

XXII Ogólnopolskie Sympozjum Naukowe „Fotogrametria – Teledetekcja – Geoinformacja: stan aktualny i tendencje rozwoju”, Kraków, 26–28 września 2022 r.

Od wyzwolenia do płaskowyzu

Nowoczesne technologie teledetekcyjne i fotogrametryczne to błogosławieństwo i przekleństwo jednocześnie. Wprawdzie oferują zupełnie nowe możliwości wykorzystania danych, ale ich przetwarzanie staje się coraz bardziej skomplikowane.

Jerzy Królikowski

Gdybyśmy cofnęli się w czasie do początku XXI wieku i powiedzieli ówczesnym geodetom, że już za dwie dekady wykorzystanie zdjęć lotniczych i satelitarnych oraz skanerów laserowych

będzie dostępne nawet dla mniejszych firm z tej branży, to albo by nas wyśmiali, albo by się wystraszyli takich zmian. A że postęp technologiczny wcale nie wyhamowuje, rodzi się pytanie, dokąd zaprowadzi nas za kolejne dwie dekady.

I to właśnie zagadnienie zdominowało dyskusję towarzyszącą tegorocznemu

sympozjum fotogrametrycznemu – konferencji organizowanej przez Polskie Towarzystwo Fotogrametrii i Teledetekcji, Stowarzyszenie Geodetów Polskich oraz Akademię Górniczo-Hutniczą w Krakowie. Prof. Zdzisław Kurczyński z Politechniki Warszawskiej nie ma złudzeń, że przewidywanie przyszłości w tak



Krakowskie sympozjum PTFiT, które zgromadziło blisko 120 uczestników, poprzedziły uroczystości z okazji jubileuszu 70-lecia Katedry Fotogrametrii,

odległej perspektywie czasowej jest po prostu wróżeniem z fusów. Jako przykład podał skanery laserowe pojedynczych fotonów (GEODETA 9/2019). Jeszcze kilka lat temu budziły one ogromne nadzieje, ale skończyło się na kilku wyprodukowanych egzemplarzach w skali świata. Z dronami było przeciwnie. Gdy niecałą dekadę temu nieśmiało pojawiały się na półkach ze sprzętem pomiarowym, wielu ekspertów zapewniało, że to tylko sezonowy gadżet. A przecież dziś stają się już niemal standardowym wyposażeniem firmy geodezyjnej.

Oczywiście te i inne nietrafione prognozy nie oznaczają, że w ogóle nie warto zastanawiać się nad przyszłością technologiczną geodezji. Ale lepiej robić to w zdecydowanie krótszej perspektywie. Wiele cennych wskazówek w tym zakresie dostarczyło 55 prezentacji z krakowskiego sympozjum.

• Dronowy monopol

Co nie powinno zaskakiwać, bardzo często przewijał się temat dronów. Autorzy pokazali, że pomysłów na różnorodne wykorzystanie pozyskiwanych danych jest bez liku – od dość typowych (jak obliczanie objętości mas ziemnych), po całkiem niszowe (choćby zarządzanie zielenią miejską, monitoring zanieczyszczenia gleb czy analiza jesiennego żółknięcia liści). Skoro bezzałogowce szturmem zdobywają branżę teledetekcyjną, uczestnicy krakowskiej konferencji zastanawiali się nawet, czy



Prof. Aleksandra Bujakiewicz w towarzystwie prof. Krystiana Pyki odstawia tablicę upamiętniającą prof. Zbigniewa Sitka

nie wyprą one platform załogowych. Prof. Zdzisław Kurczyński – choć sam jest entuzjastą dronów – uważa, że

70 lat fotogrametrii na AGH

Krakowskie sympozjum było okazją do świętowania 70-lecia Katedry Fotogrametrii, Teledetekcji Środowiska i Inżynierii Przestrzennej AGH (pierwotnie Zakładu Fotogrametrii). Obchody te w naturalny sposób koncentrowały się wokół zmarłego w tym roku prof. Zbigniewa Sitka – wybitnego fotogrametryzowanego nie tylko dla AGH, ale i krajowej oraz światowej nauki. Jak przypomniał prof. Krystian Pyka (AGH), dzięki temu, że w latach 1963–1965 prof. Sitek był stypendystą w National Research Council of Canada, mógł wrócić do Polski z ogromną wiedzą dotyczącą nowoczesnych technologii fotogrametrycznych. To zaś pozwoliło znacząco podnieść poziom badań naukowych realizowanych w Zakładzie Fotogrametrii – jednostce, którą prof. Sitek kierował aż 31 lat (1961–1992). Jego niekwestionowaną zasługą było ponadto otwarcie polskiej fotogrametrii na świat, bo to właśnie z jego inicjatywy AGH była wielokrotnie gospodarzem ważnych międzynarodowych konferencji fotogrametrycznych. Na sympozjum profesora Sitka upamiętniono nie tylko podczas wystąpienia, ale także odstawiając poświęconą mu tablicę, zlokalizowaną na II piętrze budynku Wydziału Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska AGH. Jej odświeżenie dokonała prof. Aleksandra Bujakiewicz – przewodnicząca PTFiI.



Teledetekcji Środowiska i Inżynierii Przestrzennej WGGiIŚ AGH



Fot. Gispro

Batymetryczna łódź pomiarowa – element nowego systemu pomiarowego szczecińskiej firmy Gispro

nie ma na to szans. Wskazał tu na duże przetargi fotogrametryczne organizowane przez GUGiK czy ARiMR, które zakładają obrazowanie całego kraju w 2-letnim cyklu. Drony absolutnie nie oferują wydajności pozwalającej sprostać tak rozległym zleceniom i jeszcze długo jej nie osiągną – ocenił naukowiec z PW.

Podczas debaty odnotowano także coraz bardziej dominującą pozycję chińskiej firmy DJI na światowym rynku profesjonalnych bezzałogowców. Dla wielu nie ma w tym nic niepokojącego – wszak producent ten oferuje dopracowane maszyny w przyzwoitej cenie. Ale nie brak opinii, że bezzałogowce tej marki mogą stać się ofiarą światowych napięć politycznych. Już dziś – w obawie o bezpieczeństwo danych – ich stosowanie w zleceniach rządu USA jest zabronione. Jeśli takie przepisy zostałyby zaostrzone i wprowadzone w innych krajach, byłby to ogromny cios dla coraz szerszego grona użytkowników technologii bezzałogowych.

Inny trend dobrze widoczny na rynku geodezyjnych bezzałogowców to popularyzacja tanich i niewielkich skanerów laserowych. Ale – jak udowodnił w swoich badaniach prof. Grzegorz Józków z Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu – ich jakość pozostawia niekiedy wiele do życzenia. Dokładność przeanalizowanego przez niego popularnego modelu

Velodyne VLP-16 Puck wyniosła raptem 13 cm. Ale dobra wiadomość jest taka, że wystarczyło przetworzyć wyniki za pomocą autorskiego algorytmu, by zmniejszyć średni błąd do 4 cm.

• Wiedza zamiast danych, usługi zamiast produktu

Wraz z technologią w fotogrametrii i teledetekcji zmieniają się też zasady funkcjonowania rynku. Jak bowiem zauważyła Małgorzata Darowska z firmy Drone-Way, klienci firm dronowych coraz rzadziej oczekują standardowych danych – zdjęć, ortofotomapy czy modeli 3D. Zamiast tego potrzebują gotowej wiedzy – na ogół w postaci raportów, które są podstawą podejmowanych decyzji. Szczególnie duży potencjał tkwi w coraz popularniejszych analizach typu ESG (*Environmental, Social and Governance*), które zapewniają możliwość porównania różnych wariantów inwestycji – dotyczy to choćby wpływu budowy na środowisko. Drony wydają się idealnym źródłem danych do tego typu raportów – podkreśliła przedstawicielka Drone-Way.

Praktyczny przykład realizacji tej idei zaprezentowali przedstawiciele AGH oraz firmy 3D Format. Są oni w trakcie budowy systemu, który na podstawie zdjęć z dronów będzie automatycznie generować raporty z pomia-

rów objętości mas ziemnych. Uczestnicy projektu liczą, że ich rozwiązanie dostarczy takie opracowanie już 4 godziny po nalocie, a błąd zawartych w nim danych nie przekroczy 1%.

Oczywiście wyżej opisany trend dotyczy nie tylko dronów, ale i wielu innych danych przestrzennych. Jak zauważyła Jędrzej Bojanowski z firmy CloudFerro oferującej rozbudowaną infrastrukturę serwerową do pracy w chmurze, coraz istotniejszym wyzwaniem dla rynku geoinformatycznego staje się harmonizacja wszystkich możliwych typów obserwacji, tak by generować na ich podstawie dane gotowe do podejmowania decyzji (*decision ready data*). Właśnie w tym kierunku rozwijana jest polska internetowa platforma Creodias stworzona przez tę spółkę wspólnie z Creotech Instruments.

Na inny ciekawy trend zwrócił uwagę Tomasz Majkusiak z firmy Geotronics Dystrybucja – sprzedawcy rozwiązań pomiarowych m.in. marki Trimble. W jego ocenie powoli odchodzimy już od tradycyjnego, właścicielskiego modelu użytkowania sprzętu i oprogramowania na rzecz usług, czyli coraz powszechniejszych rozwiązań „as-a-service”. Jeśli zatem będziemy potrzebowali danego instrumentu czy aplikacji, to w niedalekiej przyszłości raczej będziemy wynajmować je na zasadzie subskrypcji, niż kupować na własność.

● Kosmos nasz powszedni

Krajowa branża geodezyjna coraz chętniej korzysta nie tylko z niskiego pułapu, ale i tego najwyższego, czyli kosmicznego. Niebagatelne znaczenie dla popularyzacji zobrazowań satelitarnych ma europejski program Copernicus, dzięki któremu dane z satelitów Sentinel są dostępne całkowicie za darmo. Polscy naukowcy i przedsiębiorcy sięgają po nie coraz częściej – udowodniło wiele wystąpień podczas krakowskiego sympozjum. Sporo z nich koncentrowało się wokół monitorowania kondycji upraw rolnych, o czym mówili chociażby przedstawiciele Instytutu Geodezji i Kartografii. Podczas dyskusji zauważono też, że znaczącą rolę w popularyzacji tego typu zastosowań odegrała wojna w Ukrainie. Stało się jasne, że jeśli chodzi o sprawne dostarczanie wiarygodnych danych dla rozległych obszarów, teledetekcja satelitarna jest dziś bezkonkurencyjna. W efekcie dane z orbity okołozemskiej stały się dla naszego wschodniego sąsiada towarem pierwszej potrzeby, jak amunicja czy żywność. Co ważne, w zaspokajaniu tych potrzeb aktywnie włączyli się Polacy, m.in. poprzez projekt EO4UA. W jego ramach utworzono specjalną platformę w chmurze, dzięki której Ukraińcy mogą na preferencyjnych warunkach wykonywać zaawansowane analizy zobrazowań satelitarnych.

Oczywiście dane z Sentineli sprawdzają się też w wielu innych dziedzinach. Na sympozjum pokazano, że można je wykorzystywać chociażby do: monitorowania torfowisk, wykrywania zabudowy, śledzenia szkód górniczych, a nawet pozyskiwania danych statystycznych o dobrostanie. Co warto podkreślić, w wielu prezentacjach poza czystą nauką omawiano także praktyczne wdrożenia, np. w postaci aplikacji dla rolników.

Nie samymi Sentinelami jednak teledetekcja satelitarna żyje. Wraz z popularyzacją idei „New Space” w ostatnich latach na orbitę trafiają bowiem setki prywatnych i niewielkich satelitów obserwacyjnych, które oferują wysokorozdzielcze dane optyczne i radarowe z czasem rewizyty nawet na poziomie kilkudziesięciu minut. Otwiera to zupełnie nowe możliwości wykorzystania tego typu danych.

Akurat w przypadku krakowskiego sympozjum temat ten był słabo obecny w referatach. Pojawił się za to w dyskusji. Jak krytycznie ocenił Robert Lach (Uniwersytet Zielonogórski), polski rząd, a w szczególności resort obrony i GUGiK, powinny mieć konkretny plan wykorzystania danych z tego typu konstelacji. Zamiast tego na razie słyszy się jedynie

o pomysłach wystrzelenia pojedynczych rządowych satelitów. Przykładowo nasz planowany aparat radarowy zapewni czas rewizyty na poziomie kilku dni, co w kontekście chociażby trwającej wciąż wojny w Ukrainie jest daleko niewystarczające – ocenił Lach.

● Mokra, ale perspektywiczna robota

Kolejny wyraźny trend w teledetekcji i fotogrametrii to wzrost zainteresowania pomiarami batymetrycznymi. Nie powinno to jednak dziwić, bo ponoć o dnach zbiorników wodnych wiemy mniej niż o powierzchni Marsa. A wiedza ta jest coraz bardziej w cenie. Odpowiedzią na to zapotrzebowanie są m.in. lotnicze skanery batymetryczne, które na krakowskim sympozjum w szczególności omówił prof. Hans-Gerd Maas z Uniwersytetu Technicznego w Dreźnie. Jak zauważył, to jeszcze stosunkowo nowa kategoria sprzętu, dlatego obarczona jest kilkoma istotnymi wadami. Choćby tym, że falowanie wody może generować błędy pomiaru głębokości nawet rzędu 15 cm. Trwają jednak intensywne prace badawcze, które dają nadzieję na przezwycięzenie tych i innych ograniczeń technologicznych. Należy się zatem spodziewać, że możliwości tych instrumentów da się jeszcze znacząco poprawić. Nieodkrytym potencjałem jest choćby zmętnienie wody. Zasadniczo jest

to element najbardziej ograniczający możliwości skanerów batymetrycznych, ale może być też źródłem wartościowych danych przestrzennych, np. o zanieczyszczeniu – twierdzi prof. Maas. Oczywiście – jak przypomniano podczas dyskusji – podstawowym instrumentem do pomiarów dna zbiorników wodnych jest i jeszcze długo będzie echosonda. Lidar może być jedynie jej uzupełnieniem dla płytszych obszarów.

Potencjał pomiarów batymetrycznych dostrzegany jest również przez krajową branżę geodezyjną, o czym pisaliśmy chociażby w GEODECIE 6/2019. Potwierdzeniem jest ambitny projekt szwajcarskiej firmy Gispro realizowany wspólnie z Politechniką Morską w Szczecinie. W jego ramach dobiega końca budowa złożonego systemu do monitorowania wód, który składa się z dwóch komponentów lotniczych (bezzałogowego i załogowego, przy czym ten drugi wyposażony jest w skaner batymetryczny) oraz dwóch pływających (tj. załogowych łodzi wyposażonych m.in. w echosondy i mobilne systemy skanowania). Razem mają one stworzyć kompleksowe rozwiązanie do realizacji różnorodnych projektów hydrograficznych.

Czy wciąż bardzo niszowy rynek pomiarów batymetrycznych zapewni wystarczająco dużo zleceń zarówno dla tego systemu, jak i rozwiązań wdrożonych już wcześniej w innych krajowych firmach, dowiemy się wkrótce. Warto bowiem zauważyć, że np. batymetryczny lidar od kilku lat posiada też spółka OPEGIEKA z Elbląga.

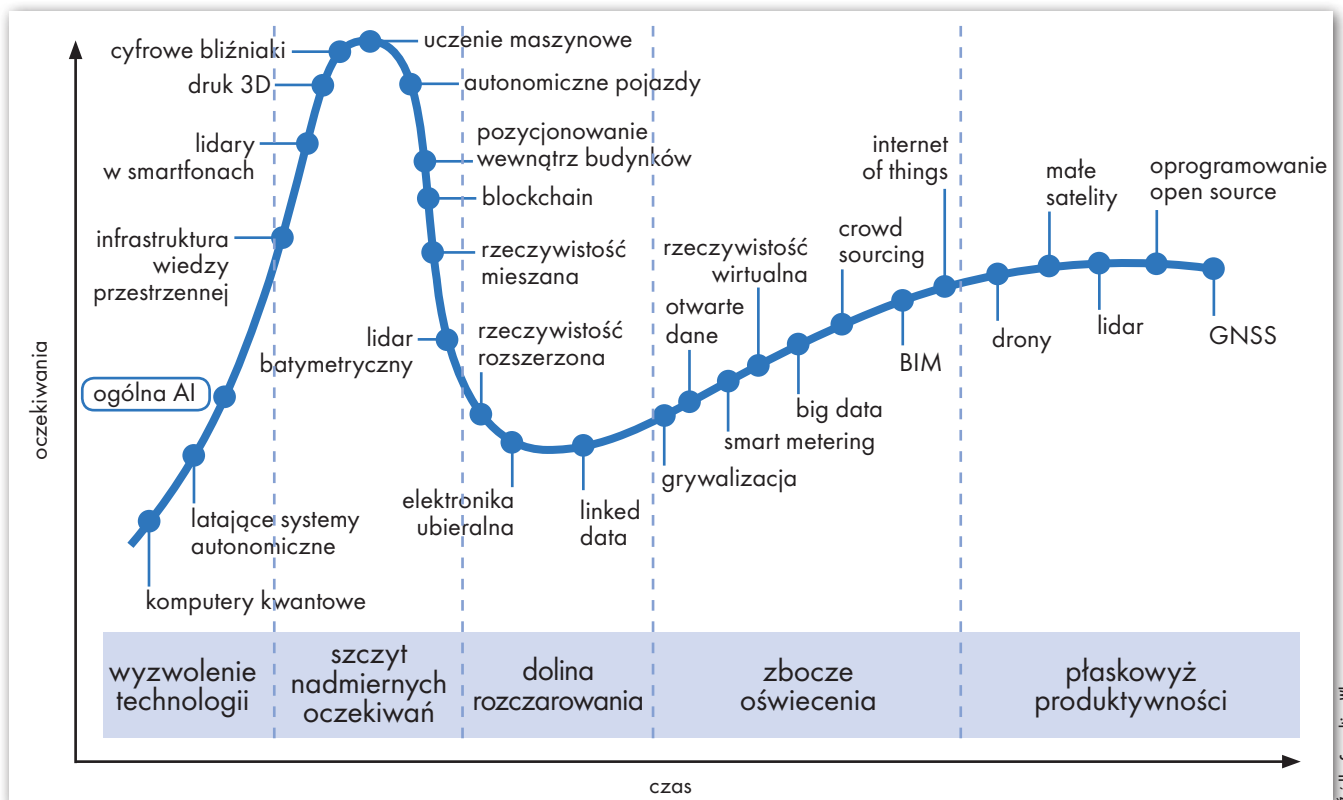
● Sztuczna inteligencja jeszcze nas rozczaruje

Zdecydowanie najbardziej nośnym tematem sympozjum była sztuczna inteligencja (AI) i będące jednym z jej elementów uczenie maszynowe (ML). Z licznych referatów wynika, że rozwiązania spod tego znaku potrafią znakomicie usprawnić analizę danych przestrzennych, a polscy naukowcy i przedsiębiorcy posługują się nimi już całkiem sprawnie. Ciekawie wybrzmiała prezentacja GUGiK, który wspólnie z firmą OPEGIEKA wdrożył testowe oprogramowanie do automatycznej kontroli zdjęć lotniczych przyjmowanych do zasobu. Jak zwracała uwagę Anna Bober – dyrektor Departamentu Geodezji, Kartografii i GIS, liczba danych fotogrametrycznych trafiających do PZGiK rośnie w tak szybkim tempie, że teoretycznie wymagałoby to stałego zwiększania zatrudnienia na potrzeby ich kontroli. Z pomocą przychodzą jednak algorytmy ML, które realizują to za-

Młodzi naukowcy nagrodzeni

Zwycięzcami sympozjum fotogrametrycznego było głosowanie publiczności na najlepsze referaty. Zwycięzców wyłoniono w czterech kategoriach:

- referat młodych naukowców: **Ewa Panek** i **Agata Walicka**, „Automatic segmentation of individual grains from a terrestrial laser scanning point cloud of a mountain river bed”;
- referat studentów/doktorantów: **Natalia Wielgocka**, „Wykorzystanie rozwiązania PSI w celu poprawy dokładności wyznaczenia deformacji metodą DInSAR na przykładzie obszaru Górnośląskiego Zagłębia Węglowego”;
- poster młodych naukowców: **Kamil Pawłuszek-Filipiak**, „Ocena dokładności cyfrowych modeli powierzchni terenu generowanych w wykorzystaniem satelitarnej interferometrii radarowej z syntetyczną aperturą i danych Sentinel-1”;
- poster studentów/doktorantów: **Szymon Ślęczka**, „Ocena możliwości rozpoznania zróżnicowania odmianowego lucerny siewnej z wykorzystaniem zobrazowań satelitarnych”.



Wykres żywotności technologii geoinformatycznych

danie ze skutecznością sięgającą 98%. Inny przykład wykorzystania sztucznej inteligencji pokazała prof. Elżbieta Bielecka z WAT. W jej ocenie automatyczne wykrywanie budynków na zdjęciach lotniczych pomogłoby np. we wskazywaniu miejsc, dla których odprowadzany jest zbyt niski podatek od nieruchomości, a także gdzie w pierwszej kolejności warto modernizować EGiB.

Entuzjazm narosły w naszej branży wokół AI studził jednak dr Fabio Remondino z grupy badawczej 3DOM we włoskim Trydencie. Jak podkreślił, wdrażanie każdej technologii następuje według powtarzającego się schematu określanego jako wykres żywotności technologii. Najpierw mamy zatem tzw. wyzwolenie technologii, później szczyt nadmiernych oczekiwań, następnie dolinę rozczarowania, a na koniec zbocze oświecenia i płaskowyż produktywności. Gdzie zatem umiejscowimy na nim rozwiązania AI i ML? Odpowiedź dla branży geoinformatycznej przynosi wykres powyżej. Jak widać, na razie jesteśmy na etapie ekscytacji, ale dolina rozczarowania jest wciąż przed nami.

Zresztą już podczas konferencyjnych dyskusji nie brakowało pierwszych głosów owego rozczarowania. Zwracano np. uwagę, że o ile algorytmy ML faktycznie potrafią znakomicie przyspieszyć analizę danych obrazowych, o tyle konieczność ich wytrenowania i walidacji niekiedy kompletnie niweluje uży-

skane korzyści. Padały też głosy, że są to wciąż rozwiązania wysoce specjalistyczne, niedostępne dla szerokiego grona odbiorców technologii GIS-owych.

Ale nawet mimo tych i innych ograniczeń dr Fabio Remondino dostrzega ogromny potencjał tkwiący w AI oraz ML. Wprawdzie na razie algorytmy te wykorzystywane są głównie w rozpoznawaniu obiektów na zdjęciach lotniczych i satelitarnych, ale możliwości są o wiele większe. Badania dowodzą, że sztuczna inteligencja może nas wesprzeć np. w podnoszeniu rozdzielczości zdjęć i numerycznych modeli terenu, klasyfikacji chmury punktów, kolorowaniu archiwalnych obrazów panchromatycznych, wyliczaniu wskaźnika NDVI ze zdjęć RGB czy pozyskiwaniu z pojedynczego zdjęcia danych o głębi. Niektóre z tych zastosowań przybrały już postać gotowych produktów. Dobrym przykładem są usługi firm Maxar i Airbus pozwalające podnosić rozdzielczość zdjęć satelitarnych ze standardowych 30 cm do nawet 15 cm.

Dr Remondino nie ma jednak wątpliwości, że mimo tego ogromnego potencjału sztuczna inteligencja nie wyprze całkowicie człowieka z branży geoinformatycznej. Będzie natomiast wsparciem dla tradycyjnych metod analizy danych.

• Bądźmy praktyczni

Fotogrametrię i teledetekcję czekają kolejne lata bardzo dynamicznego rozwoju

technologicznego. Czy jednak jesteśmy na to w Polsce gotowi? Środowisko naukowe z pewnością tak. Sympozjum pokazało bowiem, że nasi naukowcy śmiało sięgają po nowe technologie i mają ciekawe pomysły na ich wykorzystanie.

Wyzwaniem wciąż pozostaje natomiast komercjalizacja badań. Podczas konferencyjnych debat pojawiły się głosy, że problemem są tu chociażby zasady rozliczania dotacji na ten cel, które zniechęcają, by po nie sięgać. Wskazywano też na niechęć przedsiębiorców do współpracy z ośrodkami naukowymi. Biznes odbija z kolei piłeczkę, przyznając w kuluarach, że pomysły naukowców często nie trafiają w ich potrzeby. Niewątpliwie wskazana jest zatem ściślejsza współpraca obu tych środowisk. Na dobry początek warto wrócić do zapomnianej podczas pandemii tradycji spotkań konferencyjnych łączących naukę z praktyką, takich jak sympozjum w Krakowie.

– Tegoroczne sympozjum obfitowało w ciekawe nowości. To chociażby nagrody dla młodych naukowców, studentów i doktorantów, panele dyskusyjne (w tym z udziałem przedstawicieli firm) czy inauguracyjna sesja w języku angielskim, w trakcie której wystąpili cenieni zachodni naukowcy. Liczę, że kolejna edycja będzie przynajmniej równie ciekawa – zapowiada przedstawiciel organizatora prof. Sławomir Mikrut z AGH.

Jerzy Królikowski