

V Konferencja *Meet the Space*, Tarnów, 29-30 maja 2025 roku

Michał Kisilewicz¹

Przewodniczący Komitetu Organizacyjnego Konferencji

¹ Akademia Tarnowska, Centrum Transferu Technologii, ul. Mickiewicza 8, 33-100 Tarnów

Doniesienia pokonferencyjne



Szanowni Czytelnicy!

Z ogromną przyjemnością oddajemy w Państwa ręce raport z piątej edycji konferencji „Meet the Space 2025” zawierający streszczenia wystąpień wygłoszonych podczas tego wydarzenia. Tegoroczna konferencja przypadła na szczególnie ważny moment dla polskiego środowiska kosmicznego – w atmosferze oczekiwania na długo zapowiadany start Sławosza Uznańskiego-Wiśniewskiego, który stał się drugim w historii – po śp. gen. Mirosławie Hermaszewskim – Polakiem w kosmosie. Choć misja została ostatecznie przesunięta, sama perspektywa jej rozpoczęcia na nowo rozpała wyobraźnię i pokazała, jak blisko jesteśmy przełomowych wydarzeń. W takim kontekście „Meet the Space 2025” zyskało

wymiar szczególny – jako forum, na którym nauka, technologia i marzenia o eksploracji Wszechświata łączą się w konkretnych projektach i badaniach.

Jak co roku, konferencja zgromadziła przedstawicieli wielu dziedzin od inżynierii kosmicznej, przez biotechnologię, medycynę, aż po nauki społeczne i humanistyczne. Dzięki interdyscyplinarnemu charakterowi i otwartości na młodych badaczy, Meet the Space pozostaje miejscem nie tylko wymiany wiedzy, ale też inspiracji i współpracy.

Serdecznie dziękujemy wszystkim prelegentom, uczestnikom, recenzentom oraz partnerom i instytucjom wspierającym wydarzenie. Szczególne wyrazy uznania kieruję do Komitetu Organizacyjnego, bez którego zaangażowania konferencja nie miałaby takiego kształtu.

Keywords

- technologie kosmiczne
- technika raketowa
- obserwacja kosmosu
- loty kosmiczne
- near space
- konferencja
- abstrakt

Korespondencja

dr inż. Robert Wielgat

e-mail: r_wielgat@atar.edu.pl

Akademia Tarnowska

Wydział Politechniczny

Katedra Elektroniki i Technologii

Inteligentnych

ul. Mickiewicza 8

33-100 Tarnów, Poland

tel. +48 14 63 16 515

Informacja o artykule

Wydawca (Publisher)

Akademia Tarnowska
University of Applied Sciences in Tarnow
ul. Mickiewicza 8, 33-100 Tarnow, Poland

Licencja (User license)

© by Authors. This work is licensed under
a Creative Commons Attribution 4.0
International License CC-BY-SA.

Zachęcam do lektury materiałów konferencyjnych i już teraz zapraszam na kolejne edycje – oby każda z nich przybliżała nas do kolejnych granic poznania Kosmosu... i nie tylko.

*W imieniu Komitetu Naukowego
Konferencji Meet the Space
dr hab. Rafał Kurczab, prof. AT*

Komitet Naukowy

- ks. prof. dr hab. Michał Heller (Centrum Kopernika Badań Interdyscyplinarnych w Krakowie)
- prof. dr hab. Agnieszka Pollo (Narodowe Centrum Badań Jądrowych)
- prof. dr hab. inż. Tadeusz Uhl (Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie)
- dr hab. Marek Jamroz (Obserwatorium Astronomiczne im. Mikołaja Kopernika Uniwersytetu Jagiellońskiego)
- dr Bogdan Wszolek (Stowarzyszenie Astronomia Nova)
- dr hab. Piotr Strzelczyk, prof. PR (Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza)
- dr hab. Agnieszka Kuźmich (Obserwatorium Astronomiczne im. Mikołaja Kopernika Uniwersytetu Jagiellońskiego)
- dr hab. Rafał Kurczab, prof. AT (Akademia Tarnowska)
- dr inż. Michał Kisilewicz (Akademia Tarnowska)
- dr inż. Robert Wielgat (Akademia Tarnowska)
- dr Agata Kołodziejczyk (Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie)

Komitet Organizacyjny

- dr inż. Michał Kisilewicz (Akademia Tarnowska)
- dr hab. Andrzej Kołodziej (Akademia Tarnowska)
- dr Agata Kołodziejczyk (Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie)
- dr inż. Łukasz Mik (Akademia Tarnowska)
- dr inż. Robert Wielgat (Akademia Tarnowska)
- dr Bogdan Wszolek (Stowarzyszenie Astronomia Nova)
- mgr Klaudia Beściak (Stowarzyszenie Astronomia Nova)

Człowiek wobec Wszechświata

Tadeusz Pabjan 

Uniwersytet Papieski Jana Pawła II w Krakowie

Korespondencja: tpabjan@wp.pl

Zachwyt pięknem nocnego, rozgwieżdżonego nieba, któremu towarzyszy refleksja nad racjonalnością wszechświata, jest doświadczeniem niemal metafizycznym, które już w greckiej starożytności dało początek filozofii i podejściu ściśle naukowemu. Pytania, które rodzą się w chwili takiej refleksji: jak wielki jest Wszechświat? z czego się składa? czy ma jakieś granice? czy jest skończony czy nieskończony? czy podlega jakiejś ewolucji? a jeśli podlega, to czy możemy poznać historię Wszechświata? czy we Wszechświecie istnieją inne istoty rozumne? są w swej istocie tymi samymi pytaniami, które przez całe wieki, począwszy od wczesnej starożytności, stawiali sobie filozofowie i uczeni zafascynowani zagadką Wszechświata. Dziś przynajmniej na niektóre z tych pytań potrafimy dokładnie odpowiedzieć: wiemy że Wszechświat nie jest niczym ograniczony, mamy mocne argumenty za tym że jego przestrzeń jest nieskończona, potrafimy

zrekonstruować jego historię, która ma swój początek w Wielkim Wybuchu. Ale jeśli tak jest – jeśli potrafimy dzisiaj zobaczyć dalej i widzieć więcej niż widzieli Galileusz, Kepler, Newton i inni twórcy nowożytnej nauki – to tylko dlatego, że (parafrazując znane słowa) stoimy na ramionach olbrzymów, którzy przed nami wykonali ogromną pracę w odczytywaniu tej zagadki jaką jest otaczający nas Wszechświat. Niezwykle istotne jest to, że również i my dzisiaj, w XXI wieku, możemy uczestniczyć w tej wielkiej sztafecie pokoleń, które poszukują zrozumienia Wszechświata. Dotychczasowe sukcesy kosmologii relatywistycznej i innych nauk przyrodniczych, które pozwoliły przynajmniej w pewnym zakresie poznać Wszechświat, nie oznaczają jednak, że nic już nie zostało w tej kwestii do zrobienia. Najważniejsze, ściśle naukowe wyzwania, które stoją dziś przed człowiekiem podejmującym próbę rozwiązania zagadki Wszechświata, to znalezienie kwantowej teorii grawitacji (która będzie swego rodzaju połączeniem mechaniki kwantowej i ogólnej teorii względności) oraz wyjaśnienie problemu brakującej masy (który ma związek z tym, że wszystkie znane dziś postacie materii dają znikomo mały wkład – na poziomie niecałych 5% – do globalnego bilansu masy Wszechświata). Przykładem innego wyzwania,

które wydaje się istotne nie tylko z racji ściśle naukowych, ale również filozoficznych i światopoglądowych, jest znalezienie odpowiedzi na pytanie o istnienie we wszechświecie cywilizacji pozaziemskich. Zasadniczą część wystąpienia poświęcono omówieniu i analizie tych wyzwań.

Dlaczego eksploracja Kosmosu jest ważna dla Ziemi i ludzkości?

Tadeusz Uhl 

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica
w Krakowie, Centrum Technologii Kosmicznych

Korespondencja: tuhl@agh.edu.pl

W wystąpieniu przedstawiono wieloaspektowe znaczenie eksploracji kosmosu dla nauki, gospodarki, edukacji i zrównoważonego rozwoju na Ziemi. Autor stara się udowodnić tezę, że technologie i innowacje kosmiczne mają bezpośredni wpływ na życie codzienne, ekologię, rozwój przemysłu i edukacji oraz podnoszą potencjał cywilizacyjny ludzkości. Szczególną rolę przypisuje demokratyzacji technologii kosmicznych, ich komercjalizacji oraz transferowi innowacji do innych sektorów gospodarki – od medycyny po rolnictwo precyzyjne i nowe materiały. Rozwój technologii kosmicznych nie wiąże się z ograniczeniami związanymi ze standardami, ograniczeniami prawnymi, jest duża dowolność wyboru rozwiązań technologicznych. Nakładając na te rozwiązania zasady obowiązujące na Ziemi można je później łatwo dostosować do warunków panujących na naszej planecie. Technologie kosmiczne są przenoszone do codziennego życia, stymulując innowacje między innymi w telekomunikacji, obrazowaniu medycznym, materiałoznawstwie czy transporcie. Technologie satelitarne są kluczowe dla monitorowania środowiska, zmian klimatycznych, zarządzania kryzysami oraz rozwijania precyzyjnego rolnictwa i zarządzania zasobami naturalnymi. Pozwalają na obserwację w skali globalnej. Polska, w tym Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, aktywnie uczestniczy w globalnym ekosystemie kosmicznym, rozwijając własne projekty inżynierskie, zaplecze badawcze i kadrę dla sektora kosmicznego. W dłuższym horyzoncie czasowym eksploracja i osadnictwo pozaziemskie (Księżyc, Mars) są prezentowane jako nie tylko wyzwania naukowe i techniczne, ale także szanse na zabezpieczenie przyszłości energetycznej, surowcowej i cywilizacyjnej ludzkości – wraz z koniecznością

rozwiązywania nowych kwestii etycznych i prawnych. Eksploracja kosmosu nie jest już jedynie symbolem aspiracji, lecz niezbędnym narzędziem rozwoju, bezpieczeństwa i transformacji technologicznej. Inwestycje w sektor kosmiczny i transfer technologii powinny być traktowane jako działania strategiczne na rzecz przyszłości Ziemi.

Loty kosmiczne na służbie Uranii

Bogdan Wszolek

Obserwatorium Astronomiczne Królowej Jadwigi
w Rzepienniku Biskupim

Korespondencja: bogdan.wszolek@gmail.com

Kiedy Johannes Kepler w swoim dziele *Somnium* rozciągał wizję lotu człowieka na Księżyc, jasno wskazał cel takiego przedsięwzięcia. Jest nim umożliwienie obserwacji Wszechświata z innego układu odniesienia niż Ziemia. Obserwacja zaś odgrywa w astronomii kluczową rolę, co pięknie ujął Tadeusz Banachiewicz w swoim stwierdzeniu *observo ergo sum*. Astronomowie obserwatorzy starają się dobierać możliwie najlepsze posadowienia dla swoich teleskopów w celu podniesienia wartości naukowej uzyskiwanych pomiarów. Układy odniesienia mogą różnić się czysto matematycznie, jak np. heliocentryczny w porównaniu z geocentrycznym. O faktycznej wyższości jednego układu odniesienia nad innym, jeśli chodzi o przydatność dla obserwacji Wszechświata, świadczą jednak uwarunkowania natury fizycznej. Bo nie do końca jest tak, jak chce kosmologiczna zasada kopernikańska, że Wszechświat z grubsza wygląda tak samo z każdego miejsca. W szczególności Wszechświat oglądany przez teleskopy kosmiczne przedstawia się znacznie bogaciej niż oglądany przez teleskopy posadowione na powierzchni Ziemi. Decydują o tym fizyczne właściwości atmosfery ziemskiej. Atmosfera ziemska stanowi zaporę nie do pokonania dla większości fotonów promieniowania elektromagnetycznego emitowanego przez ciała niebieskie. Z powierzchni Ziemi możliwe są jedynie ograniczone obserwacje w zakresie optycznym i radiowym. Dla teleskopów kosmicznych atmosfera nie stanowi przeszkody i Wszechświat jawi się w nich bez ograniczeń w pełnym zakresie widma promieniowania elektromagnetycznego. Dobitnie to pokazują przedstawione w prezentacji przykłady wykorzystania przez autora danych astronomicznych uzyskanych za pomocą teleskopów kosmicznych IRAS (ang. Infrared Astronomical Satellite), COBE (ang.

Cosmic Background Explorer) i HST (Hubble Space Telescope). Astronomia, która wypracowała podstawy do zainicjowania, uprawiania i doskonalenia lotów kosmicznych, dostarcza również wiodącej motywacji dla rozwoju technologii kosmicznych i dla całej pro-kosmicznej aktywności ludzkości. Jest nią stworzenie jakościowo doskonalszych warunków do przeprowadzania obserwacji astronomicznych. Obserwacje astronomiczne zaś, jak uczy historia nauki, pozwalają lepiej zrozumieć prawa fizyczne w bezpośrednim otoczeniu ziemskim, co zawsze przekłada się na poprawę jakości ludzkiego funkcjonowania. Celem nadrzędnym lotów kosmicznych, i całej służebnej tym lotom otoczki, jest zatem dostarczenie astronomii szerszych i skuteczniejszych metod obserwacji. Ten cel jest wystarczająco szczytny i zasługujący na najwyższe uznanie społeczne. Dlatego też cele drugorzędne lotów kosmicznych nie powinny wychodzić przed wskazany tu cel zasadniczy, gdyż może to w konsekwencji doprowadzić do wielorakich zahamowań i uwstecznień w postępie ludzkości.

Radiowe obserwacje Wszechświata prowadzone z Ziemi i przestrzeni kosmicznej

Marek Jamroz 

Uniwersytet Jagielloński w Krakowie, Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej, Instytut Obserwatorium Astronomiczne

Korespondencja: marek.jamroz@uj.edu.pl

Radioastronomia to dziedzina, która dynamicznie rozwija się od niemal stu lat. Pierwsze obserwacje prowadzono na niskich częstotliwościach rzędu 20 MHz. Z czasem stopniowo przechodzono na wyższe zakresy pasm, by w latach 80. i 90. XX wieku ugruntować detekcje niemal wyłącznie na zakresach gigahercowych (GHz). Dziś, dzięki postępowi w technologii cyfrowej i komputerowej, obserwacje w paśmie megahercowym (MHz) przeżywają swój renesans. Sztandarowe projekty, takie jak *LOW-Frequency ARray* (LOFAR) czy planowany w niedalekiej przyszłości *Square Kilometre Array* (SKA), otwierają przed nami nowe okno

na Wszechświat. Niestety ze względu na ograniczenia atmosferyczne przy ich pomocy nie jesteśmy w stanie pokonać bariery 10 MHz. Aby obserwować najzwyklejsze obiekty oraz zjawiska zachodzące we wczesnym Wszechświecie, konieczne będzie umieszczenie radioteleskopów poza atmosferą Ziemi – w przestrzeni kosmicznej.

Space economy in Latvia

Ilmārs Blumbergs¹ , Rafał Chatys² , Marina Romele¹ 

¹Rīgas Aeronavigācijas Institūts, Ryga, Łotwa

²Politechnika Świętokrzyska

Korespondencja: i.blumbergs@rai.lv

The space industry has seen significant development in the last decade. Historically, Latvian scientists have made significant contributions to the development of the space field, but what is the current situation and how successful is Latvia's inclusion in space programs around the world? To answer this question, an overview of the current situation in Latvia is provided. The review describes Latvia's Development Strategy, published in 2021 and updated in 2023, which outlines the joint vision of the Ministry of Education and Science and the Ministry of Economics for the future development of the Latvian space sector. It focuses on creating recurring products and services with strong export potential and generating world-class knowledge in space and related scientific disciplines. Latvia's space activities and their priority development directions are summarized and structured in the Latvian Space Strategy for 2021–2027. Latvia's integration into the activities of the European Space Agency is also reviewed where Latvia currently participates in several programs – the national program, the technology support program, the space security, the space exploration, Earth observation development program, and the space commercialization program. Latvia has been cooperating with the European Space Agency since 2015, and approximately 100 projects have been successfully implemented. Finally, the achievements of Latvian space industry companies and an assessment of the overall situation with Latvian space economy will be given.

Charting a Space future through innovation and Involvement

Daruksha Baraduru Hirematada

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica
w Krakowie, Wydział Technologii Kosmicznych

Korespondencja: darukeshabhm@agh.edu.pl

As the space sector is expanding rapidly, offering new opportunities for emerging nations, universities, industries, and innovators, success in this evolving landscape demands a blend of technological innovation, strategic partnerships, and active involvement across sectors. Drawing on insights from global experiences and personal observations, this talk explores how aspiring space nations can build their presence by focusing on niche strengths, fostering collaborations, and encouraging entrepreneurship. Specifically, it reflects on how universities and industries can drive space missions and shape the future of exploration. Together, innovation and involvement will define the next wave of space achievements.

Sat2Rescue – bezpieczne rozwiązanie oparte na łączności satelitarnej, usprawniające usługi ratunkowe oraz misje poszukiwawczo-ratownicze

Mateusz Ozimek¹ , Bartłomiej Rój¹ 

Exatel S.A.

Korespondencja: mateusz.ozimek@exatel.pl

Projekt SAT2Rescue to międzynarodowe przedsięwzięcie badawczo-rozwojowe finansowane przez Agencję Unii Europejskiej ds. Programu Kosmicznego (EUSPA). Jego głównym celem jest opracowanie innowacyjnych rozwiązań z zakresu komunikacji satelitarnej, ukierunkowanych na zwiększenie efektywności operacyjnej instytucji rządowych oraz organizacji pozarządowych w zakresie prowadzenia działań ratowniczych, a także reagowania na sytuacje kryzysowe wywołane przez naturę i człowieka.

Kluczowym komponentem projektu jest modułowy terminal satelitalny, zaprojektowany z myślą o elastyczności zastosowań – zarówno w konfiguracji przenośnej,

jak i mobilnej. Urządzenie charakteryzuje się podwyższoną odpornością na niekorzystne warunki środowiskowe oraz zakłócenia sygnału GNSS, co stanowi istotny czynnik zapewniający ciągłość i niezawodność łączności w warunkach kryzysowych. Implementacja technologii Software Defined Networking (SDN) umożliwia wirtualizację kanałów komunikacyjnych poprzez ich podział na wielowarstwowe, niezależne sieci logiczne, konfigurowalne zgodnie z wymaganiami poszczególnych służb i jednostek ratowniczych operujących w terenie.

W projekcie zostanie zaimplementowany komponent danych obserwacji ziemi (EO). Dane pochodzące z satelitów programu Copernicus (Sentinel 1 oraz Sentinel 2) zapewnią aktualną prezentację terenu, na którym prowadzone będą akcje ratownicze. Dane Copernicus pomagają w podejmowaniu decyzji, dzięki łatwości ich przetwarzania oraz rozdzielczości czasowej pozyskiwanych obrazów.

Jako lider międzynarodowego konsorcjum, EXATEL pełni funkcję koordynatora działań w zakresie rozwoju i integracji modułów terminala satelitalnego oraz jego interoperacyjności z usługami oferowanymi w ramach platformy GOVSATCOM HUB. Ponadto spółka w ramach projektu udostępnia własną infrastrukturę teleportu satelitalnego, wykorzystywaną do przeprowadzania testów funkcjonalnych i demonstracyjnych systemu.

Udział w projekcie stwarza możliwości w zakresie rozwoju kompetencji technologicznych, nawiązywania nowych partnerstw konsorcyjnych oraz ekspansji na rynki międzynarodowe. W ramach działań projektowych przewidziano demonstracje i testy pilotażowe skierowane do kluczowych użytkowników instytucjonalnych, takich jak Straż Graniczna, Policja, Państwowa Straż Pożarna, służby ratownictwa górskiego oraz centra zarządzania kryzysowego, a także do partnerów z Grecji, Słowacji (będących członkami konsorcjum) i innych państw członkowskich Unii Europejskiej.

Projekt GraviTE – „Lessons learned” podczas rozwoju

Przemysław Kaczorowski 

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica
w Krakowie, Koło Naukowe AGH Space Systems

Korespondencja: przemyslaw.kaczorowski@spacesystems.agh.edu.pl

Projekt GraviTE (ang. Gravity-free Tissue Engineering) to zaprojektowane przez Koło Naukowe AGH Space Systems autonomiczne urządzenie w standardzie ICE

CUBE do badania wpływu mikrogravitacji na hodowlę komórek kostnych na sztucznych rusztowaniach z biomateriału. GraviTE może samoczynnie wymieniać pożywkę, utrzymywać odpowiednią temperaturę, utrzymywać próbki bez wyciągania ich na zewnątrz i stale monitorować warunki eksperymentu oraz żywotność komórek. Dzięki temu można porównać rozwój komórek w przestrzeni kosmicznej z kontrolnymi hodowlami prowadzonymi na Ziemi. Elektronika i oprogramowanie GraviTE zostały zaprojektowane modułowo, z myślą o odporności na awarie i przerwy w działaniu podczas misji. Realizacja eksperymentów z wykorzystaniem GraviTE pozwoliła zdobyć doświadczenie w następujących obszarach:

- Modułowość i standaryzacja – podział na niewielkie, niezależne bloki pozwolił różnym zespołom pracować równolegle i szybko wprowadzać poprawki.
- Autonomia eksperymentu – automatyczna wymiana pożywki i utrwalanie próbek zmniejsza potrzebę ingerencji załogi ISS i eliminuje błędy proceduralne.
- Redundancja krytycznych elementów – przy awarii krytycznego elementu, jego funkcjonalność może zostać zastąpiona innymi systemami.
- Ciągłe monitorowanie – stały zapis parametrów środowiska i stanu systemu umożliwia szybkie wykrywanie odchył, wprowadzanie korekt w oprogramowaniu sterującym oraz weryfikację prawidłowości przebiegu eksperymentu.

Działając według standardu ICE CUBE i stosując opisane zasady projektowe, GraviTE daje solidne podstawy do kolejnych, bardziej zaawansowanych eksperymentów z inżynierią tkankową w warunkach kosmicznych.

Polskie rakiety badawcze – początki

Andrzej Chwastek

Polskie Towarzystwo Raketowe

Korespondencja: andrzej.chwastek@wp.pl

W wystąpieniu przedstawiono mało znane szerszemu ogółowi fragmenty historii polskiej myśli technicznej. Począwszy od 1958 aż do późnych lat 60. XX wieku w Krakowie działała grupa inżynierów – pasjonatów techniki raketowej – stawiająca sobie za cel sondaż atmosfery za pomocą rakiet własnej konstrukcji. Głównym animatorem środowiska był nieżyjący już

profesor Jacek Walczewski. Pomimo trudnych realiów tamtych czasów, udawało się metodycznie rozwiązywać konstrukcje rakiet na paliwo stałe i testować rozwiązania w dążeniu do znalezienia optymalnego rozwiązania umożliwiającego systematyczny sondaż atmosfery w celach meteorologicznych. Cykl prób doprowadził do wyboru rozwiązań, które potem z sukcesem wykorzystał Instytut Lotnictwa w swojej serii rakiet „Meteor”. Tak więc ten pionierski czas i praca środowiska krakowskich rakietarzy przyczyniły się do sukcesu, jakim było znalezienie się Polski w gronie sześciu państw na świecie, posiadających techniczne możliwości do samodzielnego, raketowego sondażu atmosfery.

Rozwój systemu wynoszenia ILR-33 BURSZTYN 2K i lot na 101 km z kosmodromu w Norwegii

Michał Pakosz¹, Tomasz Noga¹ 

¹Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Lotnictwa

Korespondencja: tomasz.noga@ilot.lukasiewicz.gov.pl

System wynoszenia BURSZTYN to flagowy projekt Sieci Badawczej Łukasiewicz – Instytutu Lotnictwa. Celem projektu jest rozwój kompetencji w projektowaniu i wdrażaniu systemów raketowych, demonstracja lotu na wysokość 100 km, a następnie świadczenie usług lotów suborbitalnych dla przemysłu i nauki. System wynoszenia „Bursztyn” składa się m.in. z rakiety suborbitalnej ILR-33 BURSZTYN 2K, wyrzutni raketowej WR-2 oraz innego wyposażenia naziemnego. Rakieta BURSZTYN jest napędzana przez dwa silniki pomocnicze na stały materiał pędny oraz hybrydowy silnik raketowy na ekologiczne materiały pędne, wykorzystujący wysoko stężony nadtlenek wodoru jako utleniacz. Rakieta jest również wyposażona m.in. w pirotechniczne systemy rozdzielania, system odzysku spadochronowego, komputery pokładowe, nawigację GNSS oraz inercjalną. Prezentacja omawia historię i obecny stan projektu – od pierwszych założeń koncepcyjnych w 2014 roku, przez rozwój i kwalifikację podsystemów, cztery loty testowe w Polsce, udaną demonstrację lotu na 100 km na kosmodromie Andøya Space w Norwegii, aż do dalszych planów w rozwoju i wykorzystaniu rakiety w najbliższej przyszłości.

Wyznaczanie nowych szlaków – efekty programu rozwoju i testów pionierskiej jednostki napędowej Zawisza 4000 zasilającej pierwszą studencką rakietę na paliwo ciekłe w Polsce Turbulencja

Mikołaj Cichoń¹, Mikołaj Ostrowski¹

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica
w Krakowie, AGH Space Systems

Korespondencja: mikolaj.ostrowski@spacesystems.agh.edu.pl

Od 2022 roku koło naukowe AGH Space Systems rozwija silnik Zawisza 4000, zasilany etanolem i podtlenkiem azotu. W wystąpieniu przedstawiono wyniki dwóch lat badań i testów tej pionierskiej jednostki napędowej, która zasilą pierwszą w Polsce rakietę na paliwo ciekłe zbudowaną przez studentów. Omówiono wszystkie dotychczas przeprowadzone testy statyczne, w tym próby pierwszej iteracji silnika, napotkane problemy oraz wnioski wyciągnięte na ich podstawie. Następnie zaprezentowano modyfikacje wprowadzone do systemu napędowego oraz ich efekty podczas drugiej serii testów. Przedstawiono również nowe metody tankowania rakiet samoprężnych, opracowane w celu optymalizacji pracy silnika w ramach trzeciej kampanii testowej. W wystąpieniu zaprezentowano dane z każdego testu, w tym obserwacje dotyczące zachowania kompozytowych osłon ablacyjnych silnika.

Lifting bodies: kadłuby nośne w zastosowaniu do „bliskiego kosmosu”

Piotr Maria Strzelczyk^{1,2} 

¹Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza

²Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii Oddział w Krośnie

Korespondencja: piotstrz@prz.edu.pl

W referacie omówiona została idea zastosowania aerodyn bezskrzydłych jako wahadłowców, samolotów suborbitalnych oraz jako środków do odzyskiwania ładunków z balonowych misji stratosferycznych. Przedstawiona została geneza tego typu konstrukcji w ujęciu historycznym, a także ich zalety i wady.

Zaprezentowano również wstępne prace autora dotyczące odzyskiwania ładunków stratosferycznych z wykorzystaniem bezskrzydłego zasobnika szybującego.

Mission: infussion – tworzenie kompozytów o kosmicznej geometrii

Emilia Andres

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica
w Krakowie, AGH Space Systems

Korespondencja: andrese@student.agh.edu.pl

Proces wytwarzania kompozytów metodą infuzji stanowi istotne wyzwanie technologiczne, szczególnie w przypadku elementów o złożonej, przestrzennej geometrii. W wystąpieniu poruszono zagadnienia związane z produkcją talii zejściowej do rakiety Turbulencja oraz omówiono specyfikę wytwarzania kompozytów o niestandardowych kształtach w procesie infuzji. Przedstawiono przebieg prac od etapu koncepcji po wykonanie finalnego elementu, a także napotkane trudności technologiczne oraz sposoby ich przewyższenia.

AGH Space Systems Rocket Software – ewolucja infrastruktury kontroli misji

Artur Brdej¹, Dominik Kozimor¹,
Adam Kulczycki¹, Hubert Kowalczyk¹,
Jakub Koszyka¹, Jan Piziak¹,
Aleksander Grzybek¹, Kamil Kordecki¹,
Tomasz Koczar¹, Pravallika Mandavalli¹

¹Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica
w Krakowie, AGH Space Systems

Korespondencja: dkozimor@student.agh.edu.pl

Infrastruktura kontroli misji rakiet AGH Space Systems przechodzi obecnie kompleksową transformację. Jednym z kluczowych kierunków rozwoju jest zwiększenie wydajności głównych bibliotek wewnętrznych wykorzystywanych przez AGH Space Systems poprzez stopniowe przepisywanie modułów w języku Python na język Rust. Planowane jest ponadto rozszerzenie infrastruktury o nowe narzędzia, w tym wprowadzenie specjalnie przygotowanego serwera komunikacyjnego

typu proxy, zbudowanego z wykorzystaniem języka Rust i środowiska asynchronicznego Tokio. Serwer ten będzie pełnił rolę scentralizowanego punktu zarządzania komunikacją między oprogramowaniem kontroli misji a podzespołami rakiety. Dodatkowo wdrażane są nowe rozwiązania w zakresie kontroli misji, opracowane przy użyciu technologii webowych, bazujące na doświadczeniu zdobytym przez lata pracy w tej dziedzinie. W prezentacji przedstawiono przegląd najważniejszych funkcjonalności oraz opisano kluczowe zmiany w architekturze systemu kontroli misji rakiet sondujących AGH Space Systems.

Kompozyt kompozytowi nierówny, czyli jak zbudować wytrzymałą ракетę

Wiktorija Kujawa

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica
w Krakowie, AGH Space Systems

Korespondencja: wkujawa@student.agh.edu.pl

Ważnym zagadnieniem podczas projektowania i wytwarzania rakiety jest uzyskanie możliwie najwyższej wytrzymałości przy jak najniższej masie. Doskonale sprawdzają się w tym celu materiały kompozytowe, których właściwości w dużej mierze zależą od rodzaju osnowy oraz fazy wzmacniającej. W prezentacji przedstawiono kryteria doboru poszczególnych komponentów tworzących kompozyty zastosowane w kadłubie rakiety Turbulencja. Omówiono również wyniki badań wytrzymałościowych próbek kompozytowych, przeprowadzonych w kontekście produkcji stateczników.

Od eksperymentu do niezawodności – historia rozwoju systemów odzysku rakiet w AGH Space Systems

Lena Starowicz¹, Laura Morawska¹,

¹Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica
w Krakowie, AGH Space Systems

Korespondencja: lena.starowicz@gmail.com

System odzysku stanowi kluczowy element konstrukcji rakiet amatorskich i eksperymentalnych, umożliwiając bezpieczny powrót ładunku oraz samej rakiety na

ziemię po zakończeniu misji. Zaprezentowana w wystąpieniu analiza, oprócz omówienia systemu odzysku, obejmuje również ocenę wpływu zdobytego doświadczenia na kolejne iteracje projektowe oraz rolę interdyscyplinarnej współpracy w zespole. W dalszej części przedstawiono główne wyzwania projektowe i techniczne związane z konstruowaniem niezawodnych systemów odzysku, w tym aspekty dotyczące uruchamiania systemów separacji oraz integracji z pokładową elektroniką. Na zakończenie zaprezentowano plany zespołu oraz dalsze kierunki rozwoju projektu.

Studencka misja THOR na Suborbitalną Raketę PERUN

Julia Baścik¹, Bartłomiej Twardzicki¹, Paulina Kudzia¹, Mariusz Jacek¹, Bartłomiej Adamczyk¹, Agata Kołodziejczyk² 

¹Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica
w Krakowie, Koło Naukowe AstroBio

²Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica
w Krakowie, Wydział Technologii Kosmicznych

Korespondencja: akolodziejczyk@agh.edu.pl

Po dwóch dekadach przeprowadzania eksperymentów biologicznych w przestrzeni kosmicznej, w szczególności na pokładzie Międzynarodowej Stacji Kosmicznej, udokumentowano znaczące zmiany w przeżywalności, morfologii i metabolizmie systemów komórkowych. Niemniej jednak ostateczne rozstrzygnięcie pozostaje nieuchwytnie, czy obserwowane efekty można przypisać wyłącznie mikrograwitacji, czy też są one potęgowane przez dodatkowe czynniki, takie jak przyspieszenia i wibracje podczas startu i ponownego wejścia na orbitę. W 2025 roku planowany jest inauguracyjny start polskiej rakiety suborbitalnej PERUN na wysokość 50 km z eksperymentalnym ładunkiem. W misji tej wezmą udział studenci z koła naukowego AstroBio AGH, którzy przeprowadzą dedykowany eksperyment biologiczny mający na celu ocenę wpływu lotu rakiet na różne próbki biologiczne. Przygotowany ładunek obejmuje następujące próbki biologiczne: glony (*Chlorella vulgaris*, *Arthrospira platensis*, *Porphyridium cruentum*), drożdże (*Saccharomyces cerevisiae*) i larwy *Drosophila melanogaster*, które zostaną osadzone w podłożu agarowym i umieszczone w 48-dółkowych płytkach. Przygotowane zostaną dwie identyczne konfiguracje: jedna do umieszczenia na pokładzie rakiety, a druga jako kontrola naziemna. Podczas lotu czujniki

pokładowe będą rejestrować w czasie rzeczywistym dane dotyczące wibracji, ciśnienia, temperatury, wilgotności i wybranych gazów. Po procesie odzyskiwania, wizualne przemieszczenie próbek zostanie poddane wizualizacji i pomiarom. Badane organizmy zostaną poddane analizie pod kątem przeżywalności, tempa wzrostu, morfologii oraz analizie molekularnej, w tym profilowaniu ekspresji genów. Zakłada się, że warunki lotu wywołają reakcje stresowe obserwowane szczególnie u większych organizmów. Badanie to wypełnia istotną lukę w wiedzy na temat biologii kosmosu, koncentrując się na krótkotrwałych mechanicznych czynnikach stresogennych podczas startu, a nie na długotrwałej mikrogravitacji lub promieniowaniu. Badanie zapewni wstępne zrozumienie wpływu naprężeń wibracyjnych i hipergravitacyjnych na systemy biologiczne stosowane w bioregeneracyjnych systemach podtrzymywania życia, a także eksperymentalnych procesach biotechnologicznych w kosmosie. Wyniki badań mogą przyczynić się do zaprojektowania bardziej odpornych mediów ochronnych do przyszłych zastosowań kosmicznych.

Lot Polaka w kosmos z perspektywy naukowca

Agata Kołodziejczyk^{1,2} ,
Mateusz Harasymczuk² 

¹Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica
w Krakowie, Wydział Technologii Kosmicznych

²Analog Astronaut Training Center Sp z o.o.

Korespondencja: akolodziejczyk@agh.edu.pl

Załogowe loty kosmiczne otwierają możliwość prowadzenia badań naukowych w warunkach mikrogravitacji przez astronautów. Laboratoria na orbicie znacząco różnią się od tych na Ziemi – ograniczona jest nie tylko przestrzeń w modułach stacji, lecz także procedury zapewniające bezpieczeństwo załogi i infrastruktury. Czas przygotowania i wysłania eksperymentu na stację

kosmiczną wynosi co najmniej jeden rok. Osoby przygotowujące badania dla astronautów muszą je bardzo dobrze zaplanować, szczegółowo opisać oraz przeprowadzić testy naziemne. W zależności od tego, kto odpowiada za lot (agencja kosmiczna lub prywatna firma), wymagane są różne zestawy dokumentów. Najważniejsze z nich dotyczą analizy ryzyka oraz zapewnienia tzw. redundancji, czyli tworzenia zapasowych kopii danych lub elementów systemu. Polscy astronauta wzięli jak dotąd udział w dwóch misjach kosmicznych. Pierwszą z nich była misja Mirosława Hermaszewskiego, zrealizowana przez Roscosmos w 1978 r. na statku Salut 6, natomiast drugą – misja Sławosza Uznańskiego-Wiśniewskiego z 2025 r., przeprowadzona na pokładzie Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. W trakcie tej drugiej misji wykonano szereg eksperymentów przygotowanych przez polskich naukowców. Jednym z nich był eksperyment MXene in LEO, przygotowany przez Wydział Technologii Kosmicznych AGH. Projekt MXene in LEO dotyczył testowania nanomateriałów: celulozy bakteryjnej oraz węgla tytanu Ti_3C_2 w warunkach mikrogravitacji i podwyższonego poziomu promieniowania kosmicznego. Sześć czujników piezoelektrycznych umieszczono w specjalnym metalowym pojemniku, aby umożliwić skuteczne odprowadzanie ciepła od elektroniki. Czujniki te miały zostać wyeksponowane na środowisko stacji kosmicznej i rejestrować dane za pomocą dostępnego na pokładzie ISS komputera AstroPi. Dodatkowo sześć opasek z celulozy bakteryjnej, wyposażonych w meksenowy czujnik pulsu, było testowanych przez polskiego astronautę. Eksperyment zaprojektowany przez Wydział Technologii Kosmicznych AGH został przeprowadzony z sukcesem, podobnie jak pozostałe 13 eksperymentów z różnych dyscyplin naukowych przygotowanych na potrzeby realizacji misji IGNIS. Dzięki temu polscy badacze zdobyli umiejętność projektowania eksperymentów z uwzględnieniem odpowiednich materiałów i procedur dla różnych środowisk technologicznych na orbicie. Wiedza ta oraz zdobyte doświadczenie pozwalają kontynuować prace nad przyszłymi stacjami kosmicznymi, z których ponad dziesięć jest obecnie na etapie projektowania lub budowy.

Wykorzystanie bioreaktorów opartych na konsorcjum kombuczy do oczyszczania ścieków w Kosmosie: zrównoważone podejście do systemów podtrzymywania życia

Marta Marczak-Grzesik¹ ,
Wiktorja Wiejak², Agata Kołodziejczyk² 

¹Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią
Polskiej Akademii Nauk

²Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica
w Krakowie, Wydział Technologii Kosmicznych

Korespondencja: akolodziejczyk@agh.edu.pl

W kontekście długotrwałych misji kosmicznych, wydajne systemy podtrzymywania życia są kluczowe dla człowieka w przestrzeni kosmicznej. Jednym z najważniejszych wyzwań jest recykling wody i zarządzanie odpadami. Tradycyjne metody oczyszczania ścieków nie są wykonalne w ograniczonych przestrzennie i zasobowo środowiskach kosmicznych. Wystąpienie przedstawia koncepcję wykorzystania bioreaktorów opartych na kombuczy do oczyszczania ścieków w habitatach kosmicznych, oferując nowatorskie i zrównoważone rozwiązanie tego problemu. Kombucza, czyli symbiotyczna kultura bakterii i drożdży (SCOBY), wykazuje duży potencjał w biodegradacji i usuwaniu zanieczyszczeń organicznych z wody. Proponowany system wykorzystuje zamknięty bioreaktor, w którym kultury kombuczy są zintegrowane do przetwarzania ścieków. System ten nie tylko oczyszcza wodę poprzez rozkład materii organicznej, ale także generuje cenne produkty uboczne, takie jak kwas octowy i celuloza, które mogą być wykorzystane do innych zastosowań w habitacie, w tym w rolnictwie, leczeniu ran oraz jako materiały konstrukcyjne. W wystąpieniu omówiono kluczowe elementy niezbędne do skutecznego wdrożenia takiego bioreaktora w przestrzeni kosmicznej, w tym utrzymanie równowagi mikrobiologicznej, regulację poziomu pH oraz zarządzanie produkcją

dwutlenku węgla i innych gazowych produktów ubocznych. Ponadto przedstawiono wyzwania i możliwości adaptacji tego bioreaktora do warunków mikrogravitacji, gdzie dynamika płynów i zachowanie mikroorganizmów mogą różnić się od warunków ziemskich. Prezentowane badania pokazują, że bioreaktory oparte na kombuczy mogą odegrać kluczową rolę we wspieraniu długoterminowej eksploracji kosmosu, zapewniając samowystarczalne, łatwe w utrzymaniu i elastyczne rozwiązanie do oczyszczania ścieków. Takie podejście nie tylko zwiększa trwałość ludzkich habitatów w przestrzeni kosmicznej, ale także przyczynia się do szerszego celu, jakim jest ograniczenie potrzeby korzystania z zewnętrznych zasobów w środowiskach pozaziemskich.

Technologie kosmiczne w zastosowaniach na Ziemi – SensoMotion: adaptacyjne systemy rehabilitacyjne

Stręt Magdalena¹

¹Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica
w Krakowie, Koło Naukowe AstroBio

Korespondencja: magdastret@agh.student.edu.pl

Projekt SensoMotion to koncepcja adaptacyjnego systemu rehabilitacyjnego, wykorzystującego precyzyjne czujniki momentu obrotowego o rodowodzie kosmicznym – pierwotnie stosowane w egzoszkieletach wspomagających mobilność astronautów. Celem projektu jest usprawnienie procesów rehabilitacyjnych oraz zwiększenie efektywności terapii ruchowej poprzez integrację zaawansowanych technologii pomiarowych i adaptacyjnych algorytmów sterowania. System SensoMotion zakłada opracowanie inteligentnego egzoszkieletu zdolnego do ciągłego monitorowania parametrów motorycznych pacjenta, dynamicznego dostosowywania poziomu wspomaganie oraz indywidualizacji programu terapeutycznego w czasie rzeczywistym. Proponowane rozwiązanie otwiera nowe perspektywy w rehabilitacji pourazowej, neurologicznej oraz w terapii osób po długotrwałym unieruchomieniu.

Badania infradźwiękowe wejść atmosferycznych obiektów kosmicznych

Piotr Maria Strzelczyk^{1,2} ,
Adrian Kordos¹ , Damian Kordos¹ 

¹Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza

²Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii Oddział w Krośnie

Korespondencja: piotstrz@prz.edu.pl

Od grudnia 2024 roku w Politechnice Rzeszowskiej są prowadzone prace dotyczące otrzymywania sygnatur aeroakustycznych obiektów wchodzących w atmosferę ziemską, takich jak meteoroidy, statki i śmieci kosmiczne. Badania są prowadzone z wykorzystaniem mikrobarometrów tworzących trójkątny interferometr. Rejestrowane dane będą poddane obróbce, z wykorzystaniem identyfikacji sygnatury przebiegu, określenia multikorelacji pomiędzy zarejestrowanymi przebiegami, następnie przesunięcia fazowego i wyznaczenia kierunku metoda TOA: analizy czasu przybycia. Szczegóły przedstawiono w wystąpieniu.

Znalezisko z Dębowca: meteoryt czy pseudometeoryt?

Piotr Maria Strzelczyk^{1,3} ,
Marek Góral¹ , Łukasz Peszek²,
Marcin Kowalik¹, Wacław Moskal³

¹Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza

²Uniwersytet Rzeszowski

³Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii Oddział w Krośnie

Korespondencja: piotstrz@prz.edu.pl

Referat przedstawia wyniki badań zagadkowego znaleziska z marca 2024 roku, odkrytego w Dębowcu, w powiecie jasielskim, województwie podkarpackim. Obiekt o kształcie zbliżonym do elipsoidy trójosiowej został znaleziony przy drodze gruntowej prowadzącej w pola, wśród korzeni orzecha, na głębokości około 60 cm. Jego masa wynosiła 27 kg. Wykazywał on własności magnetyczne i posiadał skorodowaną skorupę obtopieniową. Rozmiary oraz zwarta struktura znaleziska pozwoliły odrzucić hipotezę, że jest to wytwór hutnictwa średniowiecznego. Pomiar gęstości metodą Archimidesa dały wartość 5,197 g/cm³, sugerującą, że może to być meteoryt żelazno-kamienny.

Badana próbka wykazała wysoką twardość – około 6,5 w skali Mohsa. Wytrawiony zgląd próbki nie ujawnił figur Widmanstättena-Neumanna, widoczne były natomiast nieregularne, pseudogwiaździste struktury, sugerujące szybkie schłodzenie obiektu (np. w wyniku upadku do wody), które uniemożliwiło wytworzenie się pełnej struktury krystalicznej. Może to również wskazywać na szokowe oddziaływanie mechaniczne na badany materiał. Zgląd po wytrawieniu nie szczyrzał, a jedynie lekko zszarzał. Badania mikroskopowe wykonano przy użyciu mikroskopów elektronowych na Uniwersytecie Rzeszowskim i w Politechnice Rzeszowskiej. Uzyskany skład chemiczny wskazuje na żelazo z niewielkimi domieszkami krzemu, siarki, tlenu, węgla oraz śladowymi ilościami manganu. Nietypowy dla meteorytów jest niemal całkowity brak niklu. Zawartość węgla również odbiega od wartości typowych dla meteorytów żelaznych i żelaznokamiennych. Zdjęcia powierzchni próbki sugerują amorficzną, szklaną strukturę – tzw. szkło żelazne – z wtrętami węglowymi. Jednocześnie problemy z odgazowaniem próbki wskazują na jej mikroporowatość. Dalsze badania obejmują m.in. spektroskopię ramanowską, mającą na celu określenie związków chemicznych wchodzących w skład tego obiektu.

Rola NASA w monitorowaniu ozonu stratosferycznego. Czy działania dotyczące ochrony warstwy ozonowej są skuteczne?

Agnieszka Lisowska-Lis 

Akademia Tarnowska, Wydział Politechniczny, Katedra Elektrotechniki

Korespondencja: agnieszkalisowskalis@gmail.com

Ozon występuje w atmosferze jedynie w śladowych ilościach, jednak odgrywa kluczową rolę w fizyce i chemii atmosfery. Silnie pochłania on pasmo promieniowania UV pochodzącego ze Słońca. Naturalna warstwa ozonowa w stratosferze (na wysokości 10–50 km) zatrzymuje szkodliwą część tego promieniowania, co umożliwia istnienie życia na naszej planecie. Analiza pomiarów z lat 60. i 70. XX wieku wykazała, że naturalne poziomy ozonu są regulowane przez śladowe ilości tlenków azotu, tlenków wodoru oraz halogenów. W tym okresie zaobserwowano również intensywny ubytek ozonu, który mógł być spowodowany zanieczyszczeniami emitowanymi przez człowieka oraz zakłóceniem naturalnych cykli jego tworzenia

i rozkładu w stratosferze. Rozkład ozonu nasila się wskutek emisji związków zawierających azot (N) i chlor (Cl), uwalnianych przez rakiety i samoloty na dużych wysokościach. Jeszcze większe zagrożenie stanowiły produkowane przez człowieka chlorofluorowęglowodory (CFC) – związki trwałe i obojętne w troposferze, lecz w stratosferze niszczące ozon w wyniku reakcji fotochemicznych. Naukowcy już w latach 70. XX wieku zwracali uwagę na to zagrożenie, co doprowadziło do wprowadzenia pierwszych ograniczeń w stosowaniu CFC. Działania te okazały się jednak niewystarczające. Monitoring warstwy ozonowej wykazał katastrofalny spadek stężenia ozonu nad Antarktydą wiosną w latach 1984–1985. W odpowiedzi podjęto międzynarodowe działania mające na celu wycofanie substancji niszczących ozon, a w 1987 roku podpisano Protokół Montrealski. W kolejnych latach wycofano z użycia 99% zakazanych substancji niszczących ozon. Z najnowszej oceny naukowej ekspertów WMO/UNEP wynika, że jeśli obecne działania zostaną utrzymane, warstwa ozonowa odzyska wartości z 1980 roku (sprzed pojawienia się dziury ozonowej) około roku 2066 nad Antarktydą, do 2045 roku nad Arktyką i do 2040 roku w pozostałych częściach świata. Wbrew tym przewidywaniom w sierpniu 2023 roku zaobserwowano gwałtowny ubytek ozonu i powiększenie dziury ozonowej. Unia Europejska podejmuje obecnie działania zmierzające do wycofania kolejnych substancji zubożających warstwę ozonową, w tym sześciofluorku siarki, stosowanego w energetyce jako gaz izolacyjny. Dalsze obserwacje – w tym monitoring prowadzony przez NASA – pokażą, czy podjęte środki okazały się skuteczne. W prezentacji przedstawiono wybrane raporty oraz symulacje opracowane i udostępniane przez NASA w celach naukowych i edukacyjnych.

Bioróżnorodność mikrobiologiczna w powietrzu w środowiskach lądowych: analiza porównawcza

Ewelina Dobosz¹ , Anna Tomusiak-Plebanek¹ , Agata Kołodziejczyk² 

¹Uniwersytet Jagielloński, Collegium Medicum

²Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Technologii Kosmicznych

Korespondencja: akolodziejczyk@agh.edu.pl

Mikroorganizmy obecne w powietrzu stanowią kluczowy czynnik wpływający na zdrowie środowiskowe,

zwłaszcza w zamkniętych i kontrolowanych siedliskach, takich jak statki oraz stacje kosmiczne. Niniejsze badanie przedstawia analizę porównawczą różnorodności i stężenia drobnoustrojów w różnych środowiskach lądowych, obejmujących miasta, przedmieścia, obszary wiejskie oraz regiony arktyczne. Mikroorganizmy unoszące się w powietrzu mogą niekorzystnie oddziaływać na ludzi i materiały w wielu sektorach – m.in. w ochronie zdrowia, farmacji, przemyśle spożywczym, zakładach utylizacji odpadów, produkcji elektroniki i komponentów kosmicznych, rolnictwie, ochronie dziedzictwa kulturowego oraz w biurach. Ich obecność może prowadzić do poważnych skutków zdrowotnych i ekonomicznych. Celem badania była ocena bioróżnorodności drobnoustrojów powietrznych z wykorzystaniem metody sedymentacyjnej w różnych środowiskach. Przeprowadzono cztery eksperymenty, koncentrując się na zmianach sezonowych oraz wpływie temperatury inkubacji. Eksperyment zimowy wykazał przewagę grzybów, których rozwój był szczególnie intensywny w temperaturze pokojowej (23–25°C). W drugim i trzecim eksperymencie zidentyfikowano szereg gatunków bakterii – zarówno związanych z człowiekiem, jak i środowiskowych – przy użyciu techniki MALDI-TOF, przy czym grzyby dominowały w chłodniejszych warunkach. Czwarty eksperyment, przeprowadzony w Arktyce, ujawnił mieszane występowanie gatunków pochodzenia ludzkiego i środowiskowego. Uzyskane wyniki potwierdzają skuteczność metody sedymentacyjnej oraz analizy MALDI-TOF w identyfikacji mikroorganizmów unoszących się w powietrzu. Podkreślają również znaczenie czynników środowiskowych – takich jak temperatura i aktywność człowieka – w kształtowaniu różnorodności drobnoustrojów. Otrzymane dane dostarczają cennych informacji dla mikrobiologii środowiskowej, zdrowia publicznego oraz kontroli zanieczyszczeń, szczególnie w kontekście oceny ryzyka narażenia na drobnoustroje w siedliskach kosmicznych. Zrozumienie mechanizmów rozprzestrzeniania się mikroorganizmów w różnych środowiskach ziemskich stanowi istotny krok w opracowaniu strategii bezpieczeństwa biologicznego dla długotrwałych misji kosmicznych oraz działań z zakresu ochrony planetarnej, mających na celu zapobieganie skażeniu mikrobiologicznemu powierzchni pozaziemskich.

M3Space – aplikacja do pomiaru subiektywnej percepcji czasu w symulowanych misjach kosmicznych

Kajetan Ginter¹ , Stanisław Sękała¹ ,
Magdalena Stręt¹, Bartłomiej Adamczyk¹,
Mateusz Daniol¹ ,
Agata Kołodziejczyk² 

¹Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica
w Krakowie, Koło Naukowe AstroBio

²Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica
w Krakowie, Wydział Technologii Kosmicznych

Korespondencja: akolodziejczyk@agh.edu.pl

Percepcja czasu jest podstawą ludzkiej aktywności i była badana od stuleci, jednak jej biologiczna podstawa pozostaje niejasna. Projekt M3Space 2.0 integruje biologię, technologię i psychologię w celu analizy percepcji czasu w symulowanych misjach kosmicznych. M3Space to zespół studentów AstroBio AGH, który składa się z trzech sekcji: projektowej, analizy sygnałów i programistycznej. Trwają prace nad czujnikiem integrującym sygnały EEG i EKG z percepcją czasu. Grupa zbiera, przetwarza i interpretuje dane fizjologiczne w celu odkrycia wzorców łączących aktywność neuronalną i serca z subiektywnymi doświadczeniami czasu. Testy czujnika przeprowadzane są nie tylko w laboratorium ale również w środowiskach ekstremalnych na wirówce przeciążeniowej w Wojskowym Instytucie Lotnictwa oraz w habitacie AATC w czasie symulowanych misji kosmicznych.

Analogowe misje łazików planetarnych

Mariusz Gibiec 

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica
w Krakowie, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki,
Koło Naukowe AGH Space Systems

Korespondencja: mgi@agh.edu.pl

W eksploracji planetarnej bardzo użytecznym narzędziem są łaziki planetarne. Ich budowa i przygotowanie do misji są niezwykle wyzwaniem naukowym i inżynierskim. Jednak przed wyruszeniem w rzeczywistość misję wiele rozwiązań jest testowanych na Ziemi w symulowanych warunkach zbliżonych do rzeczywistych

(analogowych). Budowany przez AGH Space Systems łazik planetarny Kalman uczestniczy w takich misjach kilka razy w roku w ramach zawodów serii Rover Challenge. W prezentacji przedstawiono budowę łazika, symulowane misje marsjańskie (w The Mars Desert Research Station, Utah) oraz księżycowe (w The Andy Thomas Centre for Space Resources University of Adelaide), przygotowania do różnych typów zadań jakie łazik musi realizować i sposób weryfikacji sprawności jego działania. Omówiono także metody sterowania (w szczególności autonomiczna nawigacja) oraz komunikacja łazik – stacja naziemna

Koncepcja innowacyjnego systemu ratunkowego do wykrywania osób zasypanych śniegiem z wykorzystaniem BSP (dronów)

Adam Pieprzycki¹ , Bartosz Srebro¹ 

¹Akademia Tarnowska, Wydział Politechniczny, Katedra Informatyki

Korespondencja: pieprzycki@gmail.com

Prezentowany system ratunkowy do wykrywania osób zasypanych śniegiem z wykorzystaniem dronów (BSP) jest projektem naukowo-wdrożeniowym realizowanym w Katedrze Informatyki Akademii Tarnowskiej we współpracy z Tatrzańskim Ochotniczym Pogotowiem Ratunkowym (TOPR). Celem projektu jest opracowanie systemu wspomagającego akcje ratunkowe w przypadku lawin śnieżnych, wykorzystującego platformę bezzałogowego statku powietrznego (BSP, UAV – Unmanned Aerial Vehicle) zintegrowaną z detektorami lawinowymi: aktywnym LVS (Lawinenverschütteten-Suchgerät) oraz pasywnym Recco (nazwa wywodzi się od angielskich słów rescue – ratunek lub reccy – rozpoznanie). Zastosowanie BSP (dronów) do szybszego i bardziej precyzyjnego lokalizowania osób zasypanych w lawinie może znacząco usprawnić proces ich odnajdywania i ratowania. Do operatora (pilota lub osoby wspomagającej) mogą być przesyłane informacje dotyczące m.in. położenia BSP, określanego na podstawie sygnału GPS (wykorzystywanego w procesie sterowania dronem), a także poziomu i kierunku odbieranego sygnału z detektorów LVS i/lub Recco. Projektowany system może również wspierać działania ratowników poprzez automatyczne oznaczanie miejsca o najsilniejszym sygnale detektora (np. za pomocą znacznika lub farby).

Kosmiczna prognoza pogody czyli o propagacji fal radiowych słów kilka

Waldemar Krauze¹, Tomasz Jakubczyk²

¹Polski Związek Krótkofalowców, znak: SP5GFN

²Polski Związek Krótkofalowców, znak: SP5NHT

Korespondencja: ejrene@o2.pl

W pracy przedstawiono wpływ zjawisk zachodzących na Słońcu na propagację fal radiowych w atmosferze ziemskiej i jej otoczeniu. Omówiono zachowanie fal radiowych w zależności od częstotliwości (lub długości fali) oraz wpływ jonosfery i magnetosfery na radiokomunikację na Ziemi i w przestrzeni okołozemskiej. Wspomniano również o cyfrowych emisjach małosygnałowych (niskiej mocy) jako efektywnych metodach umożliwiających nawiązywanie łączności na bardzo duże odległości.

Systemy łączności radiowej w amatorskich radiosondach stratosferycznych

Jacek Jasielski 

Akademia Tarnowska, Wydział Politechniczny, Katedra Elektroniki, Telekomunikacji i Mechatroniki

Korespondencja: jasielsk@gmail.com

Radiosonda stanowi niezbędny element każdej misji stratosferycznej. Jej główną rolą jest przesyłanie na bieżąco pozycji balonu wynoszącego ładunek. Umożliwia to śledzenie trasy oraz późniejsze odnalezienie ładunku. Dodatkowo urządzenie może mierzyć i transmitować parametry meteorologiczne, takie jak temperatura, wilgotność czy ciśnienie atmosferyczne. Transmisja radiowa realizowana jest w pasmach amatorskich 2 m lub 70 cm, z wykorzystaniem jednego z protokołów komunikacyjnych, takich jak RTTY, APRS czy Horus. Coraz częściej stosowany jest również nowoczesny standard LoRa. Pierwsza część prezentacji została poświęcona omówieniu wymienionych standardów komunikacyjnych. W drugiej części zaprezentowano implementację protokołu HorusV2 na radiosondzie meteorologicznej Meteomodem M20, odzyskanej po wysłaniu jej przez stację pomiarów aerologicznych w Tarnowie. Oprogramowanie opracowano w ramach prac Studenckiego Koła Naukowego Elektroników AMPER i pomyślnie przetestowano podczas jednej z misji balonowych Akademii Tarnowskiej. Przedstawiono również możliwość wykorzystania tanich modułów ESP32 z układem komunikacyjnym LoRa SX1278 oraz lokalizatorem GNSS do budowy prostej, amatorskiej radiosondy.

SESJA PLAKATOWA

Spektroskopia EPR w ocenie stabilności farb eksponowanych na promieniowanie UV w kontekście zastosowań kosmicznych

Wojciech Żyłka¹ , Bogumił Cieniek¹ , Ireneusz Stefaniuk¹ 

¹Uniwersytet Rzeszowski, Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych, Instytut Inżynierii Materiałowej

Korespondencja: wzylka@ur.edu.pl

W prezentacji omówiono możliwość zastosowania spektroskopii elektronowego rezonansu paramagnetycznego (EPR) do oceny stabilności farb technicznych narażonych na promieniowanie ultrafioletowe (UVA, UVB, UVC), charakterystyczne dla środowiska przestrzeni kosmicznej. Badania przeprowadzono na farbie alkidowej zawierającej pigmenty paramagnetyczne, eksponowanej na promieniowanie UV. Analiza sygnałów EPR umożliwiła identyfikację defektów elektronowych powstałych w wyniku fotodegradacji oraz ocenę intensywności tych zmian w zależności od długości fali promieniowania. Najsilniejsze efekty degradacyjne zaobserwowano po ekspozycji na promieniowanie UVC. Uzyskane wyniki dostarczają istotnych informacji na temat mechanizmów degradacji materiałów powłokowych w warunkach kosmicznych i mogą być pomocne przy doborze farb do zastosowań orbitalnych oraz satelitarnych.

Adaptacja zaworów piezoelektrycznych z technologii kosmicznych do zastosowań ziemskich

Monika Lubas¹ , Marta Żyłka¹ , Natalia Marszałek¹ 

¹Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza, Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa, Katedra Inżynierii Lotniczej i Kosmicznej

Korespondencja: m.lubas@prz.edu.pl

W prezentacji omówiono proces transferu technologii piezoelektrycznych zaworów kulowych z sektora kosmicznego do zastosowań ziemskich – w szczególności w lotnictwie, medycynie, motoryzacji oraz w systemach transportu i magazynowania wodoru. Opisana technologia, pierwotnie stosowana w systemach satelitarnych i raketowych (m.in. w projektach ESA), charakteryzuje się wyjątkowo krótkim czasem reakcji (<1 ms), cichą pracą, wysoką trwałością oraz możliwością precyzyjnego sterowania przepływem gazów i cieczy. W pracy przeanalizowano konstrukcję zaworu, jego właściwości funkcjonalne oraz przewagi nad klasycznymi rozwiązaniami elektromagnetycznymi i mechanicznymi. Przedstawiono również potencjalne kierunki wdrożenia w urządzeniach medycznych (np. pompach infuzyjnych, respiratorach), pojazdach elektrycznych, statkach powietrznych oraz systemach opartych na technologii wodorowej. Transfer tej technologii do sektora cywilnego i wojskowego może znacząco zwiększyć niezawodność, energooszczędność i kompaktowość nowoczesnych systemów przepływowych.

GraviLimbs – transfer technologii rehabilitacyjnej z Ziemi do sektora kosmicznego

Marta Żyłka¹ , Natalia Marszałek¹ ,
Monika Lubas¹ 

¹Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza,
Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa, Katedra Inżynierii
Lotniczej i Kosmicznej

Korespondencja: mzyłka@prz.edu.pl

W prezentacji omówiono proces transferu technologii GraviLimbs – urządzenia do biernych ćwiczeń kończyn dolnych – z sektora medycznego do zastosowań w misjach kosmicznych. Technologia, oparta na napędzie pneumatycznym i sterowaniu mikroprocesorowym, została zaprojektowana w celu przeciwdziałania atrofii mięśni i demineralizacji kości w warunkach mikrogravitacji. Urządzenie umożliwia symulację chodu, pozwalając astronautom na rehabilitację nawet podczas wykonywania codziennych zadań. W prezentacji zostanie omówiona ścieżka od TRL 5-7 na Ziemi, przez testy z udziałem analogowych astronautów, aż po planowane adaptacje do wymogów misji kosmicznych. Szczególną uwagę poświęcono synergii sektora kosmicznego i medycznego oraz korzyściom społecznym wynikającym z transferu tej technologii na potrzeby rehabilitacji pacjentów na Ziemi.

Transfer technologii kosmicznej do gospodarki wodorowej: zminiaturyzowane czujniki do detekcji wycieków wodoru

Natalia Marszałek¹ , Marta Żyłka¹ ,
Monika Lubas¹ 

¹Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza,
Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa, Katedra Inżynierii
Lotniczej i Kosmicznej

Korespondencja: n.marszalek@prz.edu.pl

W prezentacji omówiono transfer technologii kosmicznej – zminiaturyzowanego czujnika wodoru opartego na elektrolizie w stanie stałym (Non-Nernst) – do zastosowań naziemnych w gospodarce wodorowej. Technologia, sprawdzona w warunkach kosmicznych (ISS,

rakiety SLS), umożliwia wykrywanie wodoru od 1 ppm, cechuje się szybkim czasem reakcji (<1 s), wysoką odpornością temperaturową (do 580°C) oraz niskim poborem mocy. Czujniki mogą być stosowane w lotnictwie (np. samoloty wodorowe), energetyce, przemyśle chemicznym i transporcie. Dzięki miniaturyzacji i niezawodności, technologia zwiększa bezpieczeństwo eksploatacji wodoru, a jej wdrożenie może przyczynić się do rozwoju nowych segmentów rynku oraz infrastruktury wspierającej transformację energetyczną.

Akumulatory przepływowo-jonowe jako nowy typ magazynów energii mogących zasilać urządzenia mobilne

Marek Siwiak¹, Agnieszka Lisowska-Lis² 

¹Akademia Tarnowska, Studenckie Koło Naukowe
Elektroenergetyków

²Akademia Tarnowska, Wydział Politechniczny, Katedra
Elektrotechniki

Korespondencja: agnieszkalisowskalis@gmail.com

W zasilaniu urządzeń mobilnych niezbędne są stabilne i wydajne źródła zasilania. Wadą akumulatorów jest spadek napięcia w zależności od czasu użytkowania i w zależności od obciążenia oraz rodzaju ogniwa i jego żywotności. Tych wad nie mają źródła nowego typu takie jak akumulatory przepływowe. Przechowiają one energię w dwóch ciekłych roztworach chemicznych, które w celu rozładowania pompuje się przez ogniwo elektrochemiczne po dwóch stronach półprzepuszczalnej membrany. Membrana ta służy do oddzielenia od siebie substancji, równocześnie umożliwiając wymianę jonów między nimi. W ten sposób energia chemiczna może być zamieniona na użyteczną energię elektryczną. Ważną cechą jest także możliwość zarówno uzyskania z ogniwa wysokiej gęstości mocy, jak i przechowywania energii przez stosunkowo długi czas. Moc baterii przepływowych zależy od wielkości i kształtu ogniwa, natomiast zgromadzona energia – od wielkości zbiorników. Umożliwia to stworzenie indywidualnie zaprojektowanego magazynu energii w zależności od potrzeb. Ogniwa przepływowe mogą magazynować energię dla wielu zastosowań. Są one dostępne komercyjnie w małoskalowych rozwiązaniach. Ich wytrzymałość pozwala na użytkowanie ogniwa przepływowego przez bardzo długi czas (nawet do 30 lat). Istnieje możliwość, że dzięki tym

cechom baterie przepływowe przewyższą użytecznością powszechnie stosowane dziś baterie litowo-jonowe. Popularnym typem baterii przepływowej redoks jest bateria wanadowa (V/V), Możliwe jest wykorzystywanie w bateriach redoks także wielu innych par elektrolitów, na przykład bromu i siarki (Br/S), żelaza i chromu (Fe/Cr) czy cynku i bromu (Zn/Cr).

Stratospheric missions of the UAS Tarnów

Jakub Antosz¹ , Jakub Chruszcz¹,
Regina Arabik² , Damian Pękała²
, Maciej Witek² , Piotr Nowak¹,
Piotr Jasielski¹, Piotr Moryl¹,
Łukasz Ciężadło¹, Ewa Serafińska¹,
Jacek Jasielski² , Krzysztof Golonka¹,
Eryk Lisowski¹, Sylwia Plata¹,
Piotr Wojtanowski¹, Paulina Knapczyk¹,
Robert Wielgat² , Wojciech Żyłka² 

¹Akademia Tarnowska, Studenckie Koło Naukowe Elektroników AMPER

²Akademia Tarnowska, Wydział Politechniczny, Katedra Elektroniki, Telekomunikacji i Mechatroniki

Korespondencja: rwielgat@poczta.onet.pl

The poster presents three student-led stratospheric balloon missions carried out in 2023 by the AMPER Electronics Student Scientific Club at the University of Applied Sciences in Tarnów. The first mission, Szczepanik 1, was launched on July 29, 2023, and reached an altitude of 34.4 km. The balloon carried a 360-degree

camera, a GSM tracker, and a reprogrammed RS41 radiosonde transmitting data via APRS (432.5 MHz) and 4FSK (437.6 MHz). Over a flight duration of 2 hours and 35 minutes, the mission gathered data on altitude, speed, temperature variation, trajectory, and landing position. The camera captured more than 600 images of the stratosphere. This mission marked the first successful stratospheric experiment in the University's history. The second mission Szczepanik 2 followed on September 23, 2023, reaching 27.4 km and flying for 2 hours and 5 minutes. In addition to the standard equipment, it featured an SSTV transmitter (144.5 MHz), an Arduino-based logger with temperature sensors and a Geiger counter, as well as educational payloads from Zespół Szkół Technicznych w Tarnowie—including sodium chloride, cress seeds, and an ice sublimation module. The 360-degree camera collected over 1,000 images, and both internal and external temperature data was recorded throughout the flight. The final mission, Szczepanik 3, was launched on September 29, 2023, and reached the highest altitude of 36.9 km in 2 hours and 10 minutes. The payload included two reprogrammed RS41 radiosondes (APRS and 4FSK), a GSM tracker, and a GPS logger equipped with temperature, pressure, and humidity sensors. This mission also carried radiation sensors developed by the Institute of Nuclear Physics of the Polish Academy of Sciences in Kraków, in cooperation with Zespół Szkół Mechaniczno-Elektrycznych w Tarnowie. All missions addressed significant technical challenges such as payload weight optimization, power supply at extreme temperatures, low signal bandwidth, and long-range data transmission. The project was conducted under SKN/SP/536270/2022, titled "Ground control system for stratospheric radiosondes," co-financed by the Ministry of Education and Science under the "Student Science Clubs Create Innovations" program.