

Wywiad z profesorem Pawłem Moskaliem



# Do Lema mrugają gwiazdy

Jakub Ostrowski (2)

**Academia:** Jest 21 listopada 2013 roku, ważny dzień dla polskiej astronomii....

**Paweł Moskalik:** Tak. Dokładnie o 8:10:11 czasu polskiego z bazy Jasny na południowym Uralu wystartowała rakieta Dniepr, która wyniosła na orbitę okołozemską pierwszego polskiego satelitę naukowego BRITE-PL „Lem”. BRITE to nazwa całej konstelacji satelitów. W sumie będzie ich sześć – dwa polskie, dwa austriackie (już są na orbicie) i dwa kanadyjskie. Jak być może ktoś zauważył – mamy tu trzy kraje, których flagi są białoczerwone! (śmiej).  
To oczywiście przypadek. My weszliśmy do projektu dlatego, że mamy naszych ludzi w Kanadzie – profesor Sławomir Ruciński pracuje tam od wielu lat. Dzięki niemu wcześniej zaangażowaliśmy się w projekt i mogliśmy się postarać o pieniądze na sfinansowanie polskich satelitów.

**Czy może pan już odetchnąć?**

Nie, to wciąż początek. Trzeba wszystko przetestować, uruchomić, dokonać kalibracji – musimy wiedzieć, jakie dokładnie właściwości ma ten teleskop. On oczywiście został wykalibrowany na Ziemi przed startem, ale sprzęt na orbicie nigdy nie ma dokładnie takich samych właściwości jak w laboratorium na Ziemi. Dopiero później zacznie się zbieranie danych naukowych. Na razie „Lem” odtoczył się w planowanym czasie od rakiety i nawiązaliśmy z nim kontakt, więc wszystko idzie zgodnie z planem.

**Gdzie jest teraz?**

Krąży po prawie biegunowej orbicie wokółziemskiej. Jej nachylenie wynosi 98 stopni, wysokość około 700 km. Okres orbitalny, czyli czas jednego pełnego obiegu wokół Ziemi, wynosi 99 i pół minuty. Ale nie w każdym przelocie „Lem” jest widoczny z Polski. Mówię oczywiście o widoczności radiowej, bo gołym okiem w ogóle nie da się go zobaczyć – jest za mały.

**Łączność z nim nawiązaliście po paru godzinach.**

On nadawał od razu, tylko musieliśmy poczekać, aż będzie leciał nad Polską i wtedy spróbować się z nim skontaktować. Udało

się, a wcale nie mieliśmy gwarancji, że tak będzie. To ważny etap, bo zyskujemy potwierdzenie, że nie mamy 6 kg złomu, tylko działający sprzęt na orbicie. Niestety, czasem się zdarza, że rakieta działa dobrze, a później satelita się nie odzywa i nie wiadomo, co się dzieje. A co komu z satelity, z którym nie ma łączności...

**To projekt, który angażował wiele osób.**

Tak, ten satelita był budowany przez ponad 1,5 roku, później trochę czekał na start. Było w to zaangażowanych bardzo dużo ludzi. Ja czekam na dane. Bo ja jestem astrofizykiem, nie inżynierem. Ale dla inżynierów to jest ich dziecko, oni wypieścili tego satelitę, dla nich to bardzo ekscytujący moment.

**Jakie zadanie ma przed sobą „Lem”?**

Za parę miesięcy zajmie się fotometrią, czyli zacznie mierzyć jasność gwiazd. Gwiazdy widziane z Ziemi wydają się mrugać. Nie jest to efekt zmiany jasności samych gwiazd, tylko turbulencji w ziemskiej atmosferze. Jednak niektóre gwiazdy wykazują drgania własne i zmieniają jasność, niekiedy w dużym stopniu – 10-krotnie, a nawet 100-krotnie, choć to rzadkość. Większość zmienia jasność na poziomie ułamka procenta. I te właśnie chcemy obserwować.

**Dlaczego?**

Zmiany jasności wynikają z tego, że gwiazda oscyluje, czyli drga. Wiemy, że każdy przedmiot ma własne tony drgań – skrzypce na przykład nie będą brzmiały tak samo jak kontrabas, bo są inaczej skonstruowane. W częstotliwości oscylacji drgań zawarta jest informacja o strukturze wewnętrznej obiektu. To samo dotyczy gwiazd. Wiemy z grubsza, jak są zbudowane, bo obserwujemy ich promieniowanie. Tyle że ono powstaje na powierzchni, więc siłą rzeczy nie niesie informacji o strukturze wewnętrznej. Żeby sondować wnętrza gwiazd – np. prześledzić syntezę pierwiastków jądrowych odbywającą się w ich głębi – musimy obserwować oscylacje. Matematycznie to technika podobna do stosowanych w sejsmologii. Sejsmolog w czasie trzęsienia Ziemi sprawdza, jak drga skorupa, i analizując te drgania,

## Wywiad z profesorem Pawłem Moskalikiem

wyciąga wnioski na temat struktur w głębi planety.

Oczywiście BRITE nie jest pierwszym urządzeniem umożliwiającym takie badania. Poza nim istnieją trzy satelity wykonujące fotometrię, ale zajmują się gwiazdami bardzo słabymi. My zaś dzięki „Lemowi” będziemy robić fotometrię gwiazd najjaśniejszych.

### Czy tych badań nie można zrobić z Ziemi?

Można, ale nie da się osiągnąć dostatecznie dużej dokładności. Powodem jest znowu atmosfera. Drgania, które powodują migotanie gwiazd, pogarszają jakość obserwacji. Poza tym z Ziemi nie jesteśmy w stanie pewnych rzeczy zobaczyć. Cztery lata temu został uruchomiony kosmiczny teleskop Keplera. Jego celem było szukanie planet pozaziemskich. Ale przy okazji Kepler zrobił również fotometrię 100 tysięcy gwiazd w niewielkim obszarze nieba w konstelacji Łabędzia. I w ciągu miesiąca znalazł pewien bardzo ciekawy efekt w gwiazdach typu RR Lutni. Z Ziemi obserwowano te gwiazdy od 100 lat, a jednak tego efektu nie odkryto! Kepler to zrobił, bo był poza atmosferą i mógł działać w sposób ciągły. Na Ziemi, pracując w jednym miejscu, w dzień obserwacje musimy przerywać. Teleskopy umieszczone w kosmosie pozwalają uniknąć przerw. Pojedynczy satelita BRITE nie miałby takich możliwości – jest na niskiej orbicie i co jakiś czas Ziemia mu przeszkadza. Ale BRITE będzie konstelacją sześciu satelitów. Ich połączone siły dadzą nam szansę na prawie ciągłą obserwację jednego obiektu.

### Wracając do teleskopu Keplera...

Kepler jest nie nasz. To amerykański projekt, który kosztował 600 milionów dolarów. Olbrzymia maszyna. Dane z Keplera są publicznie dostępne, od kilku lat z nimi pracuję. Jeśli ktoś wie, co z nimi zrobić, może sporo znaleźć. BRITE oczywiście nie zrobi tego co Kepler. Każdy z nich ma swoją niszę. Ale i Kepler nie będzie mógł badać tych gwiazd, które my będziemy mogli obserwować za pomocą BRITE, bo są dla niego zbyt jasne. Po prostu detektor by się spalił.

### Brał pan też udział w obserwacjach Teleskopu Globalnego...

Tak, przez wiele lat. Whole Earth Telescope Project jest całkowiec naziemny. Został wymyślony przez ludzi obserwujących pulsujące białe karty – bardzo stare gwiazdy, które już zakończyły swoje życie. Został po nich tylko żużel: jądro tlenowo-węglowe, które stanowi 99% gwiazdy. A na jądrze jest cieniutka otoczka złożona z wodoru, helu i odrobiny cięższych pierwiastków. Ona właśnie może pulsować. Dzięki jej oscylacjom dowiadujemy się, jaka jest struktura wewnętrzna białych kartów i zbieramy cenne informacje o wcześniejszej ewolucji gwiazd. To jest badanie całego procesu życia gwiazdy, poprzez analizę, że tak powiem, zwłok, które po niej zostały. Ale jest problem: białe karty pulsują bardzo szybko. Dziury w danych, spowodowane tym, że noc trwa kilka godzin, później następuje dzień i tak dalej, straszliwie psuły analizę. Potrzebne były obserwacje ciągłe. Można je robić z orbity wokółsłonecznej, tak jak Kepler, ale wymyślono inny system, znacznie tańszy. Różne grupy badawcze dogadały się ze sobą, że będą koordynowały swoje obserwacje. Została zorganizowana kampania, w której uczestniczyło początkowo 5, a dzisiaj już 14 teleskopów. Chodzi o to, żeby teleskopy były rozmieszczone na różnych długościach geograficznych. Gdy w Ameryce robi się dzień, gdzie indziej jest noc i można działać.

### Spójrzmy jeszcze głębiej w kosmos.

#### Jest tam życie czy go nie ma?

Też chciałbym wiedzieć. Na Księżycu i na Marsie na pewno była woda, a prawdopodobnie trochę jest nadal. A woda jest przecież niezbędnym warunkiem istnienia życia takiego, jakie znamy. Tyle że niewystarczającym. Z drugiej strony są być może takie byty, które nam nawet do głowy nie przyszły. Poza tym, skoro powstało życie na Ziemi, to mogło powstać gdzie indziej. Ale od wiedzy, że coś jest możliwe, do wiedzy, że coś się naprawdę wydarzyło, droga jest daleka. Tak czy inaczej na razie nie znaleźliśmy żadnych form życia w Układzie Słonecznym. A poza Układem Słonecznym nawet nie wiemy, jak szukać.

### Był program SETI, który nasłuchiwał sygnałów z kosmosu.

Z tego, co wiem, niczego nigdy nie usłyszał.

### Czy zatem warto go kontynuować?

Oczywiście. On być może nigdy nie znajdzie życia, ale zbiera bardzo wartościowe dane astrofizyczne, a mianowicie obserwacje radioastronomiczne różnych źródeł – przecież w falach radiowych obiekty też świecą! W tej chwili obserwujemy kosmos we wszystkich długościach fal elektromagnetycznych. Każda z nich niesie jakąś informację, która jest komplementarna do informacji w innym zakresie długości fal. Im więcej mamy zakresów, tym więcej możemy się dowiedzieć.

Tu jest podstawowy problem: jak pojąć, że dany sygnał jest naturalny, a nie sztuczny? Nie wiem, czy ktoś zna odpowiedź na to pytanie. Trzeba pamiętać, że my cały czas patrzymy przez jedyny nam dostępny, czyli ludzki pryzmat. Potrafimy pewnie znaleźć życie zachowujące się tak, jak my myślimy, że powinno się zachowywać. A jeśli ono jest zupełnie inne, to co wtedy?

### W takim razie czy próby wysyłania w przestrzeń informacji o naszej cywilizacji mają w ogóle jakiś sens?

Trudno powiedzieć. Te listy w próbnikach podróżujących poza Układ Słoneczny jeszcze nigdzie nie dotarły. Najdalej znajduje się Voyager 1 – właśnie przekroczył granicę słonecznego pola magnetycznego, a nie Układu Słonecznego, jak się często mówi. To w dalszym ciągu nie jest daleko. Jest w odległości takiej, że światło od niego leci do Ziemi przez kilka godzin. Od najbliższej gwiazdy światło leci ponad 4 lata. Więc z punktu widzenia przekazywania informacji Voyager nigdzie nie doleciał. Sygnały radiowe, które wysłaliśmy do innych ewentualnych cywilizacji, dopiero za parę lat dotrą do jakichś gwiazd. Jeżeli ktoś tam w ogóle będzie słuchał i chciał odpowiedzieć, miną kolejne lata. Odległości w kosmosie są olbrzymie. Fale radiowe się rozchodzą tak jak światło, „zaledwie” 300 tysięcy km na sekundę. To oznacza, że do gwiazd podróżują lata – dziesiątki, a do najbar-



Dane techniczne satelity BRITE-PL „Lem”:  
rozmiar – 20x20x20 cm  
masa – 6,0 kg  
moc elektryczna baterii słonecznych – 5,4 W-10 W (!)  
pojemność akumulatora – 5.3 Ah  
pojemność pamięci pokładowej – 256 MB  
tempo transmisji danych – 256 kB/s  
średnica teleskopu/kamery – 3 cm  
pole widzenia teleskopu – 24 stopnie

dziej odległych gwiazd Drogi Mlecznej tysiące lat. Do najbliższej galaktyki światło leci 170 tysięcy lat. Więc światło jest zbyt wolne jak na rozmiary kosmosu. A niczego szybszego od światła nie znamy.

#### Czy wróci era lotów załogowych?

Przecież ona się nie skończyła, ludzie latają cały czas! W tej chwili nad naszymi głowami jest sześć osób. To międzynarodowa stacja kosmiczna ISS. Załogi się zmieniają. Schemat jest taki, że co trzy miesiące lecą trzy osoby, które siedzą tam pół roku i wracają. Zawsze są trzy osoby, które są już na orbicie, i przylatują trzy następne, zastępujące.

#### A dalsze wyprawy?

To jest pytanie bardziej polityczne niż naukowe. Od strony technologicznej jest to możliwe już od dawna. Ponad 40 lat temu byliśmy na Księżycu. Można by to powtórzyć, można by próbować polecieć na Marsa. Tylko wszystkie takie pomysły kosztują bardzo dużo pieniędzy. Pojawia się pytanie, po co i kto ma za to zapłacić? Na razie kosmonautyka załogowa jest operacją państwową. Nie ma prywatnych lotów załogowych. A oczywiście jak podatnicy mają na coś wydać pieniądze, to trzeba ich przekonać, że warto.

Program „Apollo” według dzisiejszych cen kosztował ponad 100 miliardów dolarów. Wtedy trzeba było pokazać całemu światu, że Ameryka jest lepsza od Rosji. Był więc powód, i to ideologiczny, co prezydent Kennedy wyraźnie powiedział. Wyścig został przez USA wygrany i w tym momencie postanowiono ograniczyć nakłady na kosmonautykę. W tej chwili odbywają się tylko loty wokółziemskie, bo one są stosunkowo tanie.

Moim zdaniem, dopóki nie będzie istotnego powodu, politycznego albo ekonomicznego, decyzja o takich podróżach nie będzie podjęta. Chyba że uda się komuś skonstruować 10 razy tańsze rakiety. Wtedy zacznie się to robić cenowo porównywalne z innymi dużymi projektami. W tej chwili nawet lot na pobliski Księżyc to olbrzymi koszt. NASA zrobiła oszacowanie kosztów lotu na Marsa i wyszło 500 miliardów dolarów. A znając NASA, ten budżet zostałby przekroczony co najmniej dwukrotnie.

#### Jakie są prognozy, jeśli chodzi o badania kosmosu, o astronautykę?

To dwa różne pytania. Astronautyka to wszystko, co robimy w kosmosie. Loty załogowe są tym, co nas najbardziej ekscytuje i co najbardziej widać w mediach. Ale powiedzmy sobie szczerze: to jest najmniej ważne. W tej chwili Amerykanie nie latają na własnych rakietach w kosmos. Nie mają czym. Budują nowe statki załogowe, ale one wejdą do służby za kilka lat. To już trzeci taki przestój w amerykańskich lotach załogowych. Podobny – po zakończeniu programu „Apollo” – trwał 6 lat, po zakończeniu „Gemini” był znacznie krótszy. Rosjanie takich przestojów w zasadzie nie mają – w tej chwili mają jedyny aktywny program załogowy na świecie. Chińczycy zaczynają i się dopiero uczą. Na razie idzie im dobrze, ale się nie spieszą. Następnym chiński lot załogowy zaplanowany jest dopiero za 3 lata. Większość kosmonautyki to wszelkiego rodzaju loty bezzałogowe. Mamy satelity naukowe, czyli na przykład obserwatoria astronomiczne na orbitach wokółziemskich. Wokół Ziemi krąży ponad 20 różnej klasy teleskopów kosmicznych. Cała chmara satelitów lata tylko po to, żeby

## Wywiad z profesorem Pawłem Moskaliem

obserwować naszą planetę. Częściowo w celach pokojowych – to teledetekcja, wykrywanie zasobów, prognozowanie zbiorów, prognozowanie pogody. Mapy Google też przecież robione są przez satelity. Częściowo w celach wojskowych: mamy satelity umownie nazywane szpiegowskimi. To są satelity rozpoznawcze, które służą do wszelkiego rodzaju operacji zwiadowczych. Bardzo dużo satelitów krąży po to, żeby zarabiać pieniądze, jak telekomunikacyjne, które są własnością prywatnych firm. Te satelity dają nam łączność globalną. Satelity GPS, z których często korzystamy, powstały dla celów wojskowych, ale używa się ich powszechnie do celów cywilnych. Ich głównym przeznaczeniem było naprowadzanie pocisków balistycznych, a mówiąc ściślej, określanie pozycji startowej łodzi podwodnych z głowicami jądrowymi.

Cały sektor satelitów szpiegowskich jest niezwykle użyteczny. Dzięki niemu obie strony patrzą sobie na ręce i mogą się wzajemnie kontrolować. Dzięki satelitom szpiegowskim nie boją się siebie, bo dokładnie wiedzą, jaka jest sytuacja po drugiej stronie. Te satelity stabilizują sytuację wojskowo-polityczną na świecie, będą więc istnieć dopóty, dopóki będzie istnieć życie polityczne na tej planecie. Satelity zarabiające pieniądze też będą istnieć, jak długo będą w stanie zarabiać pieniądze. A naukowe będą istnieć dotąd, dokąd ludzie będą zainteresowani uprawianiem nauki. Tak naprawdę to nie jest oczywiste,

że zainteresowanie nauką jest przyrodzoną własnością rodzaju ludzkiego. Jesteśmy gatunkiem ciekawym, ale czy zawsze tak będzie? Ja mam nadzieję, że tak.

#### Co pan sądzi o polskim udziale w badaniu kosmosu?

Jest dość skromny, ale istotny. I nie zaczął się dzisiaj. Centrum Badań Kosmicznych PAN od 30 lat buduje aparaturę, która jest umieszczana na różnych satelitach. Rosyjskich, amerykańskich, europejskich. Leci na przykład na pokładzie europejskiej sondy „Rosetta”, która dotrze w przyszłym roku do komety „Czuriumowa-Gierasimienki”. Zbudowaliśmy w Polsce około 70 różnych przyrządów naukowych. Większość z nich działała dobrze. Nasz udział jest więc istotny i długotrwały. A wystrzelenie własnego satelity zbudowanego w Polsce, jego montaż w Polsce, cała strona inżynierska projektu BRITE to kolejny krok. Większość części była wyprodukowana w Kanadzie i satelita jest na licencji kanadyjskiej firmy, która go skonstruowała. Ale montaż i testowanie przeprowadzane były u nas.

Heweliusz, kolejny satelita polski, będzie miał znacznie większy udział części wyprodukowanych w Polsce. My się po prostu tego uczyliśmy. Zupełnie czym innym jest zbudowanie pojedynczego instrumentu, a czym innym integracja, przetestowanie i kontrola operacyjna całego satelity z wieloma systemami, które wzajemnie mają współpracować. BRITE to sa-

telita nieduży, ale od czegoś trzeba zacząć. Jak nauczymy się takich rzeczy, będzie można pomyśleć o większych projektach satelitarnych. Niekoniecznie naukowych. Mogą również pracować dla gospodarki, służąc na przykład do teledetekcji.

#### Jak pan został astronomem? Czy skusił pana Stanisław Lem?

Nie, Lema czytałem chętnie i lubiłem, ale wszystko zaczęło się od książek profesora Włodzimierza Zona adresowanych do dzieci i młodzieży, ilustrowanych przez Bohdana Butenkę. Dzięki nim zacząłem się interesować astronomią. Bo one były po prostu przepiękne i bardzo wciągające. Te rysunki: astronomowie w spiczastych czapkach z księżycami i gwiazdami!

#### Może BRITE jest świetną okazją, żeby dotrzeć z astronomią do dzieci?

Sądzę, że można o tym pomyśleć. Bo takie rzeczy są ważne. Inspirują ludzi do zainteresowania się wiedzą, w szczególności naukami ścisłymi. Nie ma nowoczesnego społeczeństwa bez inżynierów i techników. A do tego trzeba coś wiedzieć o fizyce i matematyce. Szkoła nie najlepiej sobie radzi z kształceniem w tych przedmiotach. Większość dzieciaków uważa, że matematyka jest przerażająca. A matematyka jest najprostszą rzeczą na świecie. Tego się można w ogóle nie uczyć, wystarczy zrozumieć!

Rozmawiała **Anna Zawadzka**  
Zdjęcia **Jakub Ostałowski**



#### Prof. dr hab. Paweł Moskalić

(1961) jest astronomem, specjalistą w dziedzinie astrofizyki i ewolucji gwiazd. Doktorat uzyskał w 1987 r. z astrofizyki, habilitował się w 1997, a tytuł profesora otrzymał w 2011. Pracuje w Centrum Astronomicznym im. Mikołaja Kopernika Polskiej Akademii Nauk w Warszawie. Jest jednym z polskich uczestników projektu Teleskop Globalny. Znawca astronautyki i popularyzator wiedzy.