

Co pomyśli głowa

Czy w przyszłości będziemy mogli sterować maszynami tylko za pośrednictwem aktywności mózgu? Takie urządzenie przetestował drugi Polak w kosmosie – Sławosz Uznański-Wiśniewski podczas swojego pobytu na orbitalnej stacji.

Na początek dwa słowa przypomnienia, bo od „polskiej” misji kosmicznej minęło już kilka miesięcy. Axiom Mission 4 (w skrócie AX-4) była prywatnym lotem na Międzynarodową Stację Kosmiczną obsługiwany przez firmę Axiom Space oraz SpaceX i NASA. Do wyniesienia statku kosmicznego Crew Dragon o nazwie „Grace” posłużyła rakieta Falcon 9 Block 5, która wystartowała z Centrum Kosmicznego Johna F. Kennedy’ego na Florydzie.

Start był zaplanowany pierwotnie na 11 czerwca 2025 r., ale nie doszedł do skutku z powodu awarii – wycieku ciekłego tlenu. Kolejna próba została przełożona z powodu awarii na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej (ISS) – tym razem „ciekły” moduł Zwiazda. Kolejne odkładanie startu AX-4 groziło koniecznością przesunięcia misji nawet o kilka miesięcy.



Piotr Kościelniak
dziennikarz, popularyzator nauki

Na szczęście się udało: 25 czerwca o 8.31 polskiego czasu rakieta Falcon wystartowała, a astronauta rozpoczęli 20-dniową misję kosmiczną, z czego 18 dni spędzili na ISS.

Kosmos po 47 latach

Dla Polski misja AX-4, w której jako specjalista brał udział Sławosz Uznański-Wiśniewski, miała szczególne znaczenie. Lot Mirosława Hermaszewskiego na statku Sojuz 30 odbył się prawie pół wieku wcześniej (w 1978 r.). I choć polskie firmy sektora kosmicznego mają doskonałą renomę jako dostawcy technologii i podzespołów, lot załogowy to zupełnie inna ranga wydarzenia.



W wyprawie wzięli również udział Peggy Whiston (dowódca, Axiom Space), Shubhanshu Shukla (pilot, Indyjska Organizacja Badań Kosmicznych), Tibor Kapu (specjalista, Program Hunor). Polak reprezentował jednocześnie Polską Agencję Kosmiczną i Europejską Agencję Kosmiczną

Źródło: <https://www.axiomspace.com/missions>

„Polską” częścią całego projektu była misja Ignis – pierwszy raz w historii zestaw eksperymentów przygotowanych w naszym kraju poleciał na ISS. Projektów było w sumie 13, a podzieliły się nimi niemal po równo placówki akademickie oraz prywatne firmy.

Eksperyment, który może zainteresować czytelników „Domeny”, to PhotonGrav przygotowany przez Cortivision. W największym skrócie: polegał on na analizowaniu aktywności mózgu w przestrzeni kosmicznej pod kątem zastosowania tej metody do komunikacji. Co najważniejsze – urządzenia mogą pracować w dowolnym otoczeniu, a nie w laboratorium, a ich „instalacja” jest całkowicie bezinwazyjna. To różni je od interfejsów mózg-komputer, które opisywaliśmy w jednym z wcześniejszych wydań pisma.

Czepek, który czyta myśli

Zestaw do analizowania aktywności mózgu składa się z kilku elementów.



Źródło: <https://www.axiomspace.com/mission-blog/ax4-poland-esa-research>

Tekstylny czepek utrzymuje na głowie niewielkie urządzenia emitujące oraz rejestrujące światło podczerwone. Takie światło przenika przez skórę i kości i odbija się od krwi przepływającej przez różne obszary mózgu – gdy dany obszar jest aktywny (na przykład podczas skupienia nad rozwiązaniem problemu), jego zapotrzebowanie na krew zwiększa się – co mogą zarejestrować czujniki.

Ta metoda neuroobrazowania określana jest mianem funkcjonalnej spektroskopii bliskiej podczerwieni – fNIRS. Naukowcy wykorzystują bliską podczerwień (ok. 750–1400 nm). W paśmie podczerwieni 700–900 nm skóra i kości są „przezrzyste”. Ale jest jeszcze jeden haczyk – w tym paśmie można tak dobrać długość fali, aby zobaczyć zmiany stężenia hemoglobiny niosącej tlen i odtlenionej. W zależności od tego, jaka długość jest mocniej rozpraszana, a jaka odbijana, naukowcy mogą oszacować zapotrzebowanie na tlen w poszczególnych regionach kory mózgowej i na tej podstawie wnioskować, o czym „myśli” badany człowiek.

– Kiedy światło przechodzi przez poszczególne warstwy skóry, kości, a w końcu tkanki mózgowej, krew przepływająca przez mózg częściowo rozprasza to światło. Dlatego tylko jego część wraca na powierzchnię głowy, gdzie znajdują się detektory. Znając właściwości światła wysyłanego w kierunku mózgu i wyniki zarejestrowane przez detektory, możemy powiedzieć, czy dany obszar mózgu zużywa więcej czy mniej tlenu – powiedział agencji PAP dr Dariusz Zapała, kierownik projektu PhotonGrav i członek zarządu Cortivision.

Co ciekawe, choć lubelska firma nazywa fNIRS jedną z najnowszych technik neuroobrazowania, w rzeczywistości ma ona całkiem długą historię. Metoda testowana na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej wywodzi się w prostej linii z diafanoskopii (transiluminacji) czaszki, wykorzystywanej niegdyś u młodych pacjentów z podejrzeniem chorób mózgu. Pierwszy raz użyto jej w 1831 r. Była stosowana u dzieci (u dorosłych ze względu na mocniejsze tłumienie światła nie była przydatna) aż do czasu udoskonalenia prześwietleń promieniami Roentgena oraz technik ultrasonograficznych.



Człowieku, zrelaksuj się

Sygnały zebrane przez czepkę trafiają do wzmacniacza na przedramieniu badanego, a stamtąd – już bezprzewodowo – do komputera. Tu do gry wchodzi algorytm uczenia maszynowego (na potrzeby tego tekstu nazwijmy je sztuczną inteligencją). AI rozpoznaje różne wzorce aktywności mózgu, które można zidentyfikować np. jako wzmożone obciążenie umysłowe, stres albo relaks.

W ten sposób można np. w bardzo ograniczonym stopniu kierować aplikacjami na komputerze. W omawianym eksperymencie człowiek przesuwał pasek na ekranie.

Podczas misji AX-4 badacze z Cortivision chcieli sprawdzić coś jeszcze – w jaki sposób stan nieważkości (ściślej – mikrogravitacja) wpływa na powtarzalność odczytu aktywności mózgu. Dlatego te same procedury wykonywano trzy razy – raz przed startem na Ziemi, raz na orbicie i później po wylądowaniu. Podwyższoną aktywność mózgu badany zyskiwał mnożąc w myślach dwucyfrowe liczby, a stan odpoczynku – unikając intensywnych myśli.

– System działa na Ziemi i na orbicie praktycznie w taki sam sposób. Jedyna rzecz, do której musimy się przystosować, to fizjologia. Na przykład głowa w kosmosie może być nieco większa, niż była na Ziemi – wyjaśnił Wojciech Broniatowski, prezes Cortivision.



Zanim poleciał Polak

– Kiedy pojawiła się szansa na zgłaszanie własnych eksperymentów przy okazji misji polskiej misji Ignis, postanowiliśmy zaproponować badania nad możliwością zastosowania tej technologii w warunkach kosmicznych do komunikacji. Sprawdzimy, jak pozamięśniowa kontrola aplikacji działa w warunkach mikrogravitacji – powiedział dr Zapała agencji PAP.

Związek techniki fNIRS i firmy Cortivision z programami kosmicznymi Axiom Space nie rozpoczął się jednak od misji Sławosza Uznańskiego-Wiśniewskiego. Po raz pierwszy urządzenia polskiej firmy poleciały na orbitę w maju 2023 r. podczas misji AX-2. Wówczas w ramach projektu Nebula na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej testowany był czepkę Photon Cap, dzięki któremu dokonywano pomiarów poziomu utlenowania krwi oraz obecności hemoglobiny w korze mózgowej. Celem tego eksperymentu było ustalenie, w jaki sposób nieważkość (i loty kosmiczne) wpływa na funkcje poznawcze i neurologiczne.

Podobnie jak w ostatniej misji Ignis, eksperyment był podzielony na trzy etapy – badania wykonywano przed lotem, na pokładzie ISS i po powrocie z orbity.

Podczas kolejnego lotu pojazdu Crew Dragon (na początku 2024 r. podczas misji AX-3) polska firma również „znalazła

się na pokładzie”. Szwedzki specjalista misji Marcus Wandt został poproszony o badanie za pomocą fNIRS poziomu stresu, funkcji poznawczych i tempa radzenia sobie z sytuacjami stresującymi.

– Staramy się opracować najlepszy przenośny system do monitorowania pracy mózgu. Wiemy, że ta technologia ma ogromny potencjał dla nauki, ale obecnie jest ona ograniczona do warunków laboratoryjnych – wymaga specjalnych zasobów i umiejętności ludzkich. Jej uproszczenie otworzy nam drogę do nowych zastosowań – mówił Wojciech Broniatowski podczas konferencji prasowej zorganizowanej przez Axiom. – Z drugiej strony obserwujemy jedynie przepływ krwi, a zatem efekty pomiaru pojawiają się nieco później niż w przypadku EEG czy fMRI. Ale jest to pewien kompromis – urządzenie jest przenośne, pomiar odporny na zewnętrzne zakłócenia np. elektromagnetyczne, a pozwala na monitorowanie pracy struktur mózgu. Szczególnie ta odporność ma wielkie znaczenie podczas pracy w kosmosie – na stacji jest mnóstwo urządzeń, które mogłyby zakłócić pomiar. Ważne jest również to, że ten system można łatwo i szybko założyć – tłumaczył Broniatowski.

Rzeczywiście – jedną z największych zalet tego systemu jest łatwość „instalacji”. W zasadzie może to zrobić jedna osoba. Co więcej, czepkę mogą używać różne osoby. To ogromna różnica w stosunku do innych interfejsów mózg-maszyna, które są personalizowane, a nawet wymagają umieszczenia elektrod w mózgu, jak Neuralink Elona Muska.



Na orbicie i na szczycie

Warto przypomnieć, że istnieją bardzo precyzyjne techniki obrazowania mózgu wykorzystujące śledzenie przepływu krwi, jak np. funkcjonalny rezonans magnetyczny (fMRI). Ta metoda już kilka lat temu wykorzystywana była do „czytania myśli”, a nawet odtwarzania obrazów, które wyobrażał sobie badany człowiek. Z powodzeniem do badania aktywności mózgu wykorzystuje się również elektroencefalografię (EEG). Te metody mają jednak wspólną wadę – wymagają sporej aparatury (szczególnie rezonans) i są wrażliwe na zakłócenia zewnętrzne.

Doskonalona przez Cortivision technika fNIRS w pewien sposób wypełnia lukę między EEG a fMRI pod względem szybkości rejestrowania danych oraz precyzji. Umożliwia m.in. badanie połączeń regionów w mózgu, analizę zaburzeń funkcji poznawczych, śledzenie rozwoju neurologicznego dzieci i młodzieży, monitorowanie aktywności mózgu podczas różnych czynności wymagających koncentracji i koordynacji oraz badanie ludzkich zachowań w wirtualnej rzeczywistości.

Technologia może znaleźć zastosowanie w kosmosie i na Ziemi do komunikacji z osobami o ograniczonej mobilności lub w ekstremalnych warunkach. W tej chwili sami przedstawiciele Cortivision przyznają, że urządzenia ciągle służą raczej badaniom naukowym, niż mają realne zastosowanie w eksploracji kosmosu.

– Nasze urządzenia służą przede wszystkim do prowadzenia badań w warunkach pozalaboratoryjnych. Testujemy tę aparaturę w wielu ekstremalnych warunkach – wyjaśnił dr Dariusz Zapała.

Jednak najbardziej ekscytujące jest stosowanie takich urządzeń w ekstremalnych warunkach podróży kosmicznych. Jak mówią przedstawiciele polskiej firmy, w ten sposób można na odległość monitorować pracę mózgu załogi podczas kluczowych momentów misji kosmicznych czy prowadzić ocenę stanu mentalnego przed podjęciem decyzji.

Możliwe, że przy większej precyzji odczytu danych dotyczących aktywności mózgu (a Cortivision dysponuje już nową wersją „czepka” i oprogramowania, pozwalającą na zwiększenie rozdzielczości) za pomocą myśli będzie można sterować prostymi maszynami lub przesyłać komunikaty do innych osób.

– Można je będzie wykorzystać w ekstremalnych sytuacjach, gdy w pobliżu nie ma personelu medycznego, ruchy są utrudnione albo gdy monitorowanie aktywności mózgu jest istotne ze względów bezpieczeństwa. To mogą być stacja orbitalna albo statek kosmiczny, a na Ziemi – odizolowane szlaki w górach, bazy arktyczne lub platformy wiertnicze, czyli wszelkie miejsca, w których nie można zastosować innych urządzeń do rejestracji pracy mózgu. Nasze urządzenie może być również przydatne w przypadku, gdy stan zdrowia nie pozwala na pełną kontrolę mięśni – na przykład podczas rehabilitacji po urazach – dodaje dr Zapała.

Na Kopernika szkoda pieniędzy

Życie dopisało gorzki kolejny rozdział do kosmicznej historii Sławosza Uznańskiego-Wiśniewskiego. Polski rząd (za czasów Mateusza Morawieckiego) udział Polaka w tej misji negocjował z Europejską Agencją Kosmiczną (ESA). Umowę udało się podpisać w sierpniu 2023 r. i niemal równocześnie Polska Agencja Kosmiczna zaczęła projektować eksperymenty, które polski astronauta mógłby przeprowadzić podczas misji. Nawiasem mówiąc, polskie firmy miały tylko kilka tygodni, aby zgłosić koncepcje eksperymentów – Sławosze Uznański rozpoczął szkolenie w European Astronaut Centre w niemieckiej Kolonii we wrześniu 2023 r.

Oficjalnie nie wiadomo dokładnie, ile Polska dopłaciła do Europejskiej Agencji Kosmicznej za udział Uznańskiego w Axiom Mission 4. Jednak w czerwcu 2023 r. ESA poinformo-

wała, że polski wkład w programy agencji zwiększył się o 295 mln euro – i przypuszczalnie owe 1,25 mld zł (według dzisiejszego kursu) to właśnie cena biletu za miejsce w statku kosmicznym.

Co ciekawe, początkowo starania o lot drugiego Polaka w kosmos były oceniane negatywnie – jako przykład rozrzutności. Cel miał być tylko propagandowy. „Zapachniało PRL-em” – pisała jedna z gazet, sugerując jednocześnie, że polskie eksperymenty – jak za czasów Hermaszewskiego – nie są warte funta kłaków.

Te oceny zmieniły się diametralnie po zmianie ekipy stojącej u steru władzy. Zamiast zwątpienia pojawiła się euforia. Zapewne pomógł w tym fakt, że Sławosze Uznański w 2025 r. zawarł związek małżeński z posłanką największej partii koalicji rządzącej; żona towarzyszyła mu podczas większości konferencji prasowych i spotkań publicznych. Mówiono o nowej szansie dla polskich technologii i propagowaniu nauki o kosmosie, jednak sam Sławosze Uznański-Wiśniewski, zamiast mówić o eksperymentach na orbicie, robił „test pieroga” w telewizji śniadaniowej. W zgodnej opinii ekspertów i publicystów wielka szansa na popularyzację nauki o kosmosie i zainspirowanie młodych została zaprzepaszczona.

I wreszcie ostatni akord – w tym samym roku, w którym drugi Polak poleciał w kosmos, rząd obciął finansowanie działania radioteleskopu RT4 UMK w Piwnicach pod Toruniem.



Mający średnicę ok. 32 metrów „Kopernik” jest największą tego typu anteną w tej części Europy (w 2020 r. przeszedł gruntowną renowację)

Fot. Andrzej Romański

Źródło: <https://portal.umk.pl>

Według wstępnych zapowiedzi, Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego nie przyznało środków na jego utrzymanie – ok. 1,8 mln zł w ciągu trzech lat. Czytaj: nie udało się znaleźć... 600 tys. zł rocznie. Po internetowej burzy i zapowiedzi „końca życia” radioteleskopu pozbawionego dofinansowania minister nauki obiecał, że pieniądze w tym roku będą.