często nieosiągalny podczas pracy profesjonalnych astronomów (obserwacje gwiazd zmiennych, aktywności Słońca, meteorów itd.). Profesor Woszczyk zapewnił, iż uczeni bardzo so-

bie cenią współpracę z miłośnikami astronomii i szanują dorobek licznej rzeszy, często na wpół anonimowych obserwatorów nieba.

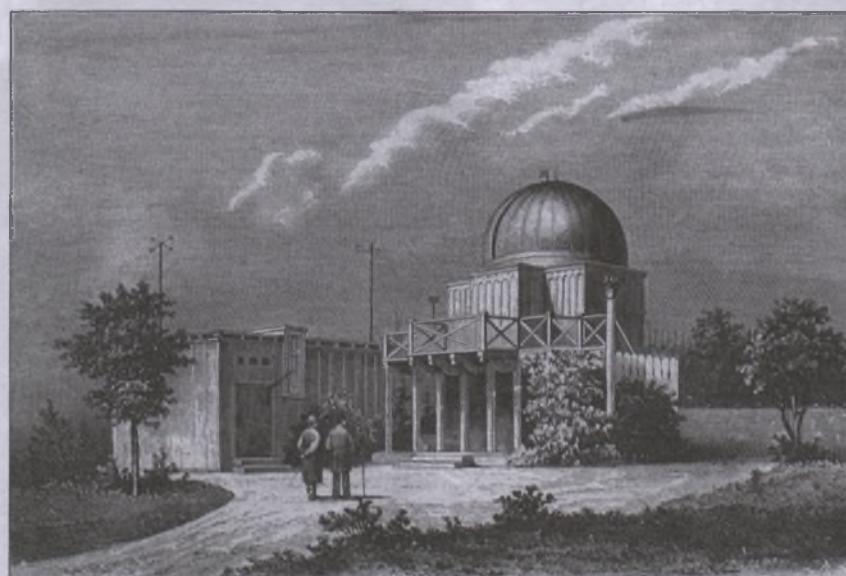
Po tym niezwykle interesującym wykładzie zarządzono przerwę obiadową, podczas której prowadzono żywą dyskusję na różne tematy astronomiczne. Po powrocie na salę widowiskową MCK głoś zabrali miłośnicy astronomii.

Jako pierwszy wystąpił Janusz Wi land, prezes Warszawskiego Oddziału PTMA, który opowiedział, jak zaczęła się jego przygoda z astronomią dzięki lekturze przypadkowo znalezionej podczas wakacji *Kosmografii* J.W. Jędrzejewicza. Następnie przedstawił bogatą w efektowne zdjęcia i filmy prelekcję o podstawach astronomii amatorskiej ze szczególnym uwzględnieniem metodyki prowadzenia obserwacji zjawisk zakryciowych.

Ostatni zabrał tego popołudnia głos Piotr Urbański z Żychlinu, przewodniczący Towarzystwa Obserwatorów Słońca im. Wacława Szymbańskiego. Opowiedział on uczestnikom spotkania o działaniu tej niezwykle zasłużonej dla polskiej astronomii miłośniczej organizacji, od wielu lat zbierającej informacje na temat różnych przejawów aktyw-



Wnętrze obserwatorium dra Jędrzejewicza w Płońsku. Rycina pochodzi z „Kosmografii” (rok wydania 1886)



Budynek obserwatorium dra Jędrzejewicza w Płońsku. Rycina z „Kosmografii” (1886 r.)

ności Słońca. Piotr Urbański zachęcił wszystkich do podjęcia obserwacji Słońca, zwłaszcza te osoby, które nie mogą z różnych przyczyn prowadzić długich, nocnych obserwacji. Co warte podkreślenia, TOS na sali widowiskowej MCK reprezentowało aż sześcioro obserwatorów.

Tuż przed godziną 17 rozpoczął się koncert muzyki elektronicznej Macieja Wierzchowskiego „Vandersona” — „Z muzyką wśród gwiazd”. Trwający godzinę koncert wzbogacony o multimedialny pokaz został przez słuchaczy bardzo ciepło przyjęty i uznany za bardzo ciekawe zakończenie tego emocjonującego spotkania.

Koncert ten zakończył sesję, jednakże, mimo niesprzyjającej pogody, część uczestników ponownie udała się na płoński cmentarz na grób dra Jędrzejewicza oraz w inne miejsca związane z płońskim astronomem, wieńcząc w ten sposób ten jedyny w swoim rodzaju astronomiczny wieczór w Płońsku.



Wystawa poświęcona dr. Jędrzejewiczowi w MOK w Płońsku

Sesję naukową poświęconą dr. Jędrzejewiczowi i astronomii mimo niedużej frekwencji oraz pewnych niedociągnięć organizacyjnych należy uznać za ważny krok w popularyzacji astronomii w Płońsku. Jako jeden z organizatorów tej im-

prezy naukowej mam wielką nadzieję, że tego typu spotkania będą w Płońsku znacznie częściej i staną się istotnym źródłem wiedzy astronomicznej i historycznej dla naszej lokalnej społeczności.

Adam Derdzikowski

Układ Słoneczny w jeden dzień!

Taką nazwę nosił projekt realizowany od września 2007 r. do maja br. przy Szkoły Podstawowej nr 1 w Lidzbarku Warmińskim. Był to jeden z elementów większego projektu prowadzonego przez stowarzyszenie „Przyjazna Szkoła” na terenie całego kraju, mającego na celu aktywizację środowisk szkolnych i przygotowanie ich do samodzielnego pracy metodą projektów.

Pomysł pracy z dziećmi opierał się na wykorzystaniu 3-metrowej kopuły przyszkolnego obserwatorium w roli Słońca i stworzeniu w wynikającej stąd skali modeli planet Układu Słonecznego i znalezienie dla nich odpowiednich lokalizacji w terenie. Lokalizacje były dobierane tak, aby trasę biegającą przez poszczególne planety uczynić w miarę atrakcyjną turystycznie. Aby odległości modeli planet względem kopuły obserwatorium dobrze odpowiadały rzeczywistym, ich położenia były uściślone z wykorzystaniem techniki nawigacji satelitarnej GPS. Model Ziemi (kulka o średnicy 27 mm) szczęśliwym trafem można było ulokować w wejściu na dziedziniec lidzbarskiego zamku, w mu-

rach którego żył i pracował twórca heliocentryzmu — Mikołaj Kopernik.

Modele planet wykonane własnoręcznie przez uczniów parokrotnie były prezentowane publicznie w połączeniu z występem wspomagany wizualizacjami z rzutnika cyfrowego.

Ukoronowaniem projektu były jednodniowe zabawy plenerowe, polegające na zaliczaniu przez grupy dzieci i młodzieży kolejnych planet rozmieszczonych w plenerze, w połączeniu z konkursami wiedzy o Układzie Słonecznym.

Jacek Drążkowski



Grupa uczniów biorących udział w projekcie z własnoręcznie wykonanymi modelami planet w skali nawiązującej do rozmiarów kopuły widocznego za nimi obserwatorium jako Słońca. Fot. J. Drążkowski



Nagroda Nobla z fizyki

Yoichiro Nambu, Makoto Kobayashi i Toshihide Maskawa to laureaci tegorocznnej Nagrody Nobla z fizyki.

Yoichiro Nambu, urodzony w 1921 r., jest amerykańskim fizykiem japońskiego pochodzenia, profesorem Uniwersytetu w Chicago. Makoto Kobayashi to 64-letni japoński fizyk, profesor Uniwersytetu w Kioto i Tsukuba, a Toshihide Maskawa jest 68-letnim japońskim fizykiem, profesorem Uniwersytetu w Kioto. Wszyscy trzej zajmują się teorią cząstek elementarnych.

Nagroda za „najważniejsze odkrycie lub wynalazek w dziedzinie fizyki” przyznawana przez Królewską Szwedzką Akademię Nauk wyniosła 10 mln koron szwedzkich (około 3,5 mln zł). Yoichiro Nambu otrzymał połowę nagrody „za odkrycie mechanizmu spontanicznego łamania symetrii w fizyce subatomowej”. Jego teoria z lat 60. pozwoliła stworzyć Model Standardowy opisujący cząstki elementarne i siły, jakie między nimi istnieją, a także pomogła opisać w jednej zwartej teorii dwa różne oddziaływanie — elektromagnetyczne i słabe jądrowe.

Makoto Kobayashi i Toshihide Maskawa otrzymali po 1/4 nagrody „za odkrycie źródła łamania symetrii, które przewidziało istnienie w przyrodzie co najmniej trzech rodzin kwarków”. Ich naj-

ważniejsza praca pt. „CP Violation in the Renormalizable Theory of Weak Interaction”, opublikowana w 1973 r., dotyczyła zjawiska spontanicznego łamania symetrii CP. Jej przewidywanie istnienia trzeciej rodziny kwarków pozwoliło uzgodnić Model Standardowy i wyjaśnić obserwowane łamanie symetrii CP, czyli symetrii względem zmiany ładunku elektrycznego cząstek na ładunek przeciwny (C) i względem odbicia przestrzennego (lustrzanego — P). To z kolei pozwala wyjaśnić, czemu we Wszechświecie jest więcej materii niż antimaterii.

Kwarki są najmniejszymi znymi cząstками elementarnymi. Ich nazwy to: kwark górny, dolny, dziwny, powabny, spodni i szczytowy. Dla przykładu: w skład protonu wchodzą trzy kwarki: dwa górne i jeden dolny, a neutron tworzą dwa dolne i jeden górny. Yoichiro Nambu przypisał kwarkom ładunki kolorowe (czerwony, zielony i niebieski), którymi mogą się wymieniać za pośrednictwem gluonów. Model Standardowy opisuje oddziaływanie elektromagnetyczne oraz słabe i silne oddziaływanie jądrowe. Dzięki tej teorii fizycy mogą zrozumieć, dlaczego cząstki mają masę, choć wciąż nie odkryto cząstki Higgsa, która za tę masę odpowiada.

Eksperimentalna fizyka cząstek elementarnych wymaga wielkich nakładów finansowych i niezwykle wyspecjalizowanego sprzętu, jak uruchomiony niedawno Wielki Zderzacz Hadronów (ang.



Symulacja zderzenia dwu protonów w LHC powodujących powstanie bozonu Higgsa. Źródło: cms-project-cmsinfo.web.cern.ch

skrót LHC) pod Genewą. Naukowcy żartują, że głównym narzędziem fizyka teoretyka jest kosz na śmieci, bo tam ładuje większość opracowanych teorii, a tylko niewielka ich część okazuje się naprawdę opisywać rzeczywistość — tak jak wymyślona przed 40 laty teoria profesorów Nambu, Kobayashi i Maskawy.

(kz)

Źródło: www.naukawpolsce.pap.pl

Zderzenie z planetoidą

Na stronie <http://www.spaceweather.com> można śledzić, jak blisko Ziemi przelatują niektóre planetoidy. Za jednostkę odległości przyjmuje się w tym przypadku średnią odległość od Ziemi do Księżyca, którą oznacza się „LD”, czyli „Lunar Distance”. Zwykle przelot następuje od kilku do kilkudziesięciu odległości do Księżyca od nas. W połowie lipca podwójna planetoida przeleciała w odległości 2,2 LD od Ziemi. Było oczywiste, że zaobserwowanie planetoidy będącej na kolizyjnym kursie z Ziemią jest tylko kwestią czasu. I w końcu stało się.

6 października odkryto przez teleskop na Mt. Lemmon w Arizonie obiekt oznaczony 2008 TC3. Teleskop ten pracuje w ramach finansowanego przez NASA programu poszukiwania obiektów przelatujących blisko Ziemi „Catalina Sky Survey”. Obiekt był bardzo mały, około 3 m średnicy, ale po obliczeniu wstępnej orbity okazało się, że następnego dnia ma zderzyć się z Ziemią. Na stronie „Spaceweather” pojawił się komunikat:



Laureaci Nagrody Nobla z fizyki: Makoto Kobayashi, Toshihide Maskawa, Yoichiro Nambu. Źródło: www.iht.com

„Nadlatująca planetoida: mała, świeżo odkryta planetoida 2008 TC3 zbliża się do Ziemi i jest ponad 99,8% szans, że w nią uderzy. Steve Chesley z NASA JPL ocenia, że wejście w atmosferę nastąpi 7 października o 2:46 czasu uniwersalnego nad północnym Sudanem niedaleko Morza Czerwonego. Mający tylko kilka metrów kosmiczny kamień nie zagraża ludziom ani strukturom na Ziemi, ale powinien tworzyć widowiskowy bolid, uwalniając podczas rozpadania się i eksplozji w atmosferze energię równoważną mniej więcej kilotonie TNT. Planetoidy tej wielkości uderzają w Ziemię co kilka miesięcy, ale to jest pierwszy przypadek odkrycia planetoidy przed zderzeniem.”

Jacob Kuiper, główny meteorolog lotnictwa w holenderskim odpowiedniku naszego IMGW, pół godziny przed przewidywanym momentem powiadomił lotnisko w Amsterdamie, że załogi samolotów lecących nad północną Afryką mogą zobaczyć bolid. Dzięki temu otrzymał wiadomość, że samolot KLM, latający około 750 mil morskich na południowy zachód od przewidywanego miejsca spadku, dostrzegł krótki błysk tuż przed przewidywanym momentem zderzenia.

Zderzenie zarejestrował także detektor infradźwięków w Kenii. Każde zjawisko wytwarzające falę uderzeniową może generować infradźwięki. Okazały się one dobrym sposobem wykrywania bolidów i oceniania energii, lokalizacji, momentu zjawiska i wysokości. Infradźwiękowymi obserwacjami bolidów zajmuje się dr Peter Brown z Uniwersytetu Zachodniego Ontario, który ocenił, że planetoida wpadła do atmosfery o 2:43 UTC, wyzwalając energię między 1,1 a 2,1 kiloton TNT. Większość bryły powinna

wyparować w atmosferze i spaść mogły co najwyżej małe kawałki. Niestety, ewentualny spadek nastąpił w dość odludnym miejscu i jest niewielka szansa, by ktoś tam zarejestrował zjawisko.

Andrzej S. Pilski

Z ostatniej chwili: Czujniki na satelitach USA wykryły eksplozję bolidu nad Afryką, 7 października 2008 r. o 2:45:40 UT. Pierwsze obserwacje lokalizują obiekt na wysokości 65,4 km nad miejscowością o współrzędnych 20,9° N, 31,4° E. Obiekt eksplodował na wysokości około 37 km nad 20,8° N, 32,2° E. Całkowita wypromieniowana energia była około 0,1 kiloton TNT.

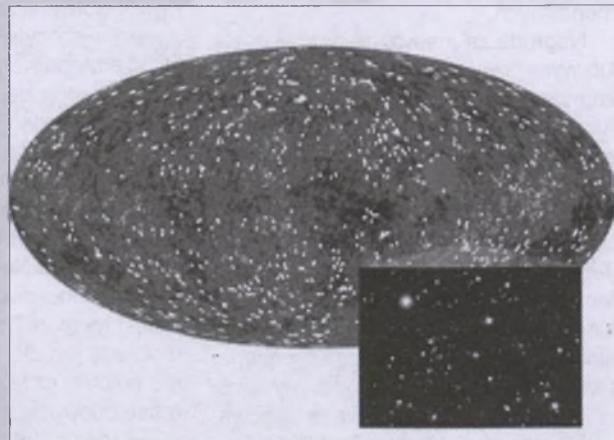
Kosmiczny wpływ na przestrzeń miliardów lat świetlnych

Analiza danych z satelity do obserwacji mikrofalowego promieniowania tła, Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP), wykazała nieoczekiwany ruch w odległych gromadach galaktyk. Może być to nie odpowiedzialna materia, która leży poza obserwowalnym Wszechświatem i przyciąga gromady. Gromady te pokazują niewielki, ale w pełni mierzalny ruch z prędkością, która jest niezależna od prędkości, z jaką rozszerza się nasz Wszechświat i nie zwiększa się wraz ze wzrostem odległości (a tak było, gdyby obiekty te podlegały tylko ruchowi związawanemu z rozszerzeniem Wszechświata).

Prof. Alexander Kashlinsky (z Goddard Space Flight Center w Greenbelt, NASA) nazwał ten wspólny ruch gromad „ciemnym wypływem” (ang. „dark flow”) na podobieństwo innych pojęć kosmologii, jak ciemna energia i ciemna materia. Obserwowany rozkład materii nie mógł powodować takiego ruchu. Zawarty w gromadach galaktyk gorący gaz, który emituje promieniowanie na falach X, rozprasza niskoenergetyczne promieniowanie mikro-

falowe, które przechodzi przez gromady. Gromady galaktyk nie poruszają się dokładnie tak, jak rozszerza się Wszechświat, ale mają swój indywidualny ruch, dlatego długość fali rozpraszonych fotonów promieniowania tła zmienia się w taki sposób, że odzwierciedla indywidualny ruch każdej gromady. Tę zmianę obserwujemy jako zmianę temperatury mikrofalowego promieniowania tła w kierunku gromady. Astronomowie nazywają ją kinematycznym efektem Sunyaeva-Zeldovicha.

Podbogie zniekształcenie, znane jako termiczny efekt Sunyaeva-Zeldovicha, jest obserwowany w gromadach galaktyk od lat 80. XX w., ale efekt kinetyczny jest 10-krotnie słabszy i do tej pory nie wykryty w żadnej gromadzie. Sposobem zobaczenia tego efektu jest obserwacja dużej liczby gromad. Zidentyfikowano około 700 gromad emitujących na falach X, aby spróbować zaobserwować ten delikatny efekt w rejestrowanym widmie obiektów. Wśród obserwowanych gromad zna-



Widoczna w prostokącie gromada galaktyk 1E 0657-56 w obserwacjach wydaje się podążać w kierunku zaznaczonym na mapie nieba jako elipsa o rozmiarze 20 stopni łuku między gwiazdozbiorami Centaura i Zagłębia. Źródło: NASA/WMAP

lazły się obiekty odległe od nas o 6 mld lat świetlnych (Wszechświat ma 13,7 mld lat).

Używając katalogu gromad i trzyletnich obserwacji satelity WMAP, astronomowie odkryli ruch gromad z prędkością ponad 3 mln km na godzinę. Gromady podążają w kierunku fragmentu nieba zajmującego około 20 stopni łuku między gwiazdozbiorami Centaura i Zagłębia (niebo południowe).

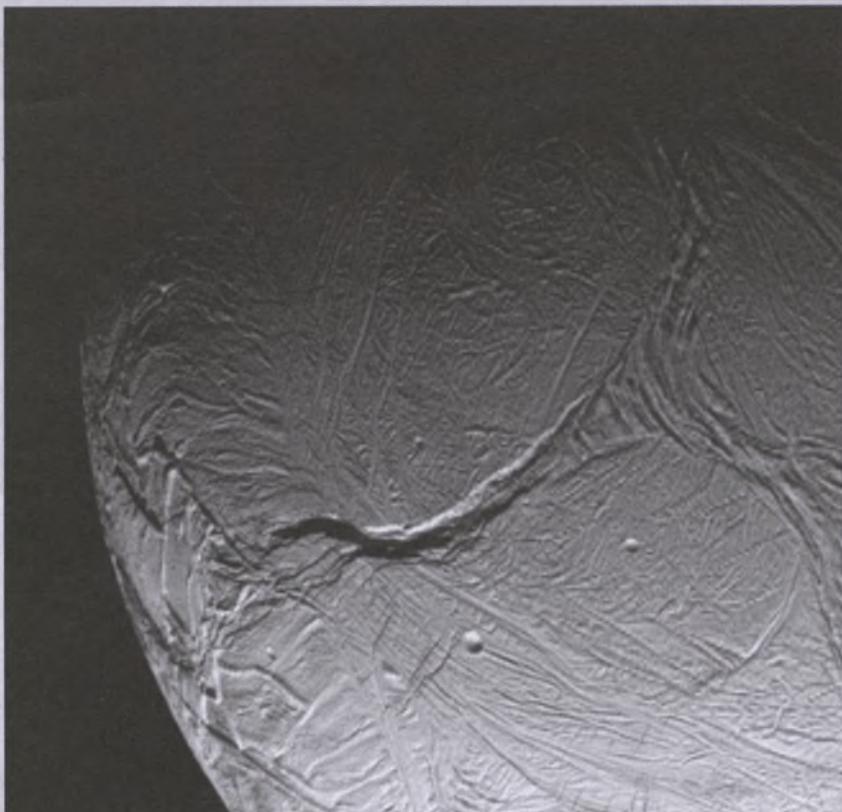
(kz)

Źródło <http://www.spaceflightnow.com>



Tygrysie pasy na Enceladusie widziane z sondy Cassini

Co powoduje niezwykle, tygrysie pasy na księżycu Saturna, Enceladusie? Nikt nie wie. Aby się tego dowiedzieć, naukowcy tak zaprogramowali sondę Cassini, by zanurkowała w zeszłym tygodniu obok wyrzucającego materię księżyca. Wcześniej obszary tygryskich pasów uważano za wyrzuty wodnego lodu, co podtrzymywało spekulacje na temat istnienia ciekłych mórz pod zamazniętą powierzchnią Enceladusa. Takie morza są naturalnie bardzo interesujące, gdyż stanowią potencjalne siedlisko życia pozaziemskiego. Jednymi z ważnych procesów zachodzących w układach pasów tygryskich mogą być podgrzewanie od wnętrza księżyca oraz jego trzęsienia. Powyżej jest widoczny obszar Enceladusa tak młody, że pokrywa go zaledwie kilka kraterów. To niedawno opublikowane, nieprzetworzone zdjęcie ukazuje przynajmniej jeden rodzaj sztucznych elementów, jako że łańcuchy kraterów nie są tak oczywiste na innych, równolegle publikowanych obrazach tego samego obszaru. Duży, tygrysi pas przecinający środek zdjęcia robi wrażenie nie tylko z powodu swej długości



Źródło: Cassini Imaging Team, SSI, JPL, ESA, NASA

i szerokości, ale także z racji rozległego, wewnętrznego cienia, który powoduje, iż pas wydaje się również dość głę-

boki. Kolejny przelot Cassini obok Enceladusa nastąpi 31 października.

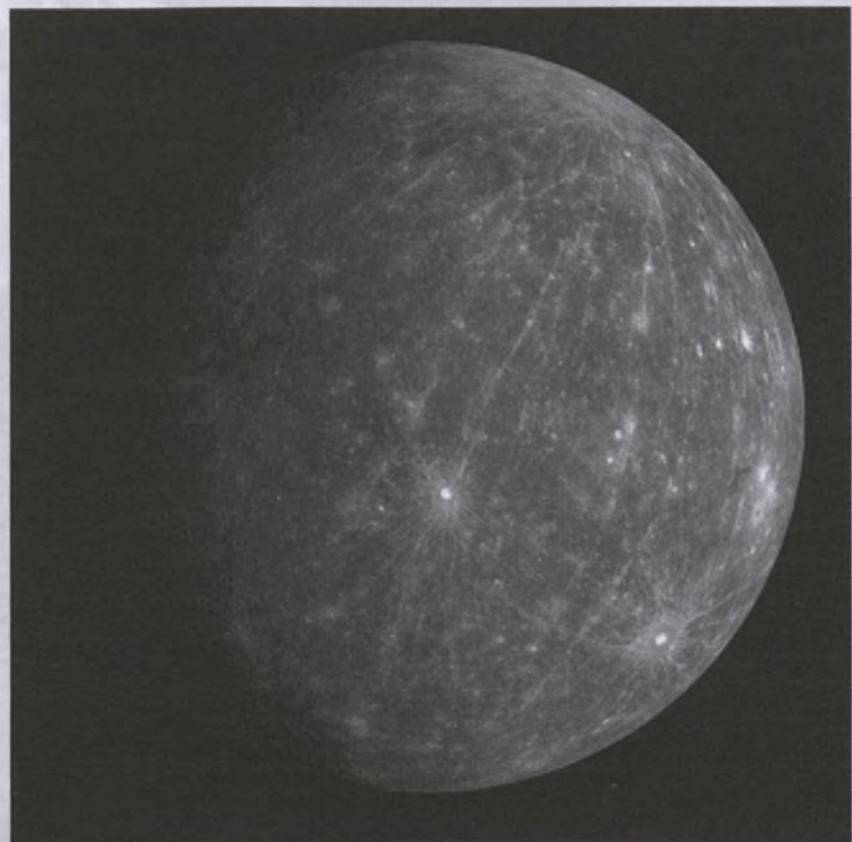
Źródło: APOD/Orion

Merkury widziany przez MESSENGER-a

Merkury jest znany, odkąd pisana jest historia, lecz niektóre jego obszary nigdy wcześniej nie były widoczne tak dobrze. Dwa dni temu automatyczna sonda MESSENGER przemknęła obok Merkurego po raz drugi i sfotografowała teren mapowany wcześniej jedynie przez stosunkowo prymitywny radar. Powyższe zdjęcie zostało zarejestrowane, gdy MESSENGER obejrzał się za siebie po 90 min od przejścia, z wysokością około 27 tys. km. Na powyższym zdjęciu są widoczne, obok wielu innych, nowo poznanych szczegółów, niezwykle długie promienie, które wydają się biec wzduł południków długości, z początkiem znajdującym się wewnątrz młodego krateru, nieopodal północnego brzegu sierpa. MESSENGER ma w planach jeszcze jeden przelot obok Merkurego, zanim wejdzie na jego orbitę w 2011 r.

Źródło: APOD/Orion

Źródło: MESSENGER, NASA, JHU APL, CIW



Święcany — meteoryt z ciekawą historią

W poprzednim numerze „Uranii-PA” zamieściliśmy w tym dziale artykuł mówiący o potrzebie popularyzowania meteorytyki przed wszystkim wśród dzieci i młodzieży szkolnej. Autor miał okazję przedstawić ten temat na Ogólnopolskim Zlocie Miłośników Astronomii w Kawęczynku podczas sesji referatowej. Sesję tę rozpoczął pan Andrzej S. Pilski swoją prezentacją pt. Detektywistyczne historie meteorytów, która kończyła się informacją na temat meteorytu Święcany. O okolicznościach jego znalezienia autor prezentacji nie wiedział wiele, ale szczęśliwym zbiegiem okoliczności na sali znajdowała się osoba ściśle związana z tą sprawą. Owocem tej przygody jest poniższy tekst.

(red.)

Początki pasji

Moje zainteresowanie niebem i naukami z nim związaneymi, tj. astronomią, astronautyką itp. zaczęło się bardzo dawno. Gdy miałem 6 lat, rodzice kupili mi książkę z serii Świat bez tajemnic pt. *Słońce, gwiazdy i planety*. Od tamtego czasu mniej lub bardziej, w zależności od wieku i obowiązków, pogłębiałem wiedzę na temat naszego nieboskłonu, głównie przez czytanie książek czy oglądanie TV edukacyjnej. Swoje hobby i zainteresowania zacząłem traktować poważnie w wieku 12 lat, gdy po raz pierwszy oglądałem na żywo zaćmienie Słońca. Od tamtej pory nie wyobrażałem sobie wakacji bez dobrej książki czy obserwacji nieba, chociażby przez lornetkę. Zainteresowanie meteorytami przyszło jako element logicznego rozwoju nieco później.

Zaczęło się ono od *Nieziemskich Skarbów Pana Pilskiego*, książka przeczytana raz, drugi, później ciągle powroty, by przeczytać ulubione rozdziałы jeszcze i jeszcze raz.

Następnie szaleństwo dosłownego łażenia wszędzie, gdzie się da i przynoszenia do domu kilogramów kamieni, złomu i odpadów z huty, tak wygłydały dwa lata, dosłownie, bo kalendarzowe (2001—2002), jak również w sensie pór roku, jako że podczas miesięcy letnich wakacji miałem czas na zbieranie rzeczy dziwnych po okolicznych polach i lasach. Przez ten czas swoje co ciekawsze znaleziska konsultowałem z pracownikami jasielskiej firmy „Poszukiwania Nafty i Gazu”, którzy z wykształcenia byli geologami i, ku mojemu zaskoczeniu, na temat meteorytów w tamtym czasie miałem większą wiedzę niż oni. Pomoc ta sprowadzała się do ustaleń, skąd mógł pochodzić dany żwir wykorzystany do utwardzania tej czy tamtej drogi oraz w którym roku został wysypaný.

Rok 2003 to okres, gdy coraz pewniej czułem się w świecie kamieni, na tyle pewnie, że zbiory, które przynosiłem z okolicznych pól, z dziesiątek kilogramów stopniały do kilku, ale wciąż kilku — co do których nie miałem pewności. Następnej selekcji dokonali pracownicy Akademii Górnictwa-Hutniczej w Krakowie, którzy to na worku kamieni, który przyniosłem, nie zostawili suchej nitki. Po dokładnej selekcji ostał się jeden okaz, co do którego nie mieli pewności, czy to odpad z huty czy szkliwo wulkaniczne.

Pierwsze zakupy i dalsze poszukiwania

W tym czasie nabyłem też pierwsze okazy meteorytów do swoich zbiorów. Pamiętam, że był to Gibeon i Sikhote Alin. Oszałamiających regmagliptów nie miały, ale sama radość trzymania w dłoni i posiadania na własność meteorytu rekompensowała wszystko. W tym okresie już na dobre połknąłem meteorytowego bakcyla, a gdy zdałem sobie sprawę, jaką moc posiada Internet poza grami sieciowymi — dokonałem pierwszych zakupów meteorytów kamiennych na aukcji eba’y. Był to Kunashak, Oum Rokba, Gao-Guenie, El Hammami, Vaca Muerta. Głównie zwracałem uwagę, by miały ładnie zachowaną skorupę obtopieniową dla dalszych porównań ze znalezionymi okazami. W tym samym czasie moją pasją zainteresowała się moja nauczycielka geografii Pani Mastej i nauczycielka fizyki Pani Kantor, którym za doping należą się podziękowania. Na jednej z lekcji urządziłyśmy nawet pogadankę. Od tego czasu zacząłem się dzielić wiedzą na temat meteorytów ze znajomymi, a przede wszystkim z rodziną — bo ta zawsze najbliżej. Jako że zainteresowanie rodziców czy starszego rodzeństwa było umiarkowane, szukałem towarzyszy do wspólnych poszukiwań wśród kolegów i młodszych członków rodziny, zatem siostrzenic i siostrzeńca. Wchodzili w wiek, kiedy łatwo można zarazić swoją pasją (9–12 lat). Tak jak kiedyś rozmawialiśmy o życiu na innych planetach, gwiazdach, Wszechświecie, tak wtedy rozmawialiśmy o nietypowych kamieniach z nieba, nietypowych, bo cięższych, przyciągających magnes, z zewnątrz też wyglądających nieco inaczej niż polne kamienie.

Poszukiwań ciąg dalszy

Zabieraliśmy skromne zbiory w teren, by niepotrzebnie nie wracać z każdym okazem do domu, tylko by porównywać je od razu na miejscu. Korzystając z tego, iż byłem bezrobotny, całe wakacje spędzałem na szukaniu kosmitów — tak nazywaliśmy kamienie z nieba. W trakcie wakacji 2004 r., zaraz po zdaniu matury, próbowałem lokalizować kosmitów w całej Polsce, przeglądałem fora i aukcje internetowe w poszukiwaniu wzmienek na temat dziwnych znalezisk. Tak trafiłem do Opola, gdzie miałem okazję, jak się później okazało, dotykać największej bryły żużlu, z jaką miałem do czynienia, (ok. 15 kgagi), do Wrocławia, gdzie przyglądałem się nieco lżejszym żużłom, podobno, jak miał znalezca, znalezionym w lesie, i do Józefowa pod Warszawą, gdzie znalezca pochwalił się dość nietypowo wyglądającą rudą wolframem. Jak miało się okazać, wakacje 2004 r. były bardzo szczęśliwe, jak również okazało się, że nauka nie poszła w las. Trudno dokładnie określić datę i dzień, w jakim znaleziony został meteoryt Święcany. Ustaliliśmy wspólnie, że to początek września, jako że było to tuż przed moim wyjazdem do Hiszpanii.

Udało się

Mniej więcej rok wcześniej (lato 2003) została przywieziona przyczepa żwiru, który został wykorzystany do utwar-

dzenia lokalnej drogi. Cała trójka dzieci: Katarzyna, Małgorzata i Mateusz Depczyńscy zabrała się do przekopywania, rozgrabiania i przeczesywania żwiru z miejsca na miejsce w nadziei, że trafi na coś niezwykłego. Niestety, trudy podjęcia nauki na studiach i przygotowania do wyjazdu zatrudnionego do Hiszpanii wykluczyły mnie z tych poszukiwań. Los okazał się dla nich szczęśliwy, gdyż po kilku dniach poszukiwań udało im się znaleźć kilka interesujących okazów. Były wśród nich granity, kilka kawałków nietypowo wyglądającego złomu, który pewnie musiał tam leżeć już wcześniej i jeden kamień lżejszy od złomu, ale cięższy od innych kamieni tej samej wielkości, rdzawego koloru, który na dodatek przyciągał magnes. To wzbudziło ich ciekawość, zatem przeczesali za pomocą magnesów pozostały rozsypany żwir, po czym najzwyczajniej udali się z powrotem do domu. Nie spieszysz się im się specjalnie z poinformowaniem mnie o tym, gdyż swoje znalezione okazy przwieźli przy najbliższej okazji, kiedy spotkaliśmy się w gronie rodziny. Upłynęło ok. 2 tygodni, zanim kamień trafił do moich rąk.

Analiza

Wstępnie posegregowałem okazy, z których wynikało, że tylko ten jeden godny jest uwagi. Ale i tak wtedy nie przywiązywałem doń szczególnej wagi, traktując jako jeden z kamieni do przebadania. Okaz wraz z innymi kamieniami do wstępnie przebadania trafił w ręce studenta geologii Uniwersytetu Jagiellońskiego, Łukasza Bandura, którego poznalem przy okazji giełdy minerałów na Rakowicach w Krakowie. Jako że pisał wtedy pracę magisterską na temat meteorytów, już wtedy miał wiedzę i sprzęt, by bliżej przyrzyć się znaleziskom. Przeciął okaz, wykonał szlif i zrobił zdjęcia, które później posłużyły do dalszych badań. Po wstępnej analizie był przekonany, że okaz, który mu doręczyłem, to meteoryt, zatem by postawić kropkę nad i, trzeba było doręczyć szlif i zdjęcia specjalistie w zakresie badań meteorytów, który jednoznacznie określił typ i skład meteorytu. W ten sposób próbki trafiły do Pana prof. Łukasza Karwowskiego.

Profesor Karwowski zajął się klasyfikacją meteorytu. Dodam tylko, że dowiedziałem się, iż okaz na pewno jest meteorytem na kilka dni przed świętami Bożego Narodzenia 2005 r., zatem spotkała mnie bardzo miła niespodzianka. Pozostało już tylko uściślić dokładne miejsce, czas i okoliczności znalezienia meteorytu. W tym celu udało się do Starostwa Powiatowego, by zdobyć mapkę geologiczną tamtego terenu i nanieść dokładne współrzędne znalezienia. Okoliczności znalezienia ustaliliem podczas wywiadu z siostrzenicą Katarzyną Depczyńską, jak również z jej rodzeństwem: Mateuszem i Małgorzatą Depczyńskimi. Ustaliliśmy również wspólnie, iż żwir do utwardzania drogi pochodził ze żwirowni w Skołyszynie. By wyeliminować wszelkie podejrzenia, że okaz może być jednym z saharyjskich meteorytów, który jakimś cudem przywędrował w tamto miejsce bądź to z mojej czy innej kolekcji, został on porównany z meteorytami saharyjskimi. Badania te stwierdziły, że nie posiada on ich cech.

Rejestracja

Profesor Karwowski dokładnie zbadał meteoryt i sklasyfikował go. Okazał się on chondrytem zwyczajnym L4/5, silnie zwietrzałym, o słabo zachowanej skorupie. Stopień zszokowania raczej niewielki S1-S2. Wiosną 2006 r. raz jeszcze udało się do Święcan, by zaraz po roztopach przeszukać dokładnie miejsce znalezienia, niestety, więcej okazów nie udało się znaleźć. Poszukiwaniami meteorytów na terenie żwirowni w Skołyszynie zajął się Pan Kazimierz Kwański z Brzysk, jemu również do tej pory szczęście nie dopisało. Dalsze losy meteorytu zna najlepiej prof. Karwowski, jako że on zajął się jego dalszą dokładną klasyfikacją i rejestracją. Meteoryt został zarejestrowany pod nazwą Święcany w marcu br. i jest 23 polskim meteorytem.

Epilog

Historia ta zachęca do dzielenia się wiedzą na temat meteorytów ze wszystkimi wokół, rodziną, znajomymi, przyjaciółmi, poszerzania wiedzy na ich temat we wszelakich kregach, z nadzieją, że komuś wiedza ta przyda się w najmniej spodziewanej sytuacji, na pikniku, podczas orki pół czy wreszcie podczas przeszukiwania przydrożnych żwirowych nasypów. Ten przykład czy przykład Pana Jachymka pokazuje, że jeśli przeciętny Kowalski będzie potrafił wstępnie odróżnić zwyczajny ziemska kamień od mniej zwyczajnego kosmicznego kamienia, polskie zbiory liczyć będą nie 23, a 123 okazy.

Marcin Mazur

KWARTALNIK MIŁOŚNIKÓW METEORYTÓW

METEORYT

Nr 3 (67) Wrzesień 2008 ISSN 1642-588X

W numerze:

- historia meteorytu Święcany
- czy aneryty pochodzą z Merkurego?
- Glorieta Mountain
- trójwymiarowe chondry
- miejsce pochówku Chładnego
- bąble w tektytach Australii
- historia meteorytu Claxton

Meteoryt Święcany zagościł na okładce kwartalnika „Meteoryt”, w którym również znalazła się wyżej opisana historia

NGC 4494

α (J2000)	12 ^h 31,4 ^m
δ (J2000)	+25° 47'
Gwiazdozbiór	Warkocz Bereniki
Typ	Galaktyka eliptyczna E1
Jasność fotograficzna	10,6
Jasność wizualna	9,7
Jasność absolutna M _v	-21,3
Rozmiar	4,8'×3,5'
Odległość	12—18 Mps
Pędkość radialna	+1320 km/s

Wiliam Herschel dostrzegł tę galaktykę 6 kwietnia 1785 r. i zanotował ją pod numerem H I.83. W katalogu Dreyera jej opis jest następujący: „bardzo jasna, dość duża, zaokrąglona, nagle bardzo silnie jaśniejąca w kierunku centralnego jądra”. Galaktyka ma dużą jasność powierzchniową i może być dostrzeżona przez dobrą lornetkę jako maleńka, niemal punktowa plamka światła; przy małym powiększeniu bardzo przypomina słabą gwiazdę. Znajduje się ona blisko jasnej gwiazdy podwójnej 17 Com. Jeszcze bliżej, w odległościaledwie 6' łuku na północ od NGC 4494 znajduje się gwiazda 8 wielkości gwiazdowej SAO 82354. Przez teleskop o średnicy około 20 cm można rozróżnić centralne, jasne i zwarte jądro (gwiazdopodobne w wyglądzie) oraz, mającą mniejszą jasność powierzchniową, niewielką otoczkę wokół niego. Otocka nie ma żadnej struktury i kształt kolisty. Rysunek galaktyki wykonany za pomocą teleskopu o średnicy 25 cm jest przedstawiony obok. Teleskop o średnicy około 45 cm pozwala dostrzec, że jądro nie jest gwiazdowe (ma średnicę około 20" łuku), otocza wygląda na większą i jaśniejszą, stopniowo słabnie na zewnątrz i jest nieco wydłużona w kierunku północno-południowym.

Galaktyka ta znajduje się stosunkowo blisko dużej i jaśnej galaktyki spiralnej NGC 4565. Obie są często zaliczane do galaktyk należących do grupy Coma I. Jednak pomiary odległości do nich wykonane metodą fluktuacji jasności powierzchniowych dają wartości większe (~15 Mps) niż do pozostałych członków grupy (~10 Mps). Co prawda inne metody, takie jak funkcja jasności mgławic planetarnych czy też funkcja jasności gromad kulistych dają mniejsze odległości (około 12,5 Mps) do tych galaktyk. Ta mniejsza wartość pozostaje w zgodzie z odlegością wyznaczoną do innej przedstawicielki grupy Coma I — galaktyki NGC 4725 — teleskopem Hubble'a, którym obserwowano cefidy.



Rysunek NGC 4494 wykonany za pomocą teleskopu o średnicy 25 cm i powiększeniu 82 razy

Na temat NGC 4494 niewiele wiadomo, pomimo że jest to jedna z najbliższych dużych galaktyk eliptycznych. Oczywiście nie dorównuje wielkością takim olbrzymom, jak M87 czy M49, niemniej jednak jej średnica wynosząca 25 kps robi wrażenie. Galaktyka ta posiada jądro, które wyraźnie odróżnia się od reszty galaktyki: obraca się w przeciwną stronę niż reszta, a ponadto prędkość rotacji gwiazd wykazuje pewne osobliwości niespotykane w galaktykach eliptycznych tej wielkości. Wokół centralnej części jądra na zdjęciach wykonanych przez teleskop Hubble'a widać gęsty, toroidalny w kształcie obłok pyłu, który je zasłania. Samo jądro zaliczane do typu LINEAR jest jednak bardzo mało aktywne. Galaktyka wysyła bardzo niewiele promieniowania w zakresie radiowym, jak i zakresie wysokich energii (promienie X i γ).

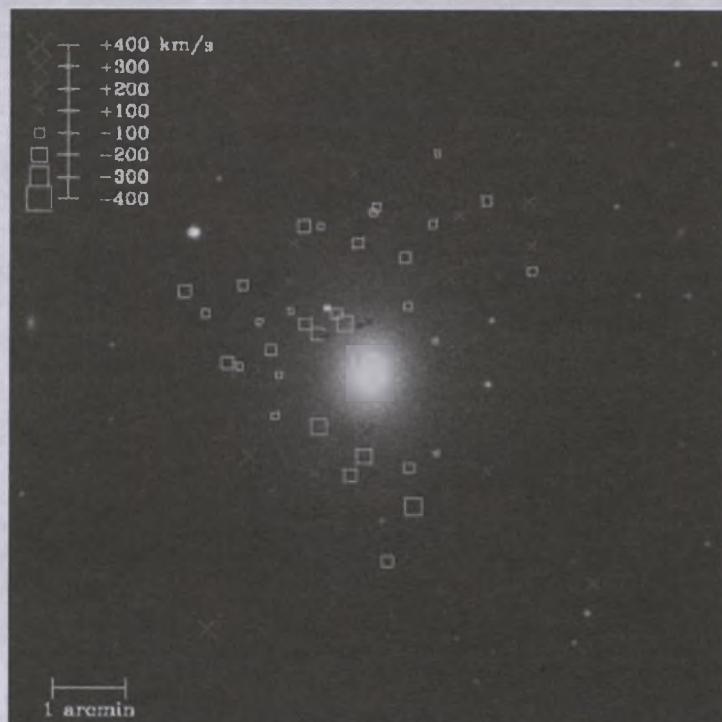
Na temat NGC 4494 zaczęto mówić więcej kilka lat temu, gdy grupa astronomów, korzystając z teleskopu Williama Herschela (Wyspy Kanaryjskie), przeprowadziła obserwację i analizę prędkości radialnych mgławic planetarnych w trzech galaktykach eliptycznych o średnich rozmiarach (wśród nich znalazła się bohaterka niniejszego artykułu). Okazało się, ku zaskoczeniu wielu astronomów, że prędkości, z jakimi poruszają się mgławice planetarne, stopniowo maleją w miarę oddalania się od centrum ich macierzystej galaktyki. Spodziewano się, że te prędkości powinny być mniej więcej stałe w obszarze galaktyki, ewentualnie powinniśmy obserwować tendencję odwrotną, czyli wzrost prędkości mgławic w miarę zbliżania się do krawędzi widzialnej części galaktyki. Większość astronomów uważa bowiem obecnie, że galaktyki są zdominowane przez obecność niewidzialnej i nieoddziałującej elektromagnetycznie tzw. ciemnej materii. Ma ona tworzyć bardzo rozlegle i masywne otoczki wokół złożonej z gwiazd i pyłu widzialnych części galaktyk. W takiej niewidzialnej otoczce, jak się obecnie ocenia, jest zawarte aż do 95% masy danej galaktyki. W ten sposób interpretuje się fakt obserwacyjny, że prędkości rotacji obiektów w galaktykach nie maleją w miarę oddalania się od jądra i pozostają prawie stałe nawet w bardzo dużych odległościach od centrum. Modele kosmologiczne przewidują, że materia widzialna i ciemna materia są ze sobą ściśle powiązane (nie wiadomo dlaczego — siły grawitacji nie wystarczają, aby to zadowalająco wytłumaczyć). Ponadto w każdej galaktyce powinno znajdować się (licząc masę) znacznie więcej ciemnej materii niż materii widzialnej (zwanej materią barionową albo „zwykłą”). Nie powinno być wyjątków, gdyż z modeli wynika, że przy powstawaniu galaktyk decydującą rolę miała odgrywać właśnie ciemna materia. A tu niespodzianka! Zaobserwowano trzy galaktyki, w których prędkości mgławic planetarnych wskazywały, że ciemnej materii jest w nich mało, albo nawet nie ma jej tam wcale. Zaczęła się dyskusja i pojawiła niemal lawina prac, które starały się w jakiś sposób pogodzić tę niewygodną obserwację ze standardowym modelem zimnej, ciemnej materii. Swoiste apogeum osiągnęła praca opublikowana w prestiżowym czasopiśmie „Nature”, w której na podstawie skomplikowanych symulacji powstawania galaktyk eliptycznych w wyniku zlewania się mniejszych galaktyk spiralnych (standardowo obecnie przyjmowany model powstawania galaktyk wczesnych typów) wykazano, że prędkości mgławic planetarnych... powinny maleć w obecności wielkiej ilości ciem-

nej materii! Można tu odnieść wrażenie, że poprzez odpowiednie symulacje numeryczne można wykazać prawdziwość założonej teorii bez względu na rezultat przeprowadzonych obserwacji. Czy to jest jeszcze nauka?

Bez względu na to, czy bardziej ufamy obserwacjom, które wskazują, że jednak coś może być nie tak ze standardowym modelem galaktyk, czy też bardziej polegamy na żmudnych i, należy do tego, solidnie wykonanych obliczeniach komputerowych, według których wszystko jest w porządku, istnieje jeszcze inny, niezależny fakt obserwacyjny rzucający trochę światła na tę sprawę. Są nim obserwacje rentgenowskie galaktyki NGC 4494 (i jeszcze dwóch innych galaktyk eliptycznych) z obserwatoriów satelitarnych: XMM-Newton i Chandra. Okazuje się, że istnieje grupa galaktyk o całkiem sporych rozmiarach, które wysyłają bardzo mało wysokoenergetycznego promieniowania. Regułą jest, że duże i jasne optycznie galaktyki posiadają w zakresie rentgenowskim jasne jądro i/albo silnie świeczącą otoczkę będącą bardzo gorącym gazem koronalnym uwięzionym w galaktyce przez silne pole grawitacyjne. Jak więc wyjaśnić obecność słabych rentgenowsko galaktyk? Istnieją trzy możliwe wyjaśnienia:

1) galaktyka może nie posiadać dużej ilości ciemnej materii, co jest regułą w innych masywnych galaktykach — wtedy gorący gaz ucieka ze zbyt słabego pola grawitacyjnego;

2) gaz został z galaktyki usunięty przez jakiś proces w rodzaju *ram pressure stripping* (wywiewanie gazu z galaktyki w wyniku ciśnienia wywieranego przez opór ośrodka międzygalaktycznego — patrz Galeria NGC w „Uranii-PA” 2/2008);

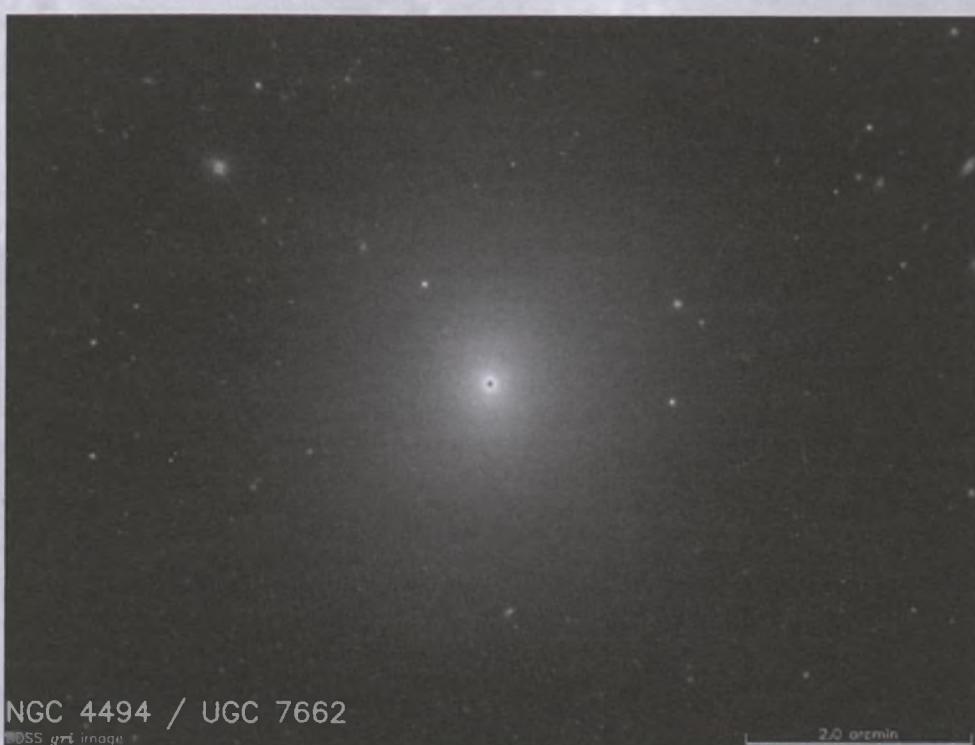


Obserwacje mgławic planetarnych przez teleskop Williama Herschela (lustro o średnicy 4,2 m) nałożone na zdjęcie z DSS. Kwadraciki oznaczają mgławice planetarne, które się do nas zbliżają, a krzyżki mgławice oddalające się (w stosunku do jądra galaktyki). Im dalej od środka galaktyki, tym mniejsze są te prędkości

3) galaktyka jest stosunkowo młoda — galaktyki, które powstały niedawno w wyniku zlania się dwóch lub więcej mniejszych galaktyk, mają na ogół bardzo mało materii międzygwiazdowej.

W przypadku NGC 4494 wiele wskazuje na pierwszą możliwość, chociażby mały (jak na galaktykę eliptyczną) stosunek masy galaktyki do jej jasności. Wygląda, jakby rzeczywiście miała ona mało ciemnej materii. Możliwe jest, że początkowo miała jej tyle, co normalna galaktyka, a potem ją utraciła. Jak to by się mogło stać? Na przykład poprzez oddziaływanie grawitacyjne z bliskimi i masywnymi galaktykami. Tak się jednak składa, że NGC 4494 to największa i najmasywniejsza galaktyka w obszarze ponad 1 Mps i jest nieprawdopodobne, aby taki mechanizm mógł mieć tutaj miejsce. Pozostaje więc ciekawa zagadka, której rozwiązanie może nam w przyszłości pomóc zrozumieć fenomen ciemnej materii we Wszechświecie.

Dariusz Graczyk



Złożenie zdjęć NGC 4494 wykonanych w trzech filtrach w ramach projektu SDSS. Północ jest u góry zdjęcia. Skala zdjęcia w dolnym, prawym rogu. Warto zauważyć, że jądro galaktyki jest prześwietlone

Rok 2009

W roku 2009 wystąpią dwa zaćmienia Słońca: obrączkowe, widoczne 26 stycznia z południowej części Oceanu Indyjskiego, oraz całkowite, widoczne 22 lipca we wschodniej Azji. Obydwa zaćmienia będą niewidoczne w Polsce. Dojdzie także do czterech zaćmień Księżyca: trzech częściowych półcieniowych (9 lutego, 7 lipca i 6 sierpnia) oraz częściowego 31 grudnia. Tylko zaćmienie 7 lipca nie będzie widoczne w Polsce.

W 2009 r. kilkakrotnie dojdzie do zakryć gromady otwartej Plejady przez Księżyca. Z Polski można będzie te zjawiska obserwować w dniach: 7 stycznia, 30 marca oraz 18 lipca. 10 maja i 21 października zostanie natomiast zakryta najjaśniejsza gwiazda w gwiazdozbiorze Skorpiona — Antares.

W 2009 roku do Słońca zbliży się 39 znanych komet, z których dwie będzie można obserwować nawet przez lornetki.

Styczeń

Słońce

Ziemia w swym ruchu po orbicie okołosłonecznej znajdzie się najbliżej Słońca 4 stycznia o 15^h, a zatem Słońce będzie wtedy w perygeum w odległości około 147 mln km. Dni stają się coraz dłuższe. W Warszawie 1 stycznia Słońce wschodzi o 6^h45^m, zachodzi o 14^h34^m, a 31 stycznia wschodzi o 6^h18^m, zachodzi o 15^h21^m. W styczniu Słońce wstępuje w znak Wodnika.

W dniu 26 stycznia wystąpi obrączkowe zaćmienie Słońca, niewidoczne w Polsce.

Dane dla obserwatorów Słońca (na 0^h czasu UT)

Data 2009	P [^h]	B ₀ [[°]]	L ₀ [[°]]
I 1	1,98	-3,04	170,44
3	1,01	-3,27	144,10
5	0,05	-3,50	117,76
7	-0,92	-3,72	91,42
9	-1,88	-3,94	65,08
11	-2,84	-4,15	38,75
13	-3,79	-4,36	12,41
15	-4,73	-4,56	346,07
17	-5,66	-4,76	319,74
19	-6,58	-4,95	293,40
21	-7,49	-5,14	267,07
23	-8,39	-5,31	240,74
25	-9,27	-5,49	214,41
27	-10,13	-5,65	188,07
29	-10,98	-5,81	161,74
I 31	-11,81	-5,96	135,41

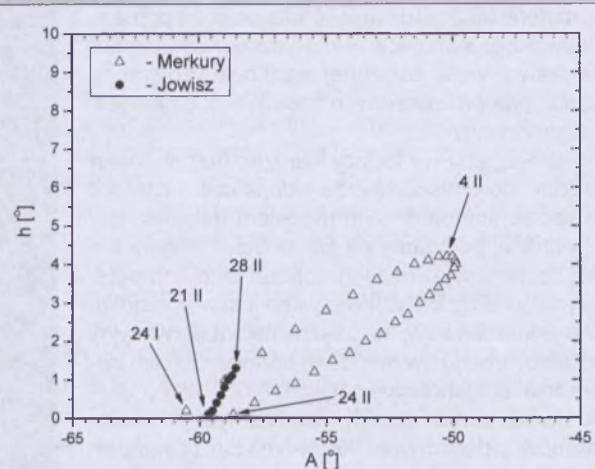
P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;

B₀, L₀ — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;

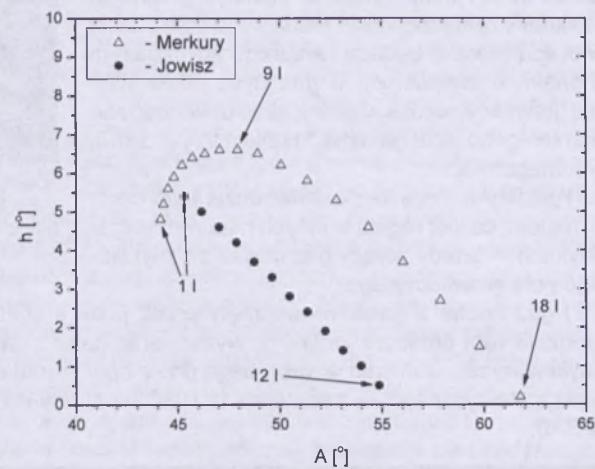
13^d22^h37^m — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0[°].

Książyc

Bezksiążycowe noce będziemy mieli pod koniec stycznia, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu na-



Rys. 1. Merkury i Jowisz nad wschodnim horyzontem (w Warszawie) w styczniu i lutym 2009 na początku świtu cywilnego (około godzinę przed wschodem Słońca)



Rys. 2. Merkury i Jowisz nad zachodnim horyzontem (w Warszawie) w styczniu i lutym 2009 pod koniec zmierzchu cywilnego (około godzinę po zachodzie Słońca)

stępującą: pierwsza kwadra 4^d11^h56^m, pełnia 11^d03^h27^m, ostatnia kwadra 18^d02^h46^m i now 26^d07^h55^m. W perygeum Księżyca znajdzie się 10 stycznia o 10^h53^m, a w apogeum 23 stycznia o 0^h12^m.

Planety, planetoidy i planety karłowe

W styczniu można będzie oglądać Merkurego zarówno na wieczornym, jak i porannym niebie. W pierwszej połowie miesiąca znajdziemy go wieczorem nisko nad południowo-zachodnim horyzontem, świecącego z jasnością 0^m. Godzinę po zachodzie Słońca w dniu 8 stycznia planeta wznieśnie się na maksymalną wysokość prawie 7[°]. Przez teleskop będzie można wtedy zobaczyć tarczę Merkurego o średnicy 7^{''} w fazie zbliżonej do kwadry.

Na niebie porannym Merkury pojawi się pod koniec stycznia, w ostatnim dniu miesiąca na początku świtu cywilnego, wznosząc się na wysokość 4[°] nad południowo-wschodnim horyzontem. Jego jasność wyniesie wtedy zaledwie +1^m, jednak przez teleskop zobaczymy tym razem tarczę planety o małej fazie, o średnicy prawie 10^{''}.

Wieczorem, wysoko nad południowo-zachodnim horyzontem, zobaczymy Wenus, świeczącą jako „Gwiazda Wie-

czorna" z jasnością $-4,5^m$. W ciągu miesiąca warunki widzialności planety praktycznie nie ulegają zmianie. Przez teleskop będzie można wtedy zobaczyć tarczę Wenus o średnicy $25''$, w fazie zbliżonej do kwadry.

Mars i Jowisz znajdują się na niebie w pobliżu Słońca i są niewidoczne.

W drugiej połowie nocy, w gwiazdozbiorze Lwa, widoczny jest **Saturn**, jako „gwiazda” o jasności $0,8^m$. W styczniu pierścienie Saturna ustawiają się praktycznie dokładnie swoim brzegiem w kierunku Ziemi, w związku z czym stają się niewidoczne, nie zaświetlając sąsiedztwa planety. Ułatwia to dostrzeżenie słabych księżyków Saturna, zwanych Mimasa ($12,9^m$) i Enceladusa ($11,7^m$), nawet przez stosunkowo niewielkie teleskopy amatorskie.

Wieczorem można próbować odnaleźć **Urana**, świecącego w gwiazdozbiorze Wodnika z jasnością $5,9^m$, jednak jego wysokość nad horyzontem (mierzona pod koniec zmierzchu astronomicznego, czyli dwie godziny po zachodzie Słońca) zmniejszy się w ciągu miesiąca od prawie 30° do zaledwie 14° . **Neptun** znajduje się na niebie 16° niżej, co przy jasności zaledwie 8^m sprawia, że już na początku miesiąca jego obserwacja jest bardzo trudna, a w połowie stycznia staje się niemożliwa.

Przez całą noc w gwiazdozbiorze Lwa znajdziemy planetę karłowatą **(1) Ceres**, osiągającą pod koniec miesiąca jasność $6,6^m$: 1 I: $10^\circ 07,1^m$, $+24^\circ 01'$; 11 I: $9^\circ 58,8^m$, $+25^\circ 42'$; 21 I: $9^\circ 46,7^m$, $+27^\circ 31'$; 31 I: $9^\circ 31,6^m$, $+29^\circ 15'$.

Planeta karlowata **(134340) Pluton** wschodzi nad ranem niedługo przed wschodem Słońca i jest niewidoczna, ginąc w blasku zorzy porannej.

W styczniu w pobliżu opozycji znajduje się jasna planetoida:

(27) Euterpe, (jasność $8,5^m$): 1 I: $7^\circ 24,2^m$, $+22^\circ 36'$; 11 I: $7^\circ 01,9^m$, $+23^\circ 23'$; 21 I: $6^\circ 41,0^m$, $+23^\circ 55'$; 31 I: $6^\circ 24,4^m$, $+24^\circ 12'$.

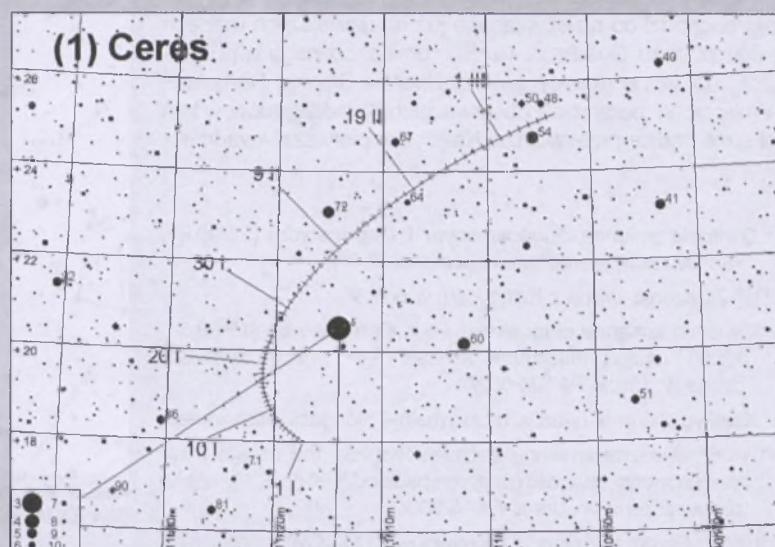
Komety

W styczniu nad ranem, w gwiazdozbiorze Wagi, coraz wyżej nad południowo-wschodnim horyzontem, będzie można przy pomocy lornetek obserwować kometę **C/2007 N3 (Lulin)**, która 31 stycznia, na dwie godziny przed wschodem Słońca, wznieśnie się na wysokość 22° : 1 I: $15^\circ 59,9^m$, $-19^\circ 41'$, $8,7^m$; 11 I: $15^\circ 52,6^m$, $-19^\circ 21'$, $8,3^m$; 21 I: $15^\circ 40,2^m$, $-18^\circ 43'$, $7,9^m$; 31 I: $15^\circ 17,3^m$, $-17^\circ 23'$, $7,4^m$.

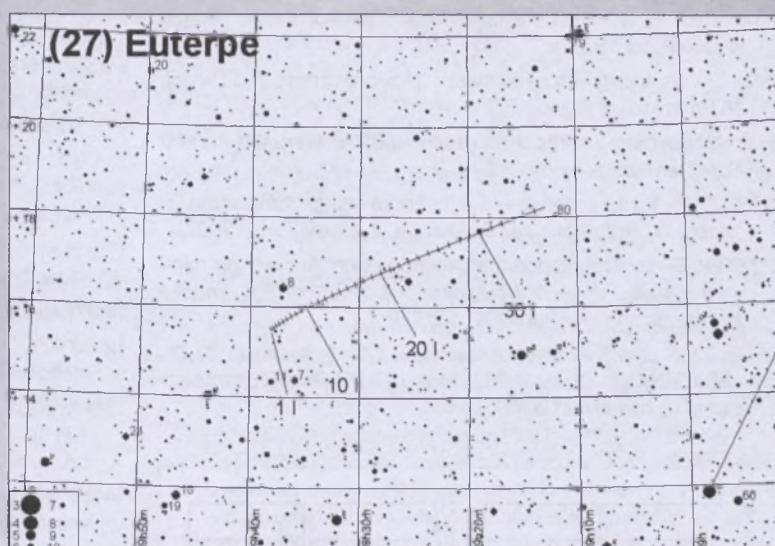
Należy pamiętać, że położenie komety, a zwłaszcza jej jasność, mogą się nieco różnić od przewidywanych.

Meteory

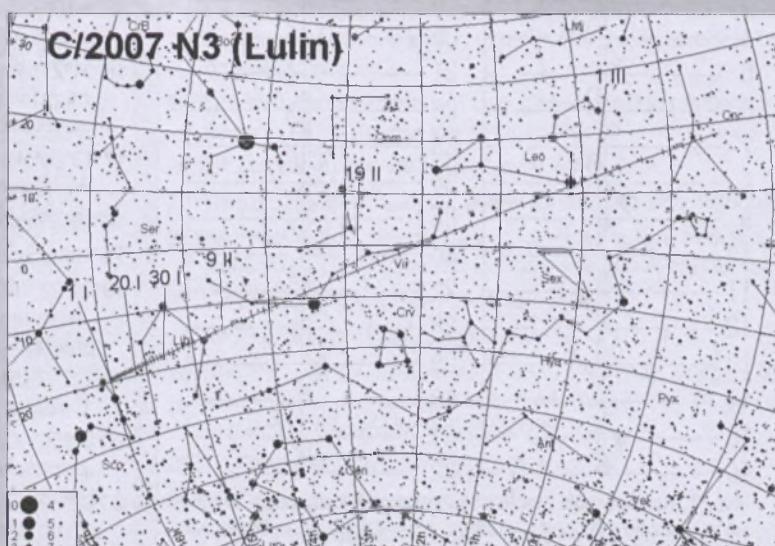
W dniach od 1 do 5 stycznia promienią **Kwadrantydy (QUA)**. Maksimum aktywności spodziewane jest 4 stycznia. Radiant meteoriów leży w gwiazdozbiorze Smoka i ma współrzędne rekt. $15^\circ 18^m$, dekl. $+49^\circ$. Nazwa



Rys. 3. Trasa planety karlowatej (1) Ceres na tle gwiazd gwiazdozbioru Lwa w styczniu i lutym 2009 (zaznaczone gwiazdy do 10^m)



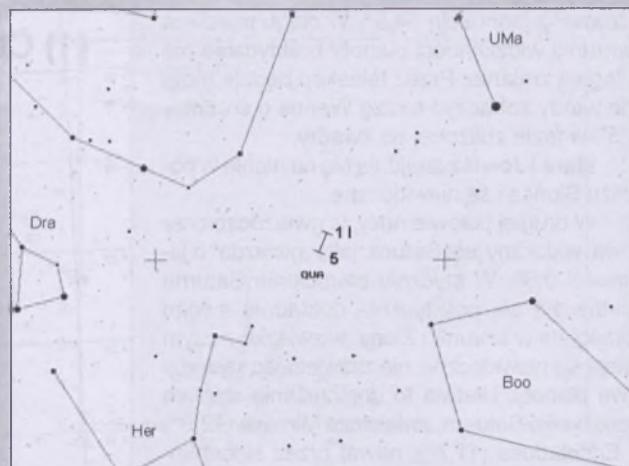
Rys. 4. Trasa planetoidy (27) Euterpe na tle gwiazd gwiazdozbioru Raka w styczniu 2009 (zaznaczone gwiazdy do 10^m)



Rys. 5. Trasa komety C/2007 N3 (Lulin) na tle gwiazd w styczniu i lutym 2009 (zaznaczone gwiazdy do 7^m)

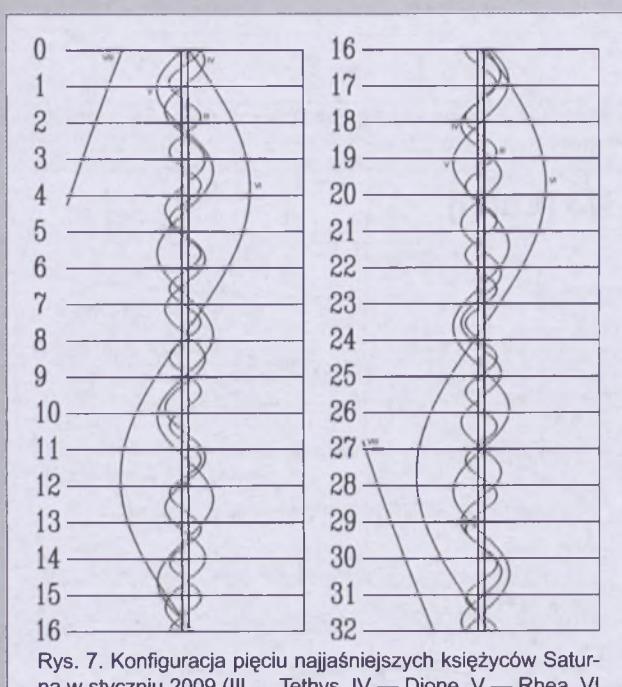
roju pochodzi od nieistniejącego już na dzisiejszych mapach gwiazdozbioru *Quadrans Muralis*, umieszczonego w początkach XIX w. na granicy gwiazdozbiorów Smoka, Herkulesa i Wolarza. W porannych obserwacjach Kwadrantydów w tym roku nie będzie przeszkadzał Księżyc w pierwszej kwadrze.

- 1^d Gwiazda zmienna długookresowa T Cep (miryda) ($21^{\text{h}}09,6^{\text{m}}$, $+68^{\circ}29'$) osiąga maksimum jasności ($6,0^{\text{m}}$).
- 2^d 12^h Złączenie Urana z Księżykiem w odł. 3° .
- 3^d Gwiazda zmienna długookresowa X Oph (miryda) ($18^{\text{h}}38,3^{\text{m}}$, $+8^{\circ}50'$) osiąga maksimum jasności ($6,8^{\text{m}}$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 2/2003].
- 3^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.
- 3^d 01^h 36^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5,9^{\text{m}}$ do $6,7^{\text{m}}$ [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2006].
- 3^d 18^h 59^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa 1143 Cyg osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5,9^{\text{m}}$ do $6,4^{\text{m}}$ [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2005].
- 4^d 14^h Merkury w maksymalnej elongacji wschodniej od Słońca w odległości $19^{\circ}20'$.
- 4^d 15^h Ziemia w peryhelium na swej okołoślonecznej orbicie w odł. 147 mln km od Słońca.
- 5^d 02^h Maksymalna libracja Księżyca ($9,8^{\circ}$) w kierunku krateru Schickard (zaciemiony).
- 5^d 16^h 27^m Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^{\text{m}}$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 6/2007].
- 5^d 23^h 03^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5,8^{\text{m}}$ do $6,6^{\text{m}}$ [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2006].
- 6^d Gwiazda zmienna długookresowa S CMi (miryda) ($7^{\text{h}}32,7^{\text{m}}$, $+8^{\circ}20'$) osiąga maksimum jasności ($7,5^{\text{m}}$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 2/2005].



Rys. 6. Położenie i ruch własny radiantu meteorowego Kwadrantydów (QUA) w okresie od 1 do 5 stycznia

- 7^d 16^h Zakrycie gromady otwartej Plejady przez ciemny brzeg Księżyca przed pełnią, na wysokości 50° nad horyzontem, widoczne w całej Polsce (dla gwiazdy Electra = 17 Tau; $3,7^{\text{m}}$: Zielona Góra $16^{\text{h}}33^{\text{m}}$ — Lublin $16^{\text{h}}43^{\text{m}}$).
- 9^d 23^h 37^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^{\text{m}}$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2007].
- 11^d Gwiazda zmienna długookresowa R LMi (miryda) ($9^{\text{h}}45,6^{\text{m}}$, $+34^{\circ}31'$) osiąga maksimum jasności ($7,1^{\text{m}}$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2004].
- 11^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.
- 11^d 05^h Minimalna libracja Księżyca ($2,7^{\circ}$) w kierunku Mare Australiae (zaciemione).
- 11^d 07^h Merkury nieruchomy w rektascensji.
- 12^d 20^h 42^m Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^{\text{m}}$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 6/2007].
- 13^d Gwiazda zmienna długookresowa T Her (miryda) ($18^{\text{h}}09,1^{\text{m}}$, $+31^{\circ}01'$) osiąga maksimum jasności ($8,0^{\text{m}}$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 2/2006].
- 14^d 23^h Wenus w maksymalnej elongacji wschodniej od Słońca w odległości $47^{\circ}07'$.
- 15^d 06^h Złączenie Saturna z Księżykiem w odł. 7° .
- 16^d Gwiazda zmienna długookresowa R Peg (miryda) ($23^{\text{h}}06,6^{\text{m}}$, $+10^{\circ}32'$) osiąga maksimum jasności ($7,8^{\text{m}}$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2004].
- 16^d 01^h 27^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5,8^{\text{m}}$ do $6,6^{\text{m}}$ [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2006].
- 17^d 13^h Maksymalna libracja Księżyca ($9,7^{\circ}$) w kierunku Mare Humboldtianum (zaciemione).
- 18^d 10^h Złączenie Merkurego z Jowiszem w odł. 3° .
- 19^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.
- 19^d 21^h 22^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa Algol (β Per) osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $2,1^{\text{m}}$ do $3,4^{\text{m}}$ [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2007].
- 19^d 22^h 40^m Słońce wstępnie w znak Wodnika, jego długość eklipsyczna wynosi wówczas 300° .
- 20^d 00^h 56^m Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^{\text{m}}$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 6/2007].
- 20^d 02^h 39^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5,8^{\text{m}}$ do $6,6^{\text{m}}$ [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2006].
- 20^d 16^h Merkury w koniunkcji dolnej ze Słońcem.



Rys. 7. Konfiguracja pięciu najjaśniejszych księżyców Saturna w styczniu 2009 (III — Tethys, IV — Dione, V — Rhea, VI — Tytan, VIII — Iapetus). Zachód na lewo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na prawo



Rys. 8 Mapa gwiazdozbioru Smoka do obserwacji gwiazdy zmiennej R Dra (16°32'40,3", +66°45'18"). Podane jasności gwiazd porównania (pole widzenia wynosi 7°, północ u góry)

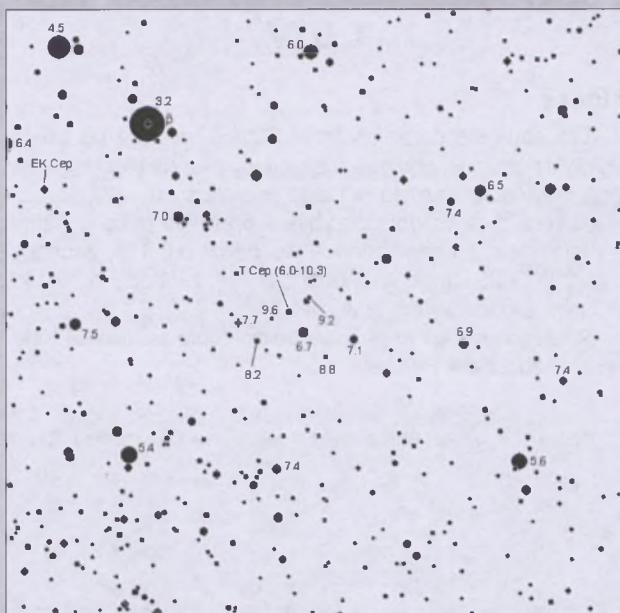
20^d17^h12^m Gwiazda zmieniona δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2007].

22^d Gwiazda zmieniona długookresowa V CrB (miryda) (15^h49,5^m, +39°34') osiąga maksimum jasności (7,5^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2005].

22^d21^h Złączenie Wenus z Uranem w odległości 1°.

23^d Gwiazda zmieniona długookresowa RT Cyg (miryda) (19^h43,6^m, +48°47') osiąga maksimum jasności (7,3^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 3/2008].

24^d Gwiazda zmieniona długookresowa T Aqr (miryda) (20^h49,9^m, -5°09') osiąga maksimum jasności (7,7^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 3/2003].



Rys. 9. Mapa gwiazdozbioru Cefeusa do obserwacji gwiazdy zmiennej T Cep (21°09'31,9", +68°29'28"). Podane jasności gwiazd porównania (pole widzenia wynosi 7°, północ u góry)

24^d07^h Jowisz w koniunkcji ze Słońcem.

25^d02^h Złączenie Marsa z Księżykiem w odległości 1°.

25^d09^h Minimalna libracja Księżyca (2,5°) w kierunku Sinus Iridium (oświetlona).

25^d12^h Złączenie Merkurego z Księżykiem w odległości 5°.

26^d Obrączkowe zaćmienie Słońca. Pas fazy obrączkowej zaćmienia rozpocznie się 26 stycznia 2009 o godzinie 6^h06^m na Atlantyku, na południowy-zachód od Przylądka Dobrej Nadziei (Afryka), w punkcie o współrzędnych $\varphi = 34^{\circ}33'S$, $\lambda = 11^{\circ}46'W$. Następnie pas przejdzie ok. 900 km na południe od Afryki, wkraczając na obszar Oceanu Indyjskiego. Pierwszym napotkanym lądem będą dopiero Wyspy Kokosowe, a następnie południowa Sumatra i zachodnia Jawa. W dalszej kolejności pas przetnie środkową część Borneo i północno-wschodnią część Celebes. Zaćmienie obrączkowe zakończy się 26 stycznia 2009 o godzinie 9^h52^m w pobliżu wyspy Mindanao na Filipinach, w punkcie o współrzędnych $\varphi = 3^{\circ}42'N$, $\lambda = 123^{\circ}59'E$. Maksymalny czas trwania fazy obrączkowej dla obserwatora na Ziemi będzie wynosił 7^m53,7^s, wielkość fazy maksymalnej $F = 0,9282$. W Polsce zaćmienie będzie niewidoczne.

26^d01^h59^m Gwiazda zmieniona δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2007].

26^d04^h Złączenie Jowisza z Księżykiem w odległości 0,7°.

27^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.

27^d05^h10^m Gwiazda zmieniona η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 6/2007].

27^d10^h Złączenie Merkurego z Marsem w odległości 4°.

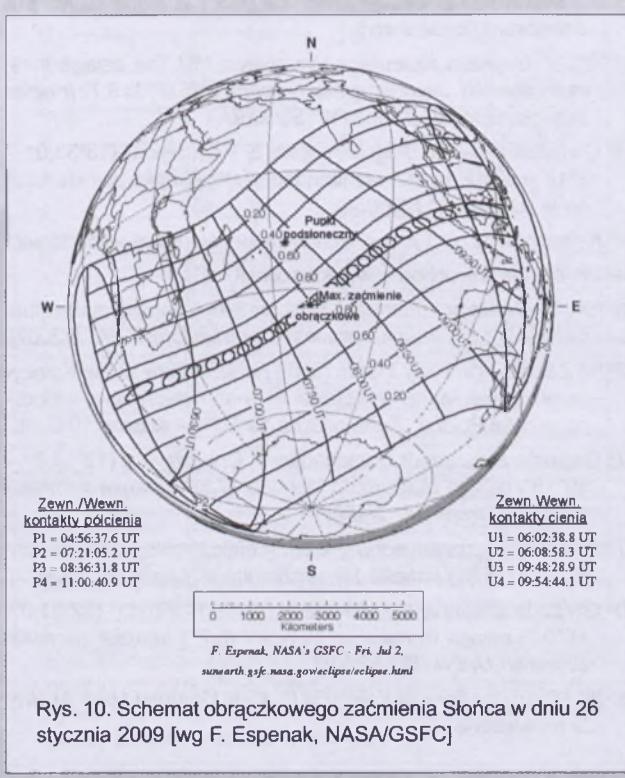
27^d18^h Złączenie Neptuna z Księżykiem w odległości 1°.

29^d19^h42^m Gwiazda zmieniona zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,7^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2006].

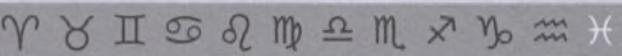
29^d23^h Złączenie Urana z Księżykiem w odległości 4°.

30^d09^h Złączenie Wenus z Księżykiem w odległości 2°.

31^d21^h04^m Gwiazda zmieniona zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,7^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2006].



Rys. 10. Schemat obrączkowego zaćmienia Słońca w dniu 26 stycznia 2009 [wg F. Espenak, NASA/GSFC]



Luty

Słońce

Dni stają się coraz dłuższe. Słońce wędruje po części ekliptyki położonej pod płaszczyzną równika niebieskiego, ale jego deklinacja wzrasta w ciągu miesiąca od -17° do -8° , w związku z czym dnia przybywa prawie o dwie godziny: w Warszawie 1 lutego Słońce wschodzi o $6^{\text{h}}17^{\text{m}}$, zachodzi o $15^{\text{h}}23^{\text{m}}$, a 28 lutego wschodzi o $5^{\text{h}}24^{\text{m}}$, zachodzi o $16^{\text{h}}14^{\text{m}}$. W lutym Słońce wstępuje w znak Ryb.

9 lutego wystąpi częściowe półcieniowe zaćmienie Księżyca, widoczne w Polsce.

Dane dla obserwatorów Słońca (na 0^h czasu UT)

Data	2009	P [°]	B ₀ [°]	L ₀ [°]
II	1	-12,22	-6,03	122,24
	3	-13,03	-6,17	95,91
	5	-13,82	-6,30	69,58
	7	-14,58	-6,42	43,25
	9	-15,33	-6,54	16,91
	11	-16,05	-6,65	350,58
	13	-16,76	-6,74	324,24
	15	-17,44	-6,83	297,90
	17	-18,10	-6,92	271,57
	19	-18,73	-6,99	245,23
	21	-19,34	-7,05	218,89
	23	-19,93	-7,11	192,55
	25	-20,50	-7,15	166,21
	27	-21,04	-7,19	139,87
III	1	-21,55	-7,22	113,53

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy:

B_0 , L_0 — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;

$10^{\text{d}}06^{\text{h}}49^{\text{m}}$ — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0.

Księżyca

Bezksiężycowe noce będącymy mieli pod koniec lutego, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: pierwsza kwadra $2^{\text{d}}23^{\text{h}}13^{\text{m}}$, pełnia $9^{\text{d}}14^{\text{h}}49^{\text{m}}$, ostatnia kwadra $16^{\text{d}}21^{\text{h}}37^{\text{m}}$ i nów $25^{\text{d}}01^{\text{h}}35^{\text{m}}$. W perygeum Księżyca znajdzie się $7^{\text{d}}20^{\text{h}}09^{\text{m}}$, a w apogeum $19^{\text{d}}17^{\text{h}}01^{\text{m}}$.

Planety, planety karłowate i planetoidy

W pierwszej połowie miesiąca, nad ranem, nisko nad południowo-wschodnim horyzontem można zaobserwować **Merkurego**, który 4 lutego, na początku świąt cywilnego, wznieśnie się na maksymalną wysokość niewiele przekraczającą 4° , co sprawi, że jego dostrzeżenie w blasku zorzy porannej będzie trudne, pomimo jasności równej 0.3^m .

Warunki wieczornej widzialności **Wenus** w porównaniu ze styczniem nie ulegają zmianie. Przez teleskop będzie można zobaczyć coraz większą tarczę planety, osiągającą pod koniec miesiąca prawie $50''$ przy fazie zaledwie 0,2.

Mars i Jowisz pozostają na niebie nadal w pobliżu Słońca i są niewidoczne.

Nadal w drugiej połowie nocy, w gwiazdozbiorze Lwa,

możemy obserwować **Saturna**, zbliżającego się do marcowej opozycji.

Uran i Neptun znajdują się na niebie w pobliżu Słońca i są niewidoczne.

Przez całą noc w gwiazdozbiorze Lwa znajdziemy planetę karłowatą (1) Ceres, osiągającą na początku miesiąca jasność 6,6^m: 10 II: 9^h15,0^m, +30°42'; 20 II: 8^h58,8^m, +31°41'; 2 III: 8^h44,9^m, +32°11'.

Planeta karłowata (134340) Pluton nadal wschodzi nad ranem niedługo przed wschodem Słońca i jest niewidoczna, ginąc w blasku zorzy porannej.

W lutym w pobliżu opozycji nie znajduje się żadna jasna planetoida.

Komety

W styczniu przez całą noc będzie można przy pomocy lornetek nadal obserwować kometę C/2007 N3 (Lulin), która 23 lutego powinna osiągnąć maksymalną jasność 6,0^m, świecąc na tle gwiazdozbioru Lwa, zaledwie 2° na południe od Saturna: 10 II: 14^h28,9^m, -13°57'; 6,8^m; 20 II: 12^h34,4^m, -3°18', 6,1^m; 2 III: 9^h33,6^m, +14°10', 6,4^m.

Należy pamiętać, że położenie komety, a zwłaszcza jej jasność, mogą się nieco różnić od przewidywanych.

Meteory

W dniach od 15 lutego do 10 marca promieniuja, należące do kompleksu Virginidów, δ Leonidy (DLE). Maksimum aktywności tego mało aktywnego roju przypada 25 lutego. Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Lwa i ma współrzędne rekt. $7^{\text{h}}00^{\text{m}}$, dekl. $+16^{\circ}$. Warunki obserwacji w tym roku są bardzo dobre, gdyż nie będzie w nich przeszkadzał znajdujący się w nowiu Księżyca.

三〇〇

- 1^d02^h Merkury nieruchomy w rektascensji.

1^d20^h Maksymalna libracja Księżyca ($9,3^{\circ}$) w kierunku krateru *Schockard* (zaciemiony).

2^d22^h25^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa HU Tau osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od $5,9^m$ do $6,7^m$ [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2006].

4^d Gwiazda zmienna długookresowa S Vir (miryda) ($13^h33,0^m$, $-7^{\circ}12'$) osiąga maksimum jasności ($7,0^m$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 6/2005].

4^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.

4^d06^h Wenus nieruchoma w rektascensji.

5^d19^h34^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,5^m$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2007].

6^d19^h Zakrycie gwiazdy ε Gem ($3,1^m$) przez ciemny brzeg Księżyca przed pełnią, na wysokości 61° nad horyzontem, widoczne w całej Poisce (Zielona Góra 19^h50^m — Krosno 19^h00^m).

7^d Gwiazda zmienna długookresowa R Crv (miryda) ($12^h19,6^m$, $-19^{\circ}15'$) osiąga maksimum jasności ($7,5^m$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 2/2007].

7^d16^h56^m Gwiazda zmienna ξ Gem (cefeida) osiąga maksimum jasności ($3,6^m$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 6/2007].

8^d Gwiazda zmienna długookresowa V Peg (miryda) ($22^h01,0^m$, $+6^{\circ}07'$) osiąga maksimum jasności ($8,7^m$) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 4/2005].

8^d06^h Minimalna libracja Księżyca ($1,4^{\circ}$) w kierunku *Mare Australe* (oświetlone).

- 9^d Częściowe półcieniowe zaćmienie Księżyca, widoczne w centralnej i wschodniej części Azji, Australii, na Alasce, wschodniej części Oceanu Indyjskiego i zachodniej części Oceanu Spokojnego; w zachodniej części Azji i Oceanu Indyjskiego, wschodniej Afryce oraz w Europie środkowej i wschodniej przy wschodzie Księżyca, oraz w środkowej i zachodniej części Ameryki Północnej i we wschodniej części Pacyfiku przy zachodzie Księżyca. Przebieg zaćmienia: początek zaćmienia półcieniowego: 12^h37^m, maksimum zaćmienia: 14^h38^m, koniec zaćmienia półcieniowego: 16^h40^m. Zaćmienie widoczne w Polsce przy wschodząącym Księżyca może być trudne doauważenia.

11^a04^h22^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2007].

11^d15^h Złączenie Saturna z Księżycem w odł. 6°.

11^d17^h Neptun w koniunkcji ze Słońcem.

11^d19^h54^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa Algol (β Per) osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 2,1^m do 3,4^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2007].

12^d Gwiazda zmienna długookresowa R Dra (miryda) (16^h32,6^m, +66°45') osiąga maksimum jasności (7,6^m).

12^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.

12^d03^h00^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa U Oph osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,9^m do 6,6^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 1/2008].

12^d20^h04^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,8^m do 6,6^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2006].

13^d21^h Merkury w maksymalnej elongacji zachodniej od Słońca w odległości 26°06'.

14^d Gwiazda zmienna długookresowa S Her (miryda) (16^h51,9^m, +14°57') osiąga maksimum jasności (7,6^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 2/2007].

14^d12^h Maksymalna libracja Księżyca (9,3°) w kierunku Mare Humboldtianum (zaciennione).

15^d Gwiazda zmienna długookresowa U Ori (miryda) (5^h55,9^m, +20°11') osiąga maksimum jasności (6,3^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 6/2004].

17^d16^h Złączenie Marsa z Jowiszem w odł. 0,5°.

17^d17^h53^m Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 6/2007].

17^d20^h33^m Gwiazda zmienna ζ Gem (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,6^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 6/2007].

17^d21^h16^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,8^m do 6,6^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2006].

18^d12^h47^m Słońce wstępuje w znak Ryb, jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 330°.

20^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.

21^d19^h Minimalna libracja Księżyca (2,3°) w kierunku Sinus Iridium (oświetlona).

21^d21^h56^m Gwiazda zmienna δ Cep (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2007].

22^d22^h Złączenie Merkurego z Księżycem w odł. 0,5°.

22^d22^h28^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga minimum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,8^m do 6,6^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2006].

23^d Gwiazda zmienna długookresowa V Cas (miryda) (23^h11,6^m, +59°42') osiąga maksimum jasności (7,9^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 4/2004].

23^d00^h Złączenie Jowisza z Księżycem w odł. 0,03°.

23^d06^h Złączenie Marsa z Księżycem w odł. 0,7°.

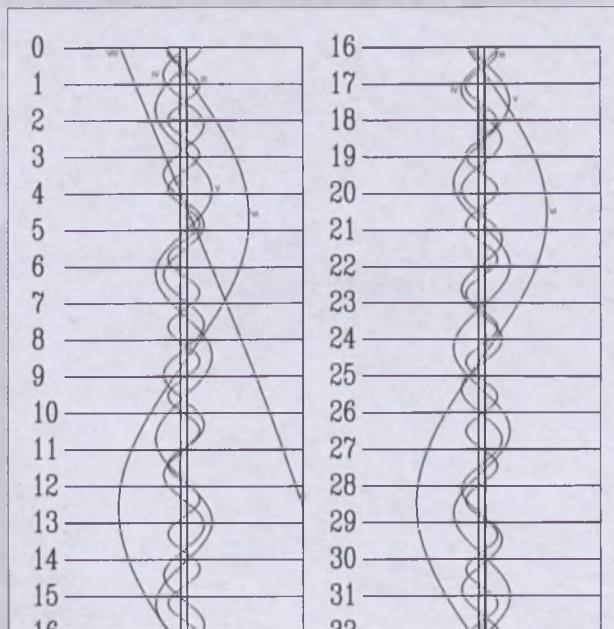
24^d02^h Złączenie Neptuna z Księżycem w odł. 1°.

24^d06^h Złączenie Merkurego z Jowiszem w odł. 0,6°.

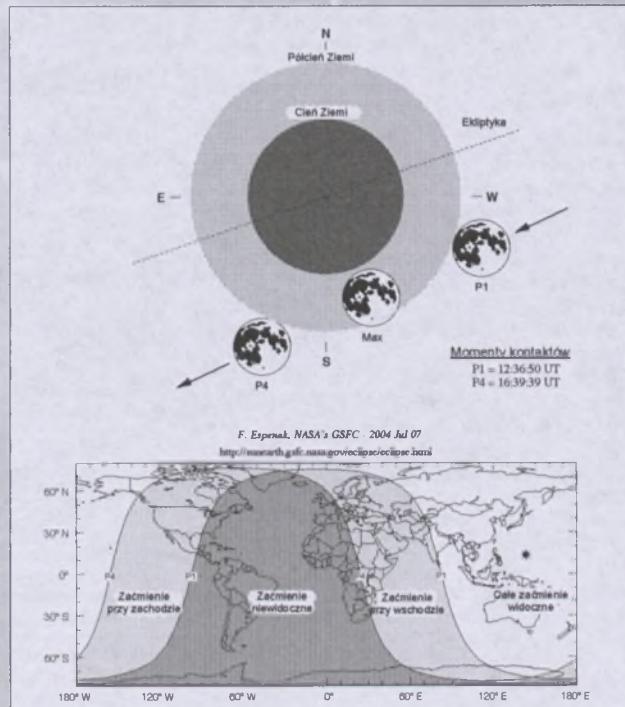
24^d22^h07^m Gwiazda zmienna η Aql (cefeida) osiąga maksimum jasności (3,5^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 6/2007].

26^d05^h Złączenie Urana z Księżycem w odł. 3°.

27^d23^h40^m Gwiazda zmienna zaćmieniowa WW Aur osiąga mini-



Rys. 11. Konfiguracja pięciu najjaśniejszych księżyco Satur- na w lutym 2009 (III — Tethys, IV — Dione, V — Rhea, VI — Tytan, VIII — Iapetus). Zachód na lewo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na prawo



Rys. 12. Schemat częściowego półcieniowego zaćmienia Księżyca w dniu 9 lutego 2009 [wg F. Espenak, NASA/GSFC]

mum jasności. Jasność gwiazdy spada od 5,8^m do 6,6^m [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 5/2006].

28^d Księżyca Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.

28^{00h} Złączenie Wenus z Księżykiem w odległości 2°.

28^{00h} 10^m Gwiazda zmienna ζ Gem (cefeidea) osiąga maksimum jasności (3,6^m) [mapka zamieszczona w „Uranii-PA” 6/2007].

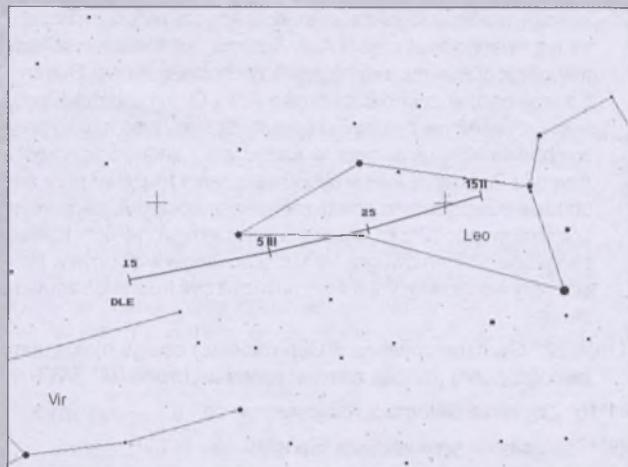
UWAGA: Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie uniwersalnym UT (Greenwich).

Aby otrzymać datę w obowiązującym w styczniu i lutym w Polsce „czasie zimowym”, należy dodać 1 godzinę.

Momenty złączeń planet z Księżykiem podane są dla współrzędnych Warszawy. Dla każdego złączenia podano momenty największego zbliżenia obiektów na niebie. Podane są **wszystkie** złączenia, nie tylko widoczne w Polsce.

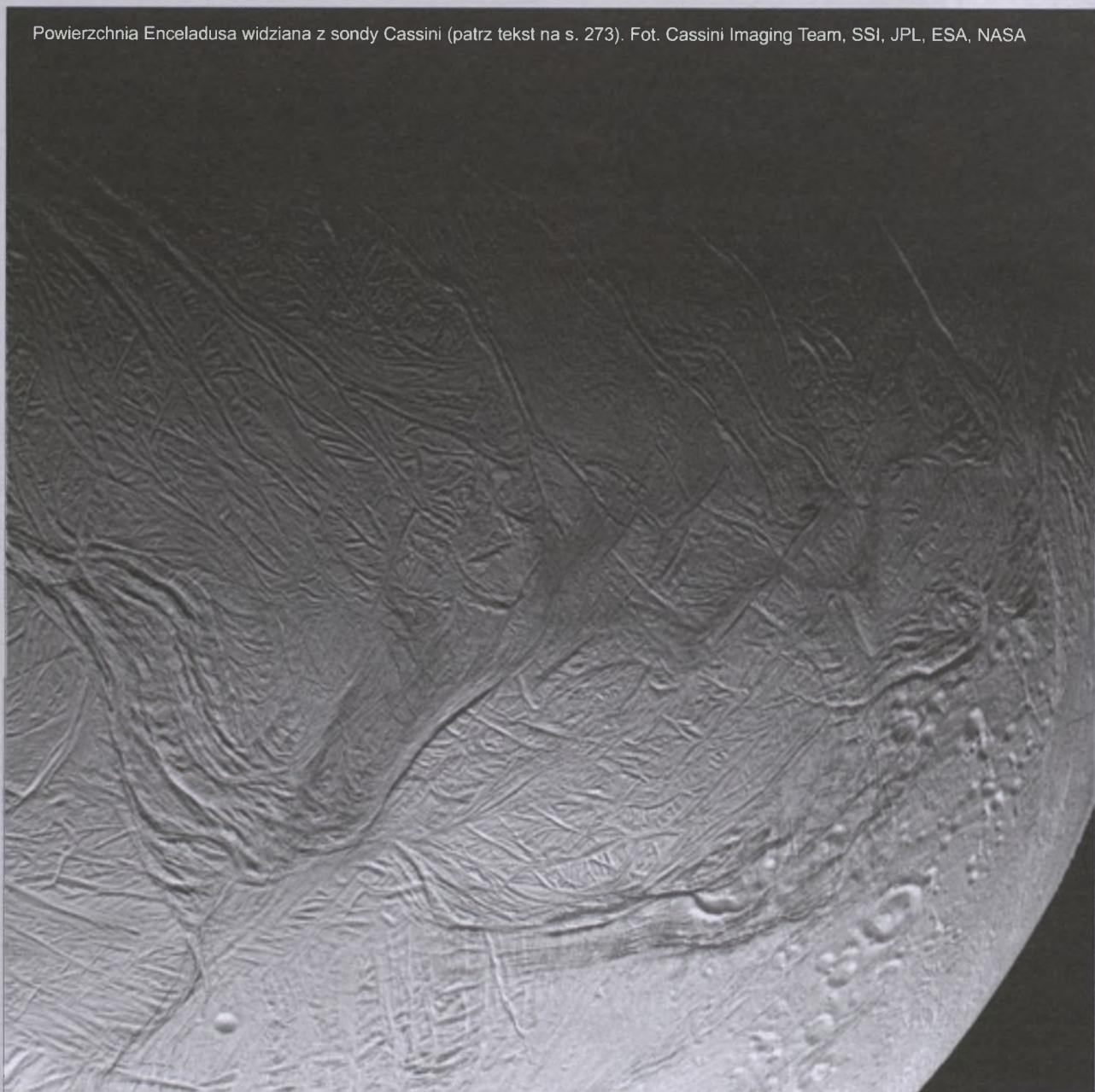
Współrzędne równikowe podane są dla Epoki 2000.0.

Opracował T. Ścieżor



Rys. 13. Położenie i ruch własny radiantu meteorowego delta-Leonidów (DLE) w okresie od 15 lutego do 15 marca

Powierzchnia Enceladusa widziana z sondy Cassini (patrz tekst na s. 273). Fot. Cassini Imaging Team, SSI, JPL, ESA, NASA



DOŁĄCZ DO GRONA ODKRYWCÓW Już czwarta supernowa została odkryta naszym teleskopem!



BRESSER

SERIA MESSIER - nowe ceny!!!

(Teleskopy na montażu paralaktycznym z najbogatszym wyposażeniem dodatkowym)

Refraktor R-90.....	999.00
Refraktor R-102.....	1899.00
Refraktor R-127L.....	2699.00
Refraktor R-127S.....	2899.00
Refraktor R-152.....	3499.00
Newton N-130.....	1099.00
Newton N-150.....	1699.00

ORION

SERIA SKYVIEW PRO

(Teleskopy na montażu paralaktycznym SkyView Pro z opcjonalnym napędem, GO-TO lub IntelliScope)

Refraktor 80mm ED APO.....	od 3350.00
Refraktor 100mm ED APO.....	od 5500.00
Refraktor 120mm ED APO.....	od 9250.00
Refraktor 120mm.....	od 3350.00
Maksutow 127mm.....	od 3350.00
Maksutow 150mm.....	od 4450.00
Maksutow 180mm.....	od 5999.00
Newton 203mm.....	od 3350.00



SOLIGOR

Digital • Photo • Optic • Video

LORNETKI

ASFENYCZNE

NIGHT VISION

7x50.....	485.00
10x50.....	495.00



OKULARY I SOCZEWKI BARLOWA

Plössl (4-40mm/1,25").....	od 95.00
RKE (26-40mm/2").....	od 195.00
Barlow 2x/1,25".....	95.00
Barlow 2x/2".....	299.00

Sky-Watcher

TELESKOPI - najniższe ceny!!!

Newton 114mm EQ2.....	595.00
Newton 130mm EQ2.....	695.00
Newton 150mm EQ3-2.....	1235.00
Dobson 8" Classic.....	1075.00
Dobson 8" Pyrex.....	1275.00



ANCARES

OKULARY I SOCZEWKI BARLOWA

Plössl (6-40mm/1,25").....	od 105.00
Ortoskop. (6-12,5mm/1,25").....	od 250.00
Erfia (30-52mm/2").....	od 315.00
Szerokątne (67°/5,7-25mm)....	od 299.00
Szerokątne (82°/7,5-18mm)....	od 499.00
Barlow 2x/1,25".....	105.00
Barlow 1,6x/2".....	350.00
Plössl podświetlany (10mm/1,25").....	525.00



FILTRY

ALP 1,25".....	199.00
ALP 2".....	350.00
ND 13 1,25" (szary).....	45.00
ND 13 2" (szary).....	105.00
Kolorowe 7 szt. 1,25".....	285.00
Kolorowe 7 szt. 2".....	475.00

NASADKI KĄTOWE

45° 1,25"/1,25"	105.00
90° 1,25"/1,25"	125.00
45° M42x1/1,25"	125.00
90° M42x1/1,25"	145.00
90° 2"/2" 98%	395.00
Prowadząca 90° 2"/T2 z podgl.	625.00



ASTROKRAK

TELESKOPI I AKCESORIA

Jesteśmy producentem wysokiej klasy teleskopów i akcesoriów astronomicznych. Wytwarzamy teleskopy o aperturze od 250 do 600mm. Zbudowaliśmy największy amatorski teleskop w Polsce! Ponadto oferujemy usługi projektowe, naprawcze i regulacyjne w zakresie optyki i mechaniki a także wykonujemy sprzęt na indywidualne zamówienie klienta.

F.P.U.H. ASTROKRAK, ul. Mogilska 51, 31-545 Kraków
 e-mail: astrokak@astrokak.pl - www.astrokak.pl
 tel.: (12) 413 55 26, fax: (12) 417 31 81
 sklep czynny: pon. - pt. 9-17, sob. 10-15

MEADE

NOWE CENY!!!

NOWOŚĆ!!! - SERIA LX200 GPS

(Teleskopy Ritchey-Chrétien na montażu widłowym z pełną automatyką naprowadzania GO-TO)

8" (203mm).....	13925.00
10" (254mm).....	18925.00
12" (305mm).....	23850.00
14" (356mm).....	35995.00
16" (406mm).....	69500.00



SERIA LDX-75

(Teleskopy na montażu paralaktycznym z systemem GO-TO)

5" (127mm refraktor).....	5075.00
6" (152mm refraktor).....	6095.00
6" (152mm Schmidt-Newton).....	5175.00
8" (203mm Schmidt-Newton).....	6125.00
8" (203mm Schmidt-Cassegrain).....	8325.00
10" (254mm Schmidt-Newton).....	6925.00

SERIA ETX

(Teleskopy Maksutowa na montażu widłowym z systemem GO-TO)

90PE (90mm).....	3889.00
105PE (105mm).....	4899.00
125PE (125mm).....	5995.00

SERIA LIGHTBRIDGE DeLuxe

(Teleskopy krotnicowe na montażu Dobsona)

Newton 203mm.....	2049.00
Newton 254mm.....	2699.00
Newton 305mm.....	4249.00
Newton 406mm.....	9999.00

Akcesoria MEADE

OKULARY Z SERII 5000

Plössl (60°/5,5-40mm).....	od 499.00
SWA (68°/16-40mm).....	od 899.00
UVVA (82°/4,7-30mm).....	od 1050.00

KAMERY CCD

(Z oprogramowaniem Autostar Suite)	
LP Imager.....	550.00
DS Imager.....	1525.00
DS Imager Pro.....	1950.00
Reduktor/korektor CCD f/3,5.....	799.00

LUMICON

OKULARY PODŚWIETLANE

(Z krzyżkiem nitk)

12,5mm ortoskop.....	585.00
25mm Kellner.....	275.00

FILTRY MGŁAWICOWE

Deep Sky 1,25".....	375.00
Deep Sky 2".....	730.00
Enhanced 2".....	695.00
UHC 1,25".....	375.00
LumiBrite 1,25" 98%.....	550.00
UHC 2".....	730.00
LumiBrite 2" 98%.....	875.00
OIII 1,25".....	375.00
OIII 2".....	730.00
H-Beta 1,25".....	375.00
H-Beta 2".....	730.00
Comet 1,25".....	375.00
Comet 2".....	730.00

MAPY I GLOBUSY

Obrotowa mapa nieba.....	8.00
Starry Night Pro+.....	1050.00
Karta Messiera.....	13.00
Starry Night Pro.....	650.00
Karta Caldwell.....	13.00
Starry Night Enh.....	335.00
Mapa Księżyca.....	13.00
CoolSky 2.0.....	39.00
Globus Księżyca.....	225.00
Maxim DL.....	1250.00
SkyMap Pro.....	375.00
SkyChart III.....	169.00
Desktop Universe.....	825.00
Sky Tools 2 CD.....	425.00

SKY PUBLISHING

WCYCIĄGI OKULAROWE

(Do refraktora, Newtona lub Cassegraina)	
Obrotowy 1,25".....	115.00
Przesuwny 1,25".....	195.00
Przesuwny 2".....	275.00

ZŁĄCZKI I REDUKCJE

M42/Canon EOS.....	49.00
M42/Nikon.....	49.00
M42/T2.....	45.00
1,25"/M42.....	35.00
2"/M42.....	45.00
M42/web kamera.....	45.00
L-adapter mały.....	20.00
L-adapter duży.....	25.00

Najlepszy cennik jest jedynie niewielkim fragmentem oferty. Sprawdź wszystkie nasze produkty na www.astrokak.pl

Ian Ridpath: Astronomia. Gwiazdozbiory-Planety-Instrumenty astronomiczne. Tłumaczenie i konsultacja — prof. Andrzej Sołtan. Wydawca Hachette Livre Polska sp. z o. o., Kolekcja „Wiedzy i Życia”, 300 s., Warszawa.

Niemal niezauważalnie pojawiła się piękna pozycja, jakby album astronomiczny, przełożona z oryginału pt. *DK Eyewitness Companion Guides — Astronomy* przez znanego profesora astronomii Andrzeja Sołtana z CAMK-u. Niestety, nie podano precyzyjnie roku wydania — 2007 czy 2008? Mniejsza z tym. Ważne jest to, iż książka jest interesująca i godna polecenia P.T. miłośnikom astronomii, nawet poczatkującym.

Po krótkim *Wprowadzeniu*, definiującym cel napisania tej książki, otwiera ją *Historia astronomii*. Jest ona przedstawiona wielce niekonwencjonalnie — od informacji o rozwoju astronomii i powstaniu astrofizyki, przez rozważania o naszym miejscu we Wszechświecie, opis misji... astronautycznych (od orbitalnych po międzyplanetarne), aż do przedstawienia prób zrozumienia przyrody gwiazd i kończąc uwagami na temat granic poznania. Przyznam, iż z takim ujęciem historii tej najstarszej nauki, wręcz królowej nauk, jeszcze się nie spotkałem.

Kolejna część — *Wszechświat* — została wprawdzie napisana nieklasycznie, ale też całkiem normalnie. Rozpoczyna ją rozdział pt. *Początki* opisujący strukturę (czyli budowę) Wszechświata, teorię Wielkiego Wybuchu (*Big Bang*), powstawanie pierwszych galaktyk i gwiazd, ekspansję *Uniwersum*. Zamykają ten rozdział rozważania o przyszłości Wszechświata.

Następny rozdział — pn. *Obiekty i zjawiska* — jest poświęcony klasyfikacji gwiazd oraz ich życiu (ewolucji), opisuje układy i gromady gwiazd, gwiazdy zmienne, a następnie — nie wiadomo, dlaczego właśnie w takiej kolejności — autor przedstawia galaktyki, by od razu przejść do nader intrugującego problemu planet odległych gwiazd.

Rozdział zatytułowany *Układ Słoneczny* rozumie się sam przez siebie. Oznajmując słoneczną rodzinę, autor podaje

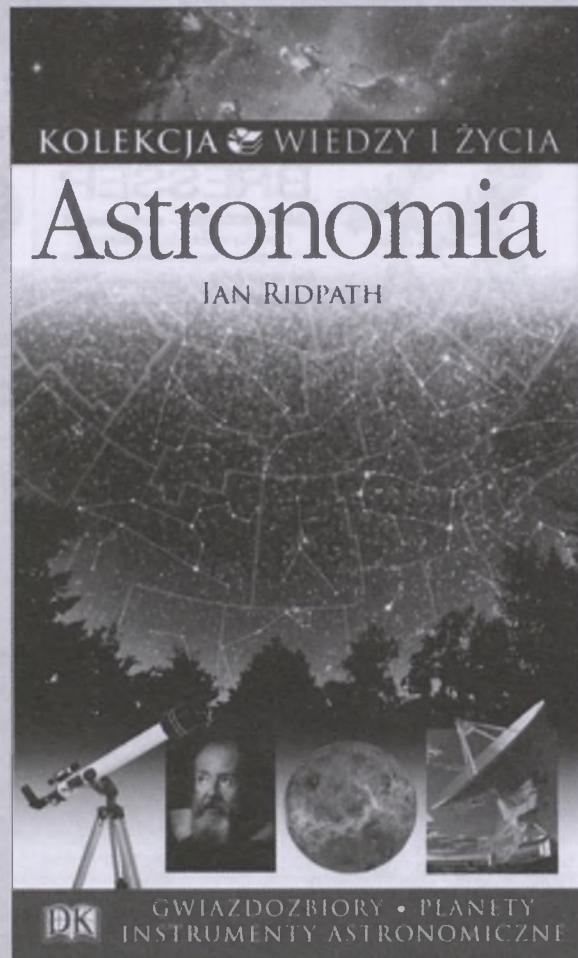
niemal wszystkie najnowsze dane o niej: np. liczbę satelitów planet (około 160), „degradację” Plutona do obiektu Pasa Kuipera i oczywiście najważniejsze wyniki misji astronautycznych do roku 2006. Nie zabrakło również informacji o kometach, meteoroidach, planetoidach i meteorytach jako o drobnych, chociaż licznych, ciałach naszego Układu.

Trzecia i ostatnia część — *Nocne niebo* — składa się z czterech rozdziałów. Pierwszy, pt. *Obserwacje*, jest, jak się wydaje, oczywisty, zawierając informacje o orientacji na sferze niebieskiej, porady praktyczne dla obserwatora miłośnika, a także informacje o instrumentach optycznych: od najprostszych (jak lornetka) po różnego rodzaju teleskopy amatorskie. Oddziennie zostały opisane metody astrofotografii wraz z najnowszymi, cyfrowymi, stosującymi odbiorniki CCD.

Rozdział drugi — *Gwiazdozbiory* — podaje nazewnictwo gwiazd, zawiera mapy nieba, po czym prezentuje wszystkie 88 gwiazdozbiorów, jednak nie w porządku alfabetycznym, lecz mniej więcej zgodnie z położeniem na sferze niebieskiej: od bieguna północnego do południowego. Informacja o gwiazdozbiorach jest standardowa, jak w różnego typu poradnikach, oprócz tego zawiera dane o interesujących obiektach.

Rozdział trzeci to tzw. *Przewodnik po niebie*, czyli zestaw jakby map obrotowych na każdy miesiąc — oddzielnie dla szerokości północnych, oddzielnie dla południowych, wraz z instrukcją, jak z nich korzystać.

Ostatni rozdział to *Almanach*, czyli kalendarz astronomiczny na lata 2006–2015, dotyczący wyłącznie obiektów i zjawisk w Układzie Słonecznym.



Zamyka tę pozycję *Słowniczek*. I oczywiście nie zabrakło też Indeksu, co jest szczególnie cenne podczas posługiwania się takim, w gruncie rzeczy, poradnikiem astronomicznym.

P.T. Czytelnicy zechcą mi wybaczyć, iż tak formalnie i schematycznie potraktowałem część opisową, ale *clou* tej książki to liczne, w znakomitej większości barwne zdjęcia oraz ilustracje wraz z ich dość obszernymi opisami. Występują one na każdej stronicy (aż do rozdziału *Przewodnik po niebie*), przeciętnie od trzech do pięciu, znakomicie obrazując zasadniczy tekst. Oprócz tego są zamieszczone w ramkach (i na innym tle) informacje o szczególnych obiektach bądź zjawiskach, a także o wybitnych astronomach, np. „Czym jest ciemna materia”, „Supernowe i kosmologia”, Arthur Eddington itd.

Podsumowując, można zatem stwierdzić, iż ta niezwykła pozycja stanowi swoją kontaminacją poradnika z albumem.

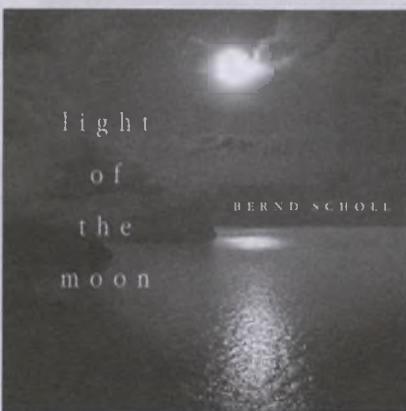
T. Zbigniew Dworak

Zasłuchany w światło Księżyca

Na początku ze wstydem przyznaję, że swój poprzedni felieton zakończyłem słowami zacytowanymi z pamięci i przypisanymi niesłusznie francuskiemu kompozytorowi impresjonistycie Claude'owi Debussy'emu, podczas gdy faktycznie powinny brzmieć one tak: *Od muzyki piękniejsza jest tylko cisza*. Jak słusznie zwróciła mi uwagę koleżanka z pracy (czytająca te teksty), autorem owych słów jest Paul Claudel — owszem, też Francuz, lecz poeta i dramaturg, nad dodatek symbolista. Na swoje usprawiedliwienie nie mam nic. No, może tylko to, że w okresie studiów w Toruniu, gdy odkryłem zasoby muzyczne Biblioteki Uniwersyteckiej na Bielanach, potrafiłem godzinami siedzieć zamknięty w kabinie ze stertą winylowych płyt (kompakty dopiero wchodziły na rynek) przy gramofonie z ciężkimi słuchawkami na uszach i podczas jednej z takich sesji wsłuchiwałem się we wszystkie, jakie znalazłem w zasobach biblioteki, wykonania utworów Debussy'ego „Zatopiona katedra” i „Światło księżyca”. Może stąd to kojarzenie tegoż kompozytora z pięknem ciszy.

Pewne natomiast jest, że zakodowany głęboko sentyment do tego ostatniego tytułu sprawił, iż zakupiłem ostatnio na Allegro płytę „Light Of The Moon” Bernarda Scholla z 1997 roku. Ten ósmy z kolej album niemieckiego kompozytora i multiinstrumentalisty utrzymany jest w transowo-etnicznych

rytmach otoczonych ambientowymi dźwiękami i odgłosami natury, jednak dzięki talentowi wykonawcy przenosi słuchacza w sferę doznań typowych dla kontemplacji nocy z rozgwieżdżonym niebem rozświetlonym srebrzystym blaskiem pełnego Księżyca. Jak mówi sam autor: *Książyc jeszcze nie ujawnił ludzkości wszystkich swoich tajemnic, ale wiemy, że życie na Ziemi jest na wiele sposobów zdefiniowane przezeń... jego cykle definiują rytm natury: urodzajności, wzrostu, regeneracji, fazy aktywne i bierne, a światło Księżyca, towarzysząc nam przez cały rok, pozwala uwalniać ogromne moce.*



Nie wiem, na ile była to zasłyszana czy przeczytana wiedza, a na ile intuicja artysty, ale przez ostatnie lata uczeni mocno utwierdzili nas w przekonaniu o wielkim znaczeniu Księżyca dla tworzenia na Ziemi warunków do za-

istnienia i rozwoju życia. Ponoć właśnie dzięki wydarzeniu towarzyszącemu narodzinom naszego naturalnego satelity (zderzenie z planetką wielkości Marsa około 4 mld lat temu) zawdzięczamy utworzenie sporego, żelaznikowego jądra odpowiedzialnego za wytwarzanie silnego pola magnetycznego, a więc i magnetycznego płaszcza chroniącego nasze organizmy przez zabójczym promieniowaniem z Kosmosu oraz powstanie takiej a nie innej atmosfery redukującej. Stabilizacyjne oddziaływanie grawitacyjne masywnego satelity na kąt osi obrotu naszej planety również jest nie do przecenienia. Ponoć zmiana tego kąta dosłownie o jeden stopień przed kilkoma tysiącami lat spowodowała zamianę kwitnącej wcześniej Sahary w pustynię. Niektórzy uważają, iż Mars dla tego właśnie nie miał szans na długofalowy rozwój życia, gdyż takiej stabilizacji jest pozbawiony i jego oś może wachać się aż o 10° w stosunku do obecnego nachylenia. Według najnowszych teorii Mars przechodził z tego właśnie powodu bardzo gwałtowne epoki lodowcowe i stąd obecność pod jego piaskami lodu starych czap lodowcowych.

O wpływie księżycowego oddziaływania na kondycję *psyche* można by wiele pisać, ale to już zbyt grząski grunt, jak na profil naszego dwumiesięcznika, więc kończę to pisanie i wracam do muzyki...

Jacek Drążkowski

INFORMACJE O PRENUMERACIE URANII-PA

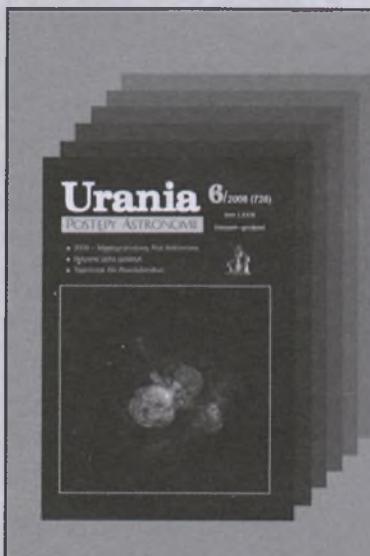
Prenumerata na rok 2009 (6 zeszytów) kosztuje 54 zł. Cena pojedynczego zeszytu 10,90 zł. Wpłaty prosimy kierować na konto:

Polskie Towarzystwo Astronomiczne
Bank Millennium S.A. o/Toruń
Nr 44 11602202000000055305241

Wszelkich informacji o prenumeracie i zakupie numerów archiwalnych „Postępów Astronomii” i „Uranii-PA” udziela:

Karolina Zawada
Centrum Astronomii UMK
ul. Gagarina 11, 87-100 Toruń

E-mail: urania@astri.uni.torun.pl
tel/fax (0-56) 611 30 14 / 611 30 08

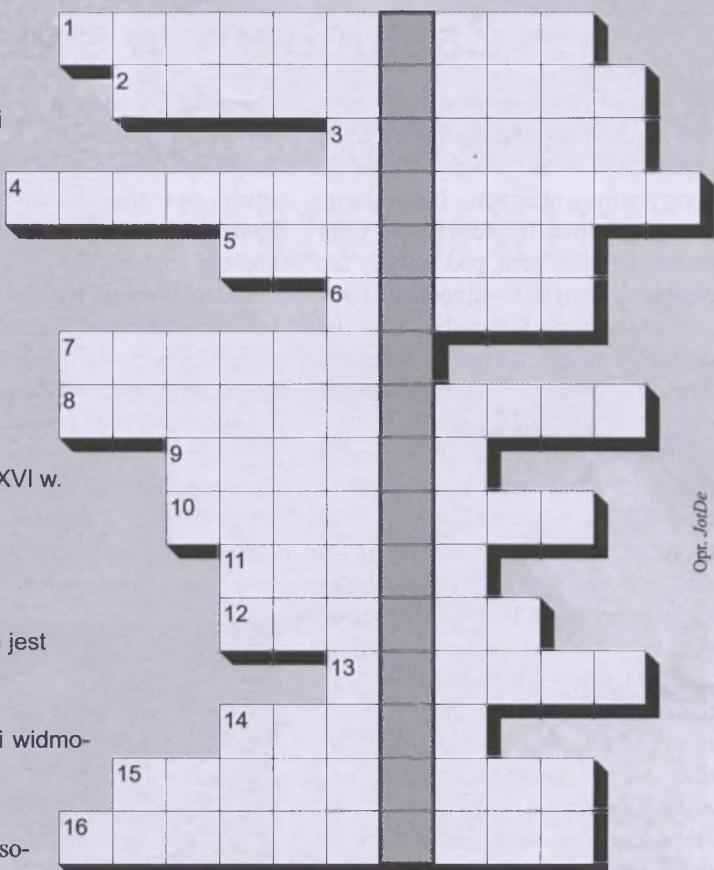


W „Uranii-PA” nr 4/2008 zamieściliśmy krzyżówkę, której rozwiązaniem jest hasło MIGRACJA PLANET. Nagrody książkowe wylosowali Lech Barski ze Szczecina i Jan Dłużewski z Warszawy. Nagrody wyślemy pocztą.

A oto hasła pomocnicze do rozwiązania nowej krzyżówki:

1. Nie mylić z astronomią!
2. Miasto pierwszego wydania *De Revolutionibus*
3. Tam miał dr Jędrzejewicz swoje obserwatorium
4. Zajmuje się wpływem Wszechświata na Ziemię
5. Jeden z tegorocznych laureatów Nagrody Nobla z fizyki
6. Jego analizą zajmuje się spektroskopia
7. Wiedeński lekarz i matematyk, autor efemeryd z XVI w.
8. Najbardziej znane dzieło J. W. Jędrzejewicza
9. Piąta nazwana planeta karłowata
10. Miasto z kultowym już planetarium
11. Może być aktywne
12. Wygląda jak gwiazda, lecz zdecydowanie nią nie jest
13. Gwiazdozbiór Łabędzia
14. Biskup, serdeczny przyjaciel Kopernika
15. Od blazarów odróżnia je mniejsze natężenie linii widmowych
16. Autor *Almagestu*

Na rozwiązania czekamy do końca stycznia 2009 r. Osoby nie będące prenumeratorem „Uranii-PA” muszą dołączyć do rozwiązania kupon umieszczony w lewym górnym rogu tej strony. Prenumeratorzy mogą przesyłać rozwiązania drogą elektroniczną. Wśród autorów poprawnych odpowiedzi rozlosujemy nagrody książkowe.



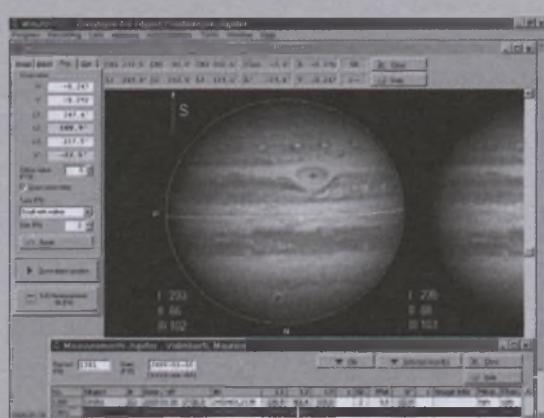
Słowa kluczowe do rozwiązania krzyżówki zamieszczonej w „Uranii-PA” 4/2008: 1. FOTOMETRIA, 2. BANACHIEWICZ, 3. ASTROGRID, 4. TERESKOŁ, 5. KANADA, 6. ROCHA, 7. ŁAJKA, 8. PLANCK, 9. DOPPLERA, 10. ECHELLE, 11. SYMULACJE, 12. DRAKONIDY, 13. SEYFERTA, 14. STRUNY.

Ciekawe strony internetowe...



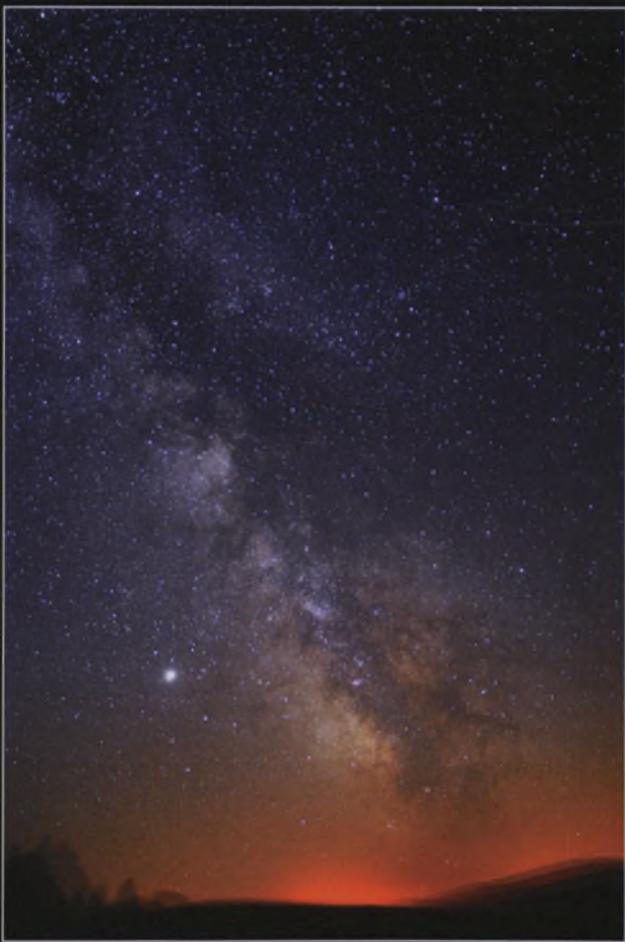
Dziś proponuję niezbyt odległą wyprawę za naszą zachodnią granicę — do Niemiec. Na stronie <http://jupos.org> znajdziemy informacje oraz oprogramowanie (niestety znowu pracujące tylko pod systemem MS Windows) związane z wyznaczaniem pozycji obiektów na tarczy Jowisza.

W przeglądarkach z zablokowanym przekierowaniem strony pod inny adres trzeba pozwolić na połączenie się z właściwym adresem — aktualnie ma on postać <http://jupos.privat.t-online.de/index.htm>. Program służy do redukcji amatorskich zdjęć/obrazów Jowisza uzyskanych zarówno klasycznymi metodami fotograficznymi, jak i z pomocą kamer CCD czy nawet prostych kamer internetowych. Tworzona jest baza danych zawierająca mierzone pozycje, z których można wyznaczać dryf struktur w szerokości i długości czy wręcz liniowe prędkości odpowiadające prędkościom wiatrów. Czas ekspozycji dla Jowisza nie może przekraczać dwóch minut, dłuższe czasy rozmywają mierzone struktury na tyle, że wpływa to na dokładność pomiaru. Dotychczas przy pomocy programu wyznaczono od roku 1998 ponad 350 000 pozycji.



Aktualna wersja programu pozwala również na pomiary na tarczach innych planet, jak i Księżyca oraz Słońca. Głównymi animatorami przedsięwzięcia są Hans-Joerg Mettig i Grischa Hahn, ale w obserwacjach struktur w atmosferze Jowisza uczestniczyło już około 180 osób.

(rs)



Ostatnio, wraz z Kolegą Jackiem Adamikiem wybrałem się w plener pod ciemne niebo, dokładnie na Przełęcz Szkłarską (600 m. n.p.m., Beskid Niski), by w ciszy daleko od miejskich światel podziwiać i fotografować barokowe piękno Drogi Mlecznej. Oto ujęcie z tego pleneru, gościnnie z Jowiszem. Parametry: 2008.07.27 22:33-22:59 CWE. Obiektyw Nikkor 18-70DX, (18 mm, f3,5) + Nikon D300. Exp. 4x120 s. ISO 2000.

Mariusz Świętnicki



Pragnę podzielić się astrofotografiemi, jakie ostatnio wykonałem. Tym razem to messierowska klasyka letniego nieba, czyli gromada kulista M 13 (wyżej) i mgławica planetarna M 27 „Handle” (niżej, po lewej). Parametry M 13 to: 2008.07.02. 22:46–22:56 CWE. Reflektor Newtona 250/1520 + Nikon D300, w ognisku głównym teleskopu. Exp. 3x60 s. ISO2000. Zdjęcie wykonane wspólnie z Alicją Waliszko. Parametry M-27: 2008.07.03. 00:12– 00:35CWE. Reflektor Newtona 250/1520 + Nikon D300, w ognisku głównym teleskopu. Exp. 4x60 s, 2x120 s. ISO2000. Szkoda tylko, że takie warunki pogodowe zdarzają się tak rzadko w naszej strefie klimatycznej.

Mariusz Świętnicki



Wschód bardzo „starego” Księzycu nad Kcynią sfotografowany przez pana Marka Nikodema dokładnie na 24 godz i 56 min przed nowiem 2 lipca 2008 r. o godz. 3.23. Obiektyw Sigma 500 mm, iso 200, eksp.1,0 s

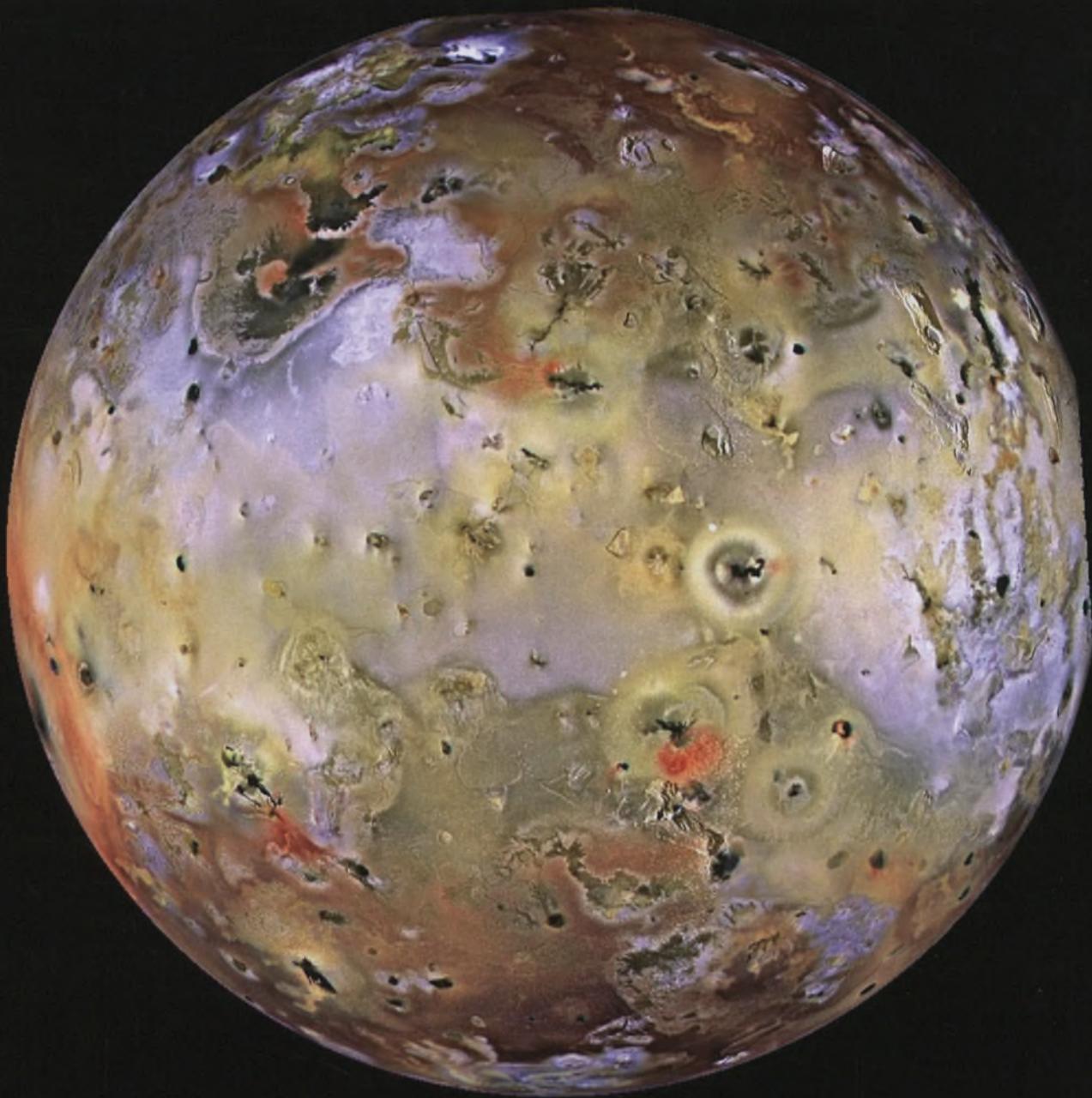
Biblioteka Główna UMK



300044497682

ISSN 0032-5414

Powierzchnia Io w budowie



Fot. Galileo Project, JPL, NASA

Niczym centrum niejednego rozwijającego się miasta czy droga, którą dojezdżamy do pracy, powierzchnia Io jest w stanie ciągłej budowy. Ten księżyc Jowisza wciąż utrzymuje status najbardziej aktywnego wulkanicznie ciała Układu Słonecznego — jego dziwacznie wyglądająca powierzchnia ciągle jest formowana i przekształcana przez strumienie lawy. Wygenerowany na podstawie uzyskanych przez NASA w 1996 r. danych ze statku kosmicznego Galileusz, powyższy obraz wysokiej rozdzielczości koncentruje się na tej stronie Io, która jest zawsze odwrócona od Jowisza. Został on komputerowo poprawiony, aby podkreślić zewnętrzną jasność Io i zróżnicowanie barw, ujawniając szczegóły o rozmiarach 1,5 morskiej (prawie 2,8 km). Brak kraterów uderzeniowych sugeruje, że całą powierzchnię dużo szybciej przykrywają nowe produkty wulkaniczne niż tworzą się kratery. Co napędza tę wulkaniczną fabrykę? Prawdopodobnym źródłem energii są pływy spowodowane przez grawitacyjne oddziaływanie Jowisza i pozostałych księżyców galileuszowych, z którymi Io okrąża tego masywnego, gazowego olbrzyma. Pływy powodują ogrzewanie wnętrza Io, a w efekcie generują obserwowane wulkaniczne erupcje związków siarki.