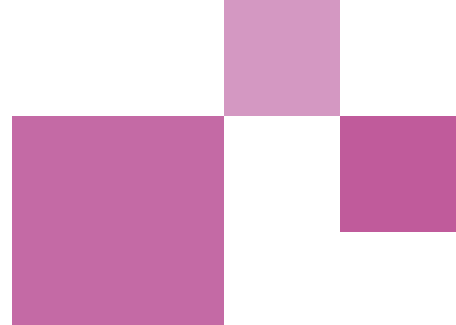




Młodzi liderzy, talenty i przełomowe badania

Wybrane projekty realizowane w ramach programu
FIRST TEAM Fundacji na rzecz Nauki Polskiej



Wydawca: Fundacja na rzecz Nauki Polskiej
ul. Ignacego Krasickiego 20/22, 02-611 Warszawa
tel.: 22 845 95 01
e-mail: fnp@fnp.org.pl
www.fnp.org.pl

Autorzy zdjęć: Grzegorz Adach (strony: 22, 28, 37), One HD (strony: 10, 13, 25), Paweł Klein (str. 19), Adam Mikołajczyk (str. 34), Magdalena Wiśniewska-Krasińska (strony: 5, 31, 40)

Projekt graficzny, DTP: Justyna Horaczek

Publikacja współfinansowana ze środków Unii Europejskiej z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój.



PROF. MACIEJ ŻYLICZ
PREZES FUNDACJI NA RZECZ NAUKI POLSKIEJ

Wstęp

Do opracowania nowych rewolucyjnych technologii (ang. *disruptive technology*), kluczowych dla globalnego rozwoju naszej cywilizacji, potrzebujemy przełomowych odkryć naukowych, które zmieniają sposób myślenia w poszczególnych dyscyplinach lub dziedzinach nauki. Według ostatniego rankingu Innovation Union Scoreboard¹ Polska pod względem innowacyjności znajduje się na jednym z ostatnich (24) miejsc w Unii Europejskiej. Pamiętajmy przy tym, że porównujemy się z UE, a kraje Unii nie przodują w rozwoju 44 technologii uznanych za kluczowe dla rozwoju naszej cywilizacji (źródło: Critical Technology Tracker²). W tym wyścigu liczą się Chiny, USA, i dopiero na poziomie kilku procent udziału inne kraje: Korea Południowa, Wielka Bry-

tania, Indie, Japonia czy niektóre państwa należące do UE (jak Niemcy). Jak wynika z danych przedstawionych w Critical Technology Tracker, na 44 zidentyfikowane kluczowe technologie, Chiny uzyskują monopol w 37 z nich (takich jak np. nanomateriały, zaawansowane technologie komunikacji 5G i 6G, zastosowanie wodoru i amoniaku jako źródeł energii, nowe superkondensatory, biologia syntetyczna, baterie elektryczne, sensory fotoniczne). Powinniśmy dążyć do wszelkich starań, aby zmienić tak słabą obecnie pozycję nauki uprawianej w UE, w tym także w Polsce, na lepszą. Gra toczy się nie tylko o konkurencyjność gospodarki, która jest uzależniona od poziomu badań naukowych. Słaby poziom innowacyjności w Polsce (niski współczynnik inno-

¹ European innovation scoreboard 2022. research-and-innovation.ec.europa.eu/knowledge-publications-tools-and-data/publications/all-publications/european-innovation-scoreboard-2022_en

² <https://www.aspi.org.au/report/critical-technology-tracker>

wacji określony na podstawie wskaźnika Summary Innovation Index) ma również bezpośredni wpływ na wysokość oprocentowania zadłużenia państwa. Jednym z trzech elementów niezbędnych do podwyższenia tego współczynnika jest uprawianie nauki na najwyższym poziomie.

W polskich warunkach uprawianie badań naukowych na wysokim poziomie jest konieczne dla przejścia polskiej gospodarki z etapu „montowni” do budowania własnych marek, czyli wprowadzania własnych opłacalnych technologii tworzących przewagę konkurencyjną na globalnym rynku, a także dostarczania niezbędnej własnej ekspertyzy, na przykład przy zakupach licencji na technologie, których sami nie tworzymy, oraz w sytuacjach kryzysowych, jak pandemia COVID-19 czy zmiany klimatyczne.

W 2016 r. Fundacja na rzecz Nauki Polskiej uruchomiła program FIRST TEAM, finansowany w ramach funduszy spójności POIR, właśnie po to, by pomóc młodym ludziom uprawiać w Polsce naukę na najwyższym poziomie. Był on skierowany do młodych uczonych maksymalnie dziewięć lat po doktoracie, którzy zaproponowali pomysł na nowatorskie, odważne, a więc obarczone ryzykiem, badania naukowe, mające przy tym potencjał doprowadzenia do przełomowych odkryć, które mogłyby zostać wykorzystane do opracowania krytycznych technologii. Na wsparcie utworzonych w ramach tego programu 54 nowych zespołów naukowych Fundacja przekazała ponad 146 mln zł³. Młodzi badacze, którzy zdobyli granty w konkursie FNP i podjęli się kierowania swoimi pierwszymi zespołami, mają doktoraty, ale w momencie startu w konkursie FIRST TEAM w większości nie posiadali stopnia naukowego doktora habilitowanego. To pokazuje, jak archaiczny jest system stopni w Polsce, odziedziczony jeszcze po czasach PRL. Mimo braku formalnego,

wymaganego w polskim systemie potwierdzenia samodzielności naukowej, wyróżnieni przez nas młodzi liderzy, laureaci FIRST TEAM, wspaniale potwierdzili swoją gotowość do kierowania zespołami badawczymi, które podejmują istotne wyzwania. Większość z nich po doktoracie odbyła długoterminowe staże zagraniczne, niektórzy wyjechali z Polski już w wieku 19-20 lat. W wielu życiorysach powtarza się motyw wygranych olimpiad matematycznych, fizycznych czy chemicznych, studiów za granicą i doktoratów w najlepszych ośrodkach naukowych na świecie. Ci ludzie przeszli inną ścieżkę edukacji niż studenci i doktoranci kształcący się w Polsce. Na ich przykładzie możemy zobaczyć, jak wiele na tym zyskali. Jak pokazuje badanie ewaluacyjne, któremu poddaliśmy laureatów programu FIRST TEAM, są to młodzi badacze nie bojący się podejmowania ryzyka w nauce, silnie zmotywowani do pracy, a także rzetelnie opiekujący się swoimi wychowankami (ułatwiający im kontakty z innymi naukowcami, w tym zagranicznymi, oferujący wsparcie w prowadzeniu badań, przygotowaniu publikacji naukowych, planowaniu rozwoju i dalszej kariery, dostarczający inspiracji i twórczych impulsów).

Wśród liderów zespołów FIRST TEAM jest czterech cudzoziemców oraz 11 naukowców pochodzenia polskiego, którzy zgłosili się do programu FNP, pracując jeszcze za granicą. W czasie realizacji projektu liderzy FIRST TEAM zatrudnili 26 postdoców (37%) oraz 28 doktorantów (28%) z zagranicy. Wynikami ich pracy badawczej w ramach programu FIRST TEAM są świetne publikacje, uzyskanie czterech grantów ERC, a także w kilku przypadkach założenie własnych spółek *spin-off*. Co ciekawe, respondenci badania przeprowadzonego przez FNP (nie tylko liderzy zespołów, ale też zatrudnieni w nich doktoranci i postdoci) najlepiej ocenili wpływ swego udziału w realizacji projektu FIRST TEAM na szanse zatrudnienia

³ Dane za czerwiec 2023

w polskich i międzynarodowych instytucjach badawczych oraz możliwości uzyskania kolejnych stypendiów czy grantów. Młodzi badacze (członkowie zespołów) uczestniczący w projektach FIRST TEAM deklarują najwyższy poziom zadowolenia z podjęcia pracy badawczej (78,4%), a decyzja o udziale w projekcie FNP ceniona jest nawet wyżej - 86,3% z nich zdecydowałoby się na to ponownie. Niestety, w kilku przypadkach liderzy zespołów FIRST TEAM po zakończeniu realizacji projektu postanowili ponownie wyjechać z Polski. Mieli kłopoty z odnalezieniem się w polskiej rzeczywistości, w której zbyt często bardziej niż jakość uzyskanych wyników naukowych liczą się inne, niemerytoryczne kryteria ważne dla uzyskania na przykład etatu adiunkta. System zatrudniania

młodych pracowników naukowych jest na większości uczelni zablokowany ze względu na obsadzenie etatów przez osoby niepodlegające merytorycznej ocenie indywidualnych osiągnięć naukowych opartej na kryteriach jakościowych.

Zapraszamy do lektury wywiadów z jedenastoma liderami projektów badawczych zrealizowanych w ramach programu FIRST TEAM. Przedstawiają uzyskane przez nich wyniki badań naukowych, które mogą wpłynąć na rozwój kilku nowych przełomowych technologii wymienionych w Critical Technology Tracker: komputerów kwantowych, bezpieczeństwa kwantowego, nanotechnologii, nauki o danych, biologii syntetycznej, detektorów gazów cieplarnianych, neurobiologii.



Program FIRST TEAM

Celem programu FIRST TEAM był rozwój kadr sektora B+R poprzez wsparcie pierwszych samodzielnych zespołów badawczych prowadzonych w jednostkach naukowych lub przedsiębiorstwach w Polsce przez osoby ze stopniem naukowym doktora będące na wczesnych etapach kariery naukowej i pracujące w najbardziej innowacyjnych obszarach badań. Program FIRST TEAM był realizowany przez Fundację na rzecz Nauki Polskiej ze środków UE pochodzących z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój, oś IV: Zwiększenie potencjału naukowo-badawczego, Działanie 4.4 Zwiększanie potencjału kadrowego sektora B+R.

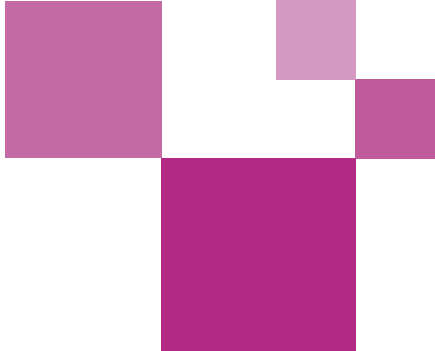
Nabory wniosków w programie FIRST TEAM trwały w latach 2016-2018.

Finansowanie było przyznawane na zasadach konkursu.

Realizacja programu FIRST TEAM



Dane na czerwiec 2023 r.



O wynikach swoich badań opowiadają w wywiadach FNP laureaci i laureatki programu **FIRST TEAM**

Białko ze skóry kluczem do zdrowia. Filagryna wpływa na cały układ odpornościowy <i>dr hab. Danuta Gutowska-Owsiak, prof. UG, Międzyuczelniany Wydział Biotechnologii UG i GUMed</i>	10
Gaz, pył i wybuchy, czyli burzliwe dzieciństwo gwiazd <i>dr Agata Karska, Max Planck Institute for Radio Astronomy</i>	13
Komputer lepiej nas zrozumie. Technologie z AGH ułatwią komunikację <i>dr hab. inż. Konrad Kowalczyk, prof. AGH, Akademia Górniczo-Hutnicza</i>	16
Terapia pamięci. Przełomowe technologie w walce z zaburzeniami procesu zapamiętywania <i>dr Michał Kucewicz, Politechnika Gdańska</i>	19
Życie w najdrobniejszych detalach. Kwantowe rozwiązania w służbie mikroskopii <i>dr Radek Łapkiewicz, Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego</i>	22
Złoto i srebro w służbie medycyny. Nanocząstki metali pozwolą zrozumieć groźne schorzenia <i>dr hab. inż. Joanna Olesiak-Bańska, prof. PWr, Politechnika Wrocławska</i>	25
Kwantowe bezpieczeństwo. Generatory liczb losowych gwarantują pełną poufność komunikacji <i>dr hab. Marcin Pawłowski, prof. UG, Uniwersytet Gdański</i>	28
Laserowe przełomy. Nowe urządzenia pomogą chronić środowisko i ratować wzrok <i>dr hab. inż. Grzegorz Soboń, prof. PWr, Politechnika Wrocławska</i>	31
Od medycyny po budownictwo. Wielkie możliwości uniwersalnych membran z nanowłókien <i>prof. dr hab. inż. Urszula Stachewicz, Akademia Górniczo-Hutnicza</i>	34
Kwantowe przetwarzanie danych. Matematyczne fundamenty rewolucji w informatyce <i>dr hab. Magdalena Stobińska, prof. UW, Uniwersytet Warszawski</i>	37
Ultrazimne jony otwierają drogę do komputerów kwantowych <i>dr hab. Michał Tomza, prof. UW, Uniwersytet Warszawski</i>	40





DR HAB. DANUTA GUTOWSKA-OWSIAK, PROF. UG

Białko ze skóry kluczem do zdrowia. Filagryna wpływa na cały układ odpornościowy

Reakcje immunologiczne zachodzące w naszej skórze mają istotny wpływ na stan całego organizmu. Stany zapalne, w tym atopowe zapalenie skóry, mogą wpływać na rozwój alergii i chorób takich, jak astma. Dr hab. Danuta Gutowska-Owsiak, prof. Uniwersytetu Gdańskiego z Międzyuczelnianego Wydziału Biotechnologii Uniwersytetu Gdańskiego i Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego bada rolę białek znajdujących się w naskórku. Jej zespół wykazał, że jedno z nich, filagryna, może mieć kluczowe znaczenie dla zrozumienia procesów alergizacji.

Dlaczego badania skóry są tak ważne?

Skóra to nie tylko „opakowanie” dla pozostałych organów, a często właśnie tak o skórze myślimy. Pełni ona wiele funkcji kluczowych dla organizmu, w tym funkcję immunologiczną. Na przykład osoby cierpiące na atopowe zapalenie skóry mają większe predyspozycje do astmy, alergii i innych schorzeń, a stany zapalne skóry wpływają na cały organizm.

Jak działa ochronna funkcja skóry?

Najważniejszą rolę pełni wierzchnia warstwa rogowa, która składa się ze stale złuszcających się, martwych komórek. Zachowuje ona właściwą kwasowość skóry, ogranicza namnażanie bakterii czy zapobiega nadmiernemu parowaniu wody. Aby ta warstwa się utworzyła, komórki w warstwach znajdujących się poniżej muszą się dzielić, a potem prze-

mieszczając się do góry, nabierać nowych, wyspecjalizowanych funkcji. Kluczową rolę w tym procesie odgrywa filagryna. To białko, które w sposób programowany zabija wierzchnie komórki naskórka, tworząc z nich warstwę rogową. To swoisty „przełącznik życia i śmierci”.

Rozumiem, że ten proces musi być precyzyjnie kontrolowany.

W górnych warstwach naskórka filagryny jest tak dużo, że tworzy ona ziarnistości, które są jego magazynem, dzięki czemu chronią komórki przed przedwczesną śmiercią. Nie było jednak dotąd wiadomo, w jaki sposób komórki z głębszych warstw naskórka chronią się przed zbyt wysokim stężeniem tego białka. Wykazaliśmy, że usuwają one nadmiar filagryny wykorzystując tak zwane sekrecyjne pęcherzyki zewnątrzkomórkowe, które przypominają wysyłane przez komórki bańki mydlane. Odkryliśmy również, że gronkowiec złocisty może manipulować tym procesem. Okazuje się, że obecność tej bakterii sprawia, że komórki szybciej przekazują filagrynę do pęcherzyków, skutkiem czego jej stężenie spada. To dla bakterii korzystne, bo białko obniża poziom pH skóry, co kontroluje ich wzrost. W przypadku braku filagryny w naskórku, ryzyko wystąpienia atopowego zapalenia skóry jest

150 razy wyższe niż przy jej normalnej ilości. Aż 10 proc. populacji ludzi ma mutacje genetyczne, które tworzą w skórze taki niedobór. Stężenie białka naturalnie spada także w przypadku stanów zapalnych.

Jakie mogą być tego konsekwencje?

Prowadziliśmy badania, w których sprawdzaliśmy, jak obecność pęcherzyków wpływa na zachowanie

układu odpornościowego. Interesujemy się szczególnie limfocytami T, które rozpoznają patogeny. Przeprowadziliśmy eksperymenty, w których weryfikowaliśmy, jak na zachowanie komórek i proces zwalczania przez nie zagrożeń wpływa obecność pęcherzyków pochodzących ze zdrowych komórek, produkujących filagrynę, jak i z takich, których sztucznie jej pozbawiliśmy. Okazuje się, że w obu przypadkach procesy zewnątrzkomórkowe zachodzą zupełnie inaczej. Gdy układ odpornościowy wykrywa pęcherzyki produkowane przez komórki pozbawione filagryny, pojawiają się reakcje typowo alergiczne. Przypuszczamy, że produkowane w skórze pęcherzyki mogą trafiać następnie do płuc i tam powodować różnorakie problemy. Potwierdzenie tej hipotezy to jednak projekt na kolejne lata.

Czyli stany zapalne skóry mogą bezpośrednio przyczyniać się do powstawania alergii?

O tym, że istnieje powiązanie między stanami zapalnymi i alergiami wiedzieliśmy już od kilkunastu lat. Podczas najbardziej bazowej części naszego projektu wykazaliśmy, że stymulacja układu odpornościowego przez pęcherzyki sekrecyjne pochodzące z objętej stanem zapalnym skóry powoduje aktywację limfocytów T. Wniosek jest taki, że jeśli ktoś ma zdrową skórę, orga-

nizm ignoruje zazwyczaj niegroźne alergeny, takie jak pyłki. Natomiast u pacjentów, którzy mają stan zapalny skóry, obecność takich pęcherzyków może wzmacniać reakcję na zupełnie niegroźne dla naszego organizmu antygeny. Manipulowanie produkcją pęcherzyków w skórze może zmienić ewentualny proces alergizacji. Redukowanie stanów zapalnych może być nową strategią zapobiegania wykształca-

W przypadku braku filagryny w naskórku ryzyko wystąpienia atopowego zapalenia skóry jest 150 razy wyższe niż przy jej normalnej ilości. Aż 10 proc. populacji ludzi ma mutacje genetyczne, które tworzą w skórze taki niedobór.

niu się alergii, co z kolei wpłynie na rozwój chorób takich, jak astma.

Jak ważny był program FIRST TEAM w realizacji tych badań?

Badania tego rodzaju są niezwykle drogie. Czasami 50 mikrolitrów odczynnika, ilość wystarczająca na zaledwie 25 próbek, kosztuje około dwóch tysięcy złotych. Kluczowe jest to, że wsparcie FNP było

długoterminowe. W badaniach biomedycznych założenie grupy, zbudowanie doświadczenia i uzyskanie wartościowych wyników to proces trwający wiele lat. Teraz mamy już do dyspozycji laboratorium o zasobach, które pozwalają na prowadzenie zaawansowanych badań. Mamy publikacje w dobrych czasopismach i prowadzimy badania, które faktycznie tłumaczą ważne z punktu widzenia biologii i medycyny zjawiska.

DR HAB. DANUTA GUTOWSKA-OWSIĄK, PROF. UG

Immunolożka, specjalizuje się w badaniach nad atopowym zapaleniem skóry i mechanizmami powstawania bariery naskórkowej. Uhonorowana przez British Society for Investigative Dermatology tytułem „Young Investigator Award”.

PROJEKT: Egzosomy produkowane przez komórki naskórka (keratynocyty) w indukcji alergii i tolerancji na alergeny środowiskowe



2017/10 - 2023/02

CZAS TRWANIA



2 000 000 zł

WARTOŚĆ DOFINANSOWANIA



DR AGATA KARSKA

Gaz, pył i wybuchy, czyli burzliwe dzieciństwo gwiazd

Dr Agata Karska pracująca w niemieckim Max Planck Institute for Radio Astronomy bada chemiczne i fizyczne zjawiska towarzyszące powstawaniu nowych słońc. Jej prace, rozpoczęte dzięki grantowi FIRST TEAM na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika w Toruniu, pozwoliły lepiej zrozumieć, w jaki sposób warunki towarzyszące rodzeniu się gwiazdy wpływają na to, co dzieje się z nią później i jak oddziałuje to na formowanie się planet.

Jak wyglądają początki istnienia gwiazd?

Patrząc na nasze Słońce można odnieść wrażenie, że gwiazdy rodzą się w pojedynkę i nie ma znaczenia, w której części Drogi Mlecznej się pojawiają. Jest wręcz przeciwnie. Gwiazdy zwykle powstają w gęstych skupiskach gazu i pyłu. Gdy zgromadzi się wystarczająca gęstość materii, siła grawitacji sprawia, że zapadają się one pod własnym ciężarem

i wówczas dochodzi do szeregu procesów, które wpływają na to, jak dana gwiazda będzie wyglądać i co dalej będzie się z nią działo.

Ja zajmuję się tymi najwcześniejszymi etapami. Z jednej strony mamy zapadanie się centralnego obiektu, z drugiej strony akrecję materii, czyli na protogwiazdę opada mnóstwo materii. Jej rotacja i pole magnetyczne sprawiają, że wokół gwiazdy wy-

tworzą się dysk planetarny. Mamy też do czynienia z wyrzutami nadmiaru materii. Takie wypyływy zde-
rzają się z otaczającym gwiazdę pyłem i gazem,
powodując fale uderzeniowe i wywołując szereg
zjawisk fizycznych i chemicznych. To, co mnie in-
teresuje, to fizyka i chemia procesów wczesnego
kształtowania gwiazd. Przedmiotem grantu FIRST
TEAM było to, jak położenie rodzącej się gwiazdy
w galaktyce wpływa na zjawiska kształtujące jej fi-
nalne własności. W zewnętrznych częściach galak-
tyki otoczenie ma niższą metaliczność. Metalami w
astronomii nazywamy wszystko, co jest cięższe niż
wodór czy hel. Spodziewamy się, że będzie to mia-
ło wpływ na powstawanie
gwiazdy, chemię jej dysku
protoplanetarnego i tworze-
nie się planet.

Jak trudno prowadzić takie obserwacje?

Można powiedzieć, że żyje-
my w złotej erze astronomii,
bo mamy mnóstwo instru-
mentów umożliwiających
obserwacje wszechświata
na różnych długościach fal.
Jednym z nich jest Teleskop
Jamesa Webba, ale w moich
badaniach korzystałam także z wielu innych narzę-
dzi, od teleskopu kosmicznego Herschela, przez
teleskopy Europejskiego Obserwatorium Południo-
wego, aż po radioteleskop w Piwnicach. Dzięki nim
można przeniknąć przez obłoki pyłu blokującego
światło widzialne.

Mówimy tutaj o procesach na skalę galaktyczną, ale Pani badała je również na poziomie atomowym.

Z jednej strony mamy najmniejsze cząsteczki mate-
rii, pył, molekuły czy atomy, z drugiej strony – gwiaz-

dy. W zamyśle badamy bardzo duże obszary powsta-
wania gwiazd. Zaraz po zakończeniu grantu FIRST
TEAM przyjechałam do Niemiec, by kontynuować
badania. Prowadzimy przegląd jednej czwartej ga-
laktyki, a ja jestem wiceprzewodniczącą dużego
programu badawczego na teleskopie APEX w Chile,
w ramach którego chcemy zrozumieć proces po-
stawiania gwiazd na dużą skalę.

W jaki sposób wyjściowe warunki wpływają na to, co ostatecznie dzieje się z gwiazdami?

Wiemy na pewno, że wraz ze spadkiem
metaliczności zmniejsza się ilość pyłu.

W zewnętrznej części Galak-
tyki nie ma praktycznie ma-
sywnych gwiazd. Z jednej
strony złożoność chemicz-
na tych obszarów wydaje
się mniejsza, ale z drugiej
w pojedynczych obiektach
udało się odkryć złożone
molekuły. Na przykład jako
pierwsi znaleźliśmy cięż-
ką wodę w Wielkim Obłoku
Magellana, który jest obsza-
rem o metaliczności jeszcze
niższej niż obrzeża naszej
Galaktyki. Teraz sprawdza-

my, jak różnorodność molekuł zmienia się w za-
leżności od odległości od centrum Galaktyki. Za-
skoczyło nas między innymi to, jak zmienia się
ilość cząsteczek zawierających azot. To ma bar-
dzo duże przełożenie na interpretację obserwacji.
W astronomii często używamy wykrytych przez
nas molekuł do wyznaczania parametrów, takich
jak temperatura, gęstość czy promieniowanie UV.

Często zdarza się, że badania z jednej dyscypliny naukowej znajdują zastosowanie w zupełnie innej. Czy tak było w waszym przypadku?

Uświadomiliśmy sobie, że astronomia jest dziś bardzo bliska *data science*. Astronomowie gromadzą i przetwarzają bardzo dużo danych, więc coraz częściej wykorzystane są techniki uczenia maszynowego. W naszym projekcie wykorzystaliśmy algorytmy do automatycznego identyfikowania protogwiazd i uzyskaliśmy bardzo dobre wyniki. W astronomii w ostatnich latach nastąpił wykładniczy wzrost publikacji wykorzystujących uczenie maszynowe. Dzięki niemu uzyskujemy szybko wyniki, nad którymi 10 doktorantów pracowałoby przez dekadę. Jednocześnie współpraca między naukowcami a programistami przynosi rozwój algorytmów. Postęp jest więc obopólny.

Jak ważny był tutaj program FIRST TEAM?

Gdyby nie ten program naszych badań po prostu by nie było. Dzięki grantowi udało mi się zbudować bardzo duży zespół. Przez trzy i pół roku pracowałam z trzema stażystami po doktoracie, trzema doktorantami i trzema studentami studiów magisterskich. Wszyscy moi pracownicy mają już swoje własne projekty badawcze, co jest na pewno bardzo pozytywnym rezultatem programu FIRST TEAM, bo każdy członek zespołu miał szansę się rozwijać. Trudno przecenić znaczenie tego grantu, bo dzięki niemu mogliśmy przeprowadzić badania na dużo większą skalę, niż gdyby robiła to jedna osoba.

DR AGATA KARSKA

Asotrofizyczka, specjalizuje się w astrochemii. Pracuje w Max Planck Institute for Radio Astronomy. Laureatka nagrody „For Women in Science” UNESCO/L’Oreal oraz Nagrody Naukowej „Polityki” w kategorii Nauk Ścisłych.

PROJEKT: Laboratorium Astrofizyki Molekularnej:
obszary powstawania gwiazd w zewnętrznych
częściach Galaktyki



2019/02 - 2022/07

CZAS TRWANIA



2 000 000 zł

WARTOŚĆ DOFINANSOWANIA



DR HAB. INŻ. KONRAD KOWALCZYK, PROF. AGH

Komputer lepiej nas zrozumie. Technologie z AGH ułatwią komunikację

Koniec problemów z niewyraźnymi głosami na telekonferencjach i z nierozpoznaniem poleceń przez urządzenia sterowane głosowo. Dr hab. inż. Konrad Kowalczyk, profesor Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, opracował technologię umożliwiającą przetwarzanie dźwięku rejestrowanego przez wiele mikrofonów rozproszonych w pomieszczeniu. To ma pomóc stworzyć systemy komunikacji głosowej, które pomimo szumów, pogłosu pomieszczenia i nakładających się głosów, będą w stanie sprawnie rejestrować i przetwarzać mowę.

W filmach science-fiction ludzie po prostu rozmawiają z komputerami. Mamy już do dyspozycji urządzenia, którym można głosowo wydać polecenia, ale taka komunikacja często nie jest doskonała. Gdzie leży problem?

Technologia rozpoznawania mowy jest już dziś wystarczająco zaawansowana, ale problemem jest interfejs audio rejestrujący głos. Pogłos

pomieszczenia, szумы, odgłosy tła, duża odległość od mikrofonu – to sprawia, że mowa staje się mniej zrozumiała dla systemów bazujących na przetwarzaniu głosu.

Wasz zespół pracował nad sposobami rozwiązania tego problemu.

Podczas projektu APDAS, który prowadziliśmy w ra-

mach programu FIRST TEAM, opracowaliśmy zestaw technik, który rozwiązuje większość z tych przeciwności. Wykorzystując kilka współpracujących ze sobą rozproszonych mikrofonów, w znacznej mierze rozwiązaliśmy problemy pogłosu występującego w pomieszczeniach i eliminacji odgłosów tła. Opracowany przez nas system jest zdolny do rozpoznawania tego, kto konkretnie mówi, kto wydaje polecenia i gdzie w pomieszczeniu się znajduje. Potrafimy także separować głosy kilku osób mówiących jednocześnie. Aby uzyskać sygnały mowy o wysokiej jakości łączyliśmy informacje spektralne, dane profilu głosowego danej osoby i dane przestrzenne. Dzięki temu korzystając z kilku mikrofonów naraz możemy na przykład skierować wiązkę, która wzmacnia sygnał z danego kierunku.

Jak może wyglądać taki system w praktyce? I czy wymaga bardzo drogiego sprzętu?

Założeniem projektu jest by korzystać z takiego sprzętu, jaki jest dostępny - mikrofon lub kilka mikrofonów znajduje się w wielu otaczających nas urządzeniach, choćby w każdym laptopie, w każdej kamerce internetowej, w wielu urządzeniach internetu rzeczy. Staraliśmy się opracować sposoby na przetworzenie sygnałów wspólnie płynących z wszystkich tych urządzeń tak, by stały się one bardziej zrozumiałe. Nawet mikrofony znajdujące się daleko od mówcy dają nam użyteczne dane, bo mogą na przykład rejestrować konkretne szумы, dzięki czemu łatwiej jest nam taki szum wyeliminować. Takie wspólne przetwarzanie sygnałów z wie-

lu rozproszonych mikrofonów daje wiele korzyści, pozwala uzyskać sygnał o dużo lepszej jakości niż tylko z jednego urządzenia. Jednym z istotniejszych problemów była synchronizacja współpracujących ze sobą urządzeń. Takie rozproszone w pomieszczeniu mikrofony powinny identyfikować, gdzie znajdują się względem siebie, a następnie powinny się skutecznie zsynchronizować, aby wspólnie przetwarzać

Wykorzystując kilka współpracujących ze sobą rozproszonych mikrofonów, w znacznej mierze rozwiązaliśmy problemy pogłosu występującego w pomieszczeniach i eliminacji odgłosów tła. Opracowany przez nas system jest zdolny do rozpoznawania tego, kto konkretnie mówi, kto wydaje polecenia i gdzie w pomieszczeniu się znajduje.

sygnał. Najlepiej, by tak jak w naszym projekcie, było to możliwe wyłącznie na podstawie sygnału akustycznego, a ponadto w sposób pasywny, a więc bez potrzeby dodatkowej kalibracji. Kolejną ważną kwestią była weryfikacja mówiących, czyli rozpoznawanie tego, kto w danym momencie się wypowiada. To ważne w przypadku

systemów konferencyjnych, ale niezwykle użyteczne także w środowisku domowym. Dzięki temu urządzenia zawsze wiedzą, kto wydaje im polecenia.

Gdzie taki system może się przydać?

Najbardziej oczywiste jest zastosowanie w biurach czy pomieszczeniach, w których prowadzone są konferencje. Kolejne miejsce to dom. Urządzenia sterowane głosem są coraz popularniejsze. Na rynku dostępnych jest już kilka systemów, tak zwanych inteligentnych asystentów, które pozwalają na sterowanie domowymi sprzętami za pomocą komend głosowych. Muszą nas jednak dobrze zrozumieć. Tymczasem w mikrofony wyposażone są telewizory, komputery, smartfony, a coraz częściej nawet lodówki. Chcielibyśmy, żeby te wszystkie urządzenia działały wspólnie i ułatwiały nam życie.

Jak blisko jesteście wdrożenia tego systemu?

Nasz projekt skupiał się głównie na kwestiach badawczych. Dzięki wsparciu Fundacji na rzecz Nauki Polskiej udało się zbudować zespół, zdobyć wiedzę i opracować wiele nowatorskich rozwiązań, które mogą znaleźć już bezpośrednie zastosowania. Te osiągnięcia pozwalają nam prowadzić prace badawczo-rozwojowe z konkretnymi partnerami z przemysłu, pod konkretne zastosowania. Zaczynamy właśnie projekt NCBiR realizowany wspólnie z polską firmą tworzącą oprogramowanie medyczne, którego celem jest stworzenie inteligentnego asystenta głosowego dla lekarzy, by wspomagał medyków w wypełnianiu dokumentacji medycznej. Gabinet lekarski jest środowiskiem, w którym napotykamy wszystkie wspomniane przeze mnie problemy. Występują tam szumy tła, często pochodzące z aparatury medycznej. Mamy pogłos, ale także kilku znajdujących się w różnych odległościach od mikrofonu mówiących: lekarza, pacjenta, może diagnostę. To wszystko problemy, z którymi zmierzaliśmy się podczas naszego projektu, a zdobyta wcześniej wiedza może znaleźć zastosowanie w oprogramowaniu, które powinno mocno ułatwić pracę lekarską. Rozpoczynamy także współpracę z firmami produkującymi urządzenia zawierające interfejsy audio. Na przykład wspólnie z Samsungiem będziemy pracowali nad poprawą jakości rejestrowanych sygnałów dźwiękowych.

Jaką rolę w projekcie odegrał program FIRST TEAM?

Chciałem bardzo mocno podkreślić zasługi FNP dla wspierania młodych naukowców w Polsce. Program pozwala budować mocne, stabilne zespoły o głębokiej wiedzy eksperckiej. Zespół, który powstał w ramach tego projektu, stał się podstawą kierowanego przeze mnie dziś w AGH Zespołu Przetwarzania Sygnałów. W ramach projektu współpracowaliśmy z kilkoma uczelniami zagranicznymi. Jedna z doktorantek mogła spędzić kilka miesięcy w Stanach Zjednoczonych w Johns Hopkins University, a teraz kontynuuje współpracę w ramach stypendium Fulbrighta. Dwoje innych doktorantów odbyło staże naukowe u naszego partnera naukowego w Finlandii. Nasi studenci mogli też wyjeżdżać na dodatkowe szkolenia, na przykład uczęszczali na letnią szkołę Deepl Learning School poświęconą głębokiemu uczeniu maszynowemu, oraz mogli uczestniczyć w specjalistycznych szkoleniach na międzynarodowych konferencjach naukowych takich jak IEEE, ICASSP czy INTER SPEECH. Udało się też stworzyć dwa zespoły studenckie, które zajęły pierwsze i drugie miejsce na mistrzostwach świata w przetwarzaniu sygnałów IEEE Signal Processing Cup. To wspaniały wynik. Prace tych studentów były prowadzone i nadzorowane przez młodych pracowników, którzy zostali zatrudnieni właśnie dzięki projektowi FNP. Program umożliwił zatem nam wszystkim intensywny rozwój.

DR HAB. INŻ. KONRAD KOWALCZYK, PROF. AGH

Specjalizuje się w przetwarzaniu sygnałów audio i mowy, kierownik Zespołu Przetwarzania Sygnałów na Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. Opracował zaawansowany system przetwarzania sygnałów dźwiękowych za pomocą rozproszonych mikrofonów.

PROJEKT: Rozproszony wielomikrofonowy interfejs audio do aplikacji głosowych



2018/01 - 2023/05

CZAS TRWANIA



1 998 700 zł

WARTOŚĆ DOFINANSOWANIA



DR MICHAŁ KUCEWICZ

Terapia pamięci. Przetłomowe technologie w walce z zaburzeniami procesu zapamiętywania

Elektryczna stymulacja mózgu może znacząco poprawić funkcjonowanie pamięci u pacjentów cierpiących na jej ubytki – to wynik badań zespołu dr. Michała Kucewicza, stworzonego dzięki grantowi FIRST TEAM Fundacji na rzecz Nauki Polskiej. Kierowane przez niego laboratorium Brain & Mind Electrophysiology (BME lab) na Politechnice Gdańskiej opracowuje technologie dające przetłomowe rezultaty w terapii zaburzeń procesu zapamiętywania.

Co wiemy o działaniu pamięci?

Wiemy, że prawidłowe działanie pamięci zależy od ścisłej współpracy wielu ośrodków rozrzuconych po całym mózgu. Znamy te krytyczne obszary, ale nie rozumiemy dokładnie mechanizmów, na jakich opiera się cały proces. Tym bardziej niewiele wiemy o tym, jak można jego działanie poprawić.

Dlaczego tak trudno to zrozumieć?

Problem tkwi w tym, że to najwyższe funkcje naszego mózgu i są trudne do mapowania. Stworzenie dokładnej mapy ośrodków biorących udział w procesie kodowania i przywracania pamięci było jednym z celów naszego projektu realizowanego w ramach grantu FIRST TEAM. Wiele osób słyszało

o przełomach w terapii osób sparaliżowanych. Dziś jesteśmy już w stanie odczytywać z mózgu intencje poruszania konkretnymi częściami ciała i zamieniać je na przykład w ruch robotycznych ramion czy egzozoskieletów. To dość proste, bo wiemy, która część mózgu pełni te funkcje. Niestety, w przypadku pamięci nasze zadanie jest trudniejsze, bo jej działanie nie zależy tylko od jednego konkretnego obwodu czy regionu mózgu.

Jak działają takie urządzenia?

To technologia na bazie rozwiązań opracowanych na potrzeby rozruszników serca. Obecnie używa się jej do głębokiej stymulacji mózgu w chorobie Parkinsona. Stymulacja elektryczna pewnych obszarów mózgu łagodzi objawy pacjentów cierpiących na najcięższe warianty tego schorzenia. My robimy jednak krok dalej. Używając tych samych urządzeń, stymulujemy obszary mózgu powiązane z funkcjonowaniem pamięci, ale jednocześnie szcztujemy dane dotyczące aktywności elektrycznej fal mózgowych. Korzystając z tych danych, sztuczna inteligencja może przewidywać prawdopodobieństwo napadu padaczkowego, zapamiętania, czy zmiany nastroju. Możemy następnie dostosować terapię do indywidualnych potrzeb konkretnego pacjenta.

W jaki sposób stymulacja elektryczna pozwala pacjentom odzyskać zdolność zapamiętywania?

To pytanie, na które będziemy szukali odpowiedzi jeszcze przez kilka lat. Podobnie było w przypadku choroby Parkinsona, gdzie najpierw wykazano, że głęboka stymulacja mózgu działa, a dopiero potem zaczęliśmy poznawać mechanizm tego od-

działywania. Osobiście wydaje mi się, że w przypadku przywracania pamięci mechanizm nie polega na mocnym pobudzaniu mózgu w danym momencie, ale raczej na długoterminowym jego „nastrajaniu”.

W trakcie projektu FIRST TEAM zdołaliśmy poprawić pamięć w sposób długotrwały. Dzięki urządzeniom, które wszczepiane są na stałe pacjentom z padaczką i z poważnymi ubytkami w zapamiętywaniu, udało nam się przywrócić ich pamięć do normalnego poziomu.

Czyli im dłużej pacjent korzysta z systemu, tym rezultaty powinny być lepsze?

Tak i to również jest przełom. System pobiera dane z prędkością 250 próbek na sekundę. Zapis przechowujemy w chmurze, co pozwala stale analizować całą historię nagrań. To tak zwana idea stymulacji adaptacyjnej. W jej ra-

mach stale dostosowujemy sposoby stymulacji tak, by dawały jak najlepsze rezultaty. To przekłada się na skuteczniejsze oddziaływanie na mózg konkretnego pacjenta, ale również przyczynia się do rozwoju wiedzy ogólnej, a zatem pomoże większej liczbie pacjentów. Gromadząc wielkie ilości danych zwiększamy szansę na zrozumienie mechanizmów, które będą sprawdzały się u każdego pacjenta czy w danym rodzaju choroby. Zaczynamy od kilku pacjentów, ale dążymy do poznania całego mechanizmu funkcjonowania pamięci.

Kiedy można spodziewać się, że takie urządzenia będą stosowane powszechnie?

Dobłą stroną tego rozwiązania jest to, że ta terapia jest już zaaprobowana i wykorzystywana w leczeniu padaczki, a nasze odkrycia wykazały, że prosta zmiana parametrów może wpłynąć na funkcje poznawcze. Oznacza to, że taka terapia może być stosowana niemal natychmiast. Po wykazaniu bezpieczeństwa i efektywności możemy już mówić o wdrożeniu jej

na większej grupie pacjentów. Mamy już cztery patenty, dwa amerykańskie i dwa polskie, które opisują konkretną technologię możliwą do zamienienia w produkt.

Jaką rolę w tych badaniach odegrał program FIRST TEAM?

Szczerze mówiąc, bez tego grantu nie wróciłbym, żeby prowadzić badania w Polsce. Po drugie nie wiem, czy nasze prace w ogóle by się posunęły

daleko. Nawet w USA uzyskanie finansowania na takie badania jest trudne. Fundacja na rzecz Nauki Polskiej zainwestowała w nie i dało to wymierne efekty. Bez długoterminowej inwestycji FNP i programu FIRST TEAM pacjenci w Polsce nie skorzystaliby szybko z tej technologii. Dodatkową korzyścią jest to, że dzięki naszemu programowi pierwsi polscy pacjenci korzystają już z terapii padaczki, która dotąd była u nas niedostępna. Wcześniej, aby mieć na nią szansę, musieli jechać do Niemiec czy Czech.

DR MICHAŁ KUCEWICZ

Neurobiolog, specjalizuje się w elektrofizjologii pamięci i funkcji poznawczych mózgu. Pracuje w Centrum BioTechMed na Wydziale Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki Politechniki Gdańskiej. Rozwija wraz ze swoim zespołem wiedzę i technologie dotyczące terapii polepszania pamięci i funkcji poznawczych.

PROJEKT: Neurofizjologiczne mapowanie i stymulacja mózgu ludzkiego dla poprawy pamięci



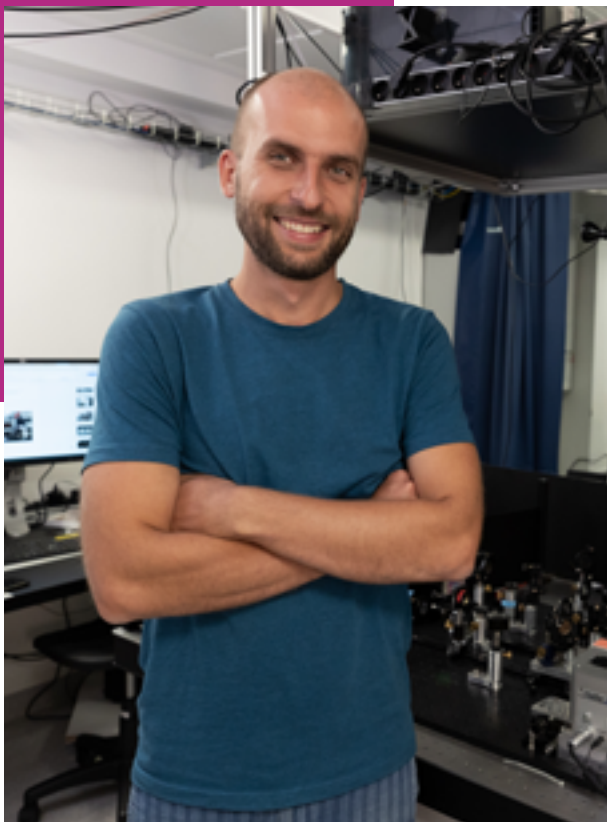
2018/06 - 2022/08

CZAS TRWANIA



1 990 672 zł

WARTOŚĆ DOFINANSOWANIA



DR RADEK ŁAPKIEWICZ

Życie w najdrobniejszych detalach. Kwantowe rozwiązania w służbie mikroskopii

Precyzyjne obrazowanie biologicznych struktur jest kluczowe dla naukowców, którzy badają procesy zachodzące w żywych organizmach, w tym w naszych ciałach. Postęp nauk biologicznych i medycznych jest więc ściśle związany z opracowywaniem nowych metod pozyskiwania obrazów. Zespół dr. Radka Łapkiewicza z Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego, laureata programu FIRST TEAM, pracuje nad technikami, które pozwalają pozyskiwać z mikroskopowych obserwacji dane wcześniej nieosiągalne.

Naukowcy posługują się mikroskopami od przeszło 300 lat. Co jeszcze można w nich poprawić?

Pole do postępu jest zawsze. Można poprawiać rozdzielczość istniejących urządzeń, ich dostępność czy upraszczać stosowane w nich rozwiązania.

Pan do problemu podszedł od strony optyki kwantowej.

Optycy od dawna budują narzędzia dla astronomów i biologów, więc dla mnie było to naturalne. W pracy naukowej najbardziej nas motywują nowe wyzwania i możliwość lepszego zrozumienia prostych zjawisk fizycznych. Fakt, że nasze rozwiązania mogą się komuś przydać, jest dodatkową motywacją. Mechanika kwantowa jest sama w sobie fascynująca, a w naszych badaniach szukamy jej praktycznych

zastosowań. Właśnie dlatego współpracujemy m.in. z naukowcami z Instytutu Nenckiego PAN. Liczymy na to, że nasze sztuczki optyczne sprawią, iż będą oni w stanie sprawniej badać mózgi myszy, procesy uczenia się czy uzależnień.

W jaki sposób te sztuczki, jak je pan nazwał, pomagają pogłębić naszą wiedzę o mózgach?

Obraz mikroskopowy otrzymujemy zwykle mierząc natężenie światła. Podobnie, gdy robimy zdjęcia telefonem komórkowym, urządzenie wykonuje pomiar natężenia światła piksel po pikselu. W naszym projekcie chcieliśmy zbadać, jak można wykorzystać pomiary korelacji natężeń światła. Oznacza to, że patrzymy na pary pikseli i obserwujemy czy jednocześnie stają się jaśniejsze lub ciemniejsze. Pokazaliśmy, że taki pomiar zawiera dodatkowe informacje, których nie da się uzyskać za pomocą zwykłego zdjęcia, czyli pomiaru natężenia. W jednej z naszych prac użyliśmy korelacji światła emitowanego z próbek barwionych cząsteczkami czy kropkami kwantowymi, aby poprawić rozdzielczość mikroskopii fluorescencyjnej. W kolejnej pracy zademonstrowaliśmy, że w mikroskopii fazowej opartej na interferencji obserwacje są możliwe nawet wówczas, gdy nie widać standardowych interferogramów, nie ma prążków w natężeniu. Przy standardowym podejściu należałoby uznać, że w takim obrazie nie ma żadnych użytecznych informacji. Okazuje się jednak, że informacja tam jest, ukryta w korelacjach, i że można uzyskać doskonałe interferogramy, pomimo tego, że z powodu zakłóceń zwykła interferencja jest niemożliwa. Pytanie, jak dokładnie użyć naszych technik,

aby dowiedzieć się więcej o mózgu, to dobry punkt wyjścia do kolejnego projektu.

Zatem nie mówimy tylko o większej rozdzielczości obrazu, ale także o tym, że uzyskujemy z niego więcej informacji, niż mielibyśmy przy zastosowaniu konwencjonalnych technologii?

W przypadku mikroskopii fluorescencyjnej udało nam się poprawić rozdzielczość, a w przypadku mikroskopii fazowej uzyskaliśmy obrazy nawet tam, gdzie przy tradycyjnym podejściu nie zobaczylibyśmy niczego. Ten drugi wynik wydaje mi się szczególnie ciekawy, bo sytuacja jest zero-jedynkowa - tam, gdzie nie było obrazu, teraz obraz jest. Udało się to osiągnąć dzięki inspirowanym kwantowo metodom detekcji i analizy danych.

Jak wygląda współpraca z biologami?

We współpracy z biologami z Instytutu Nenckiego testujemy nasze rozwiązania w mikroskopii fluorescencyjnej. Zbudowaliśmy dla nich także mikroskop dwufotonowy, z którego na co dzień korzystają do obrazowania mózgu żywych myszy. Dzięki temu, że ma otwartą konstrukcję, tzn. jest zbudowany z optycznych klocków lego, możemy go modyfikować i dostosowywać na bieżąco do potrzeb użytkowników. Współpracujemy nie tylko z biologami. Pracując z zespołem prof. Dana Orona z Instytutu Weizmanna w Izraelu, opracowaliśmy nową technikę mikroskopii fluorescencyjnej - *Super-resolution optical fluctuation image scanning microscopy* (SOFISM). Klasyczny mikroskop optyczny nie pozwala na obrazowanie struktur mniejszych niż około 250 nanometrów. My zademonstrowali-

Klasyczny mikroskop optyczny nie pozwala na obrazowanie struktur mniejszych niż około 250 nanometrów.

My zademonstrowaliśmy, że dzięki pomiarom korelacji par fotonów jesteśmy w stanie ponad dwukrotnie poprawić jego rozdzielczość.

śmy, że dzięki pomiarom korelacji par fotonów jesteśmy w stanie ponad dwukrotnie poprawić jego rozdzielczość. Co ważne, nasza technika wymaga jedynie niewielkiej modyfikacji powszechnie stosowanych mikroskopów konfokalnych. Wystarczy podmienić pojedynczy detektor na małą kamerę rejestrującą pojedyncze fotony zwaną SPAD array.

Jak blisko praktycznych zastosowań są wasze urządzenia?

Właśnie opublikowaliśmy pracę dotyczącą mikroskopii fazowej. Nasza publikacja w „Science Advances” zainteresowała kolegów z Uniwersytetu Wiedeńskiego, którzy chcą sprawdzić, czy da się opracowaną przez nas technikę zastosować w mikroskopii elektronowej. Wspólnie będziemy więc szukać zastosowań praktycznych. W przypadku techniki SOFISM pojawienie się na rynku nowych detektorów, które są tańsze i posiadają lepsze parametry niż wcześniej, sprawia, że w ciągu kilku lat

podobne techniki mogą znaleźć powszechne zastosowanie. W tym roku Nikon wprowadził mikroskop z kamerą SPAD array do sprzedaży. Kolejne firmy podążą pewnie jego śladem. Dla nas to bardzo dobra wiadomość, bo nasze techniki będzie można wówczas implementować bez modyfikacji hardware’u.

Jak istotna była dla Was współpraca z FNP w ramach programu FIRST TEAM?

To było nasze główne źródło finansowania. Bez tego programu naszych badań nie udałooby się przeprowadzić, nie udałooby się stworzyć grupy badawczej ani wyposażyć laboratorium. Ogromną zaletą programu jest także to, że w ramach współpracy z innymi zespołami naukowymi uczymy się od nich zarówno zrozumienia fizyki, jak i sposobu prowadzenia badań i organizacji. Nasi studenci i doktoranci mają szansę rozwiązywać trudne problemy stosując najnowsze narzędzia badawcze.

DR RADEK ŁAPKIEWICZ

Fizyk kwantowy, specjalizuje się w tworzeniu nowych metod obrazowania. Kieruje Laboratorium Obrazowania Kwantowego na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego.

PROJEKT: Wykorzystanie pomiarów czasowo-przestrzennych korelacji fotonów w metrologii kwantowej i mikroskopii super-rozdzielczej



2018/01 - 2023/09

CZAS TRWANIA



1 946 664 zł

WARTOŚĆ DOFINANSOWANIA



DR HAB. INŻ. JOANNA OLESIK-BAŃSKA,
PROF. PWR

Złoto i srebro w służbie medycyny. Nanocząstki metali pozwolą zrozumieć groźne schorzenia

Opracowanie nowych metod obrazowania biologicznych procesów towarzyszących niebezpiecznym schorzeniom – tym zajmuje się zespół kierowany przez dr hab. inż. Joannę Olesiak-Bańską, profesor Politechniki Wrocławskiej. Badaczka skupia się na wykorzystaniu nanocząstek złota i srebra w obserwacji amyloidów, czyli białek powstających w toku wielu chorób. Realizowany przez badaczkę projekt „NONA – optyka nieliniowa, nanocząstki i amyloidy” otrzymał w 2017 r. grant Fundacji na rzecz Nauki Polskiej w ramach programu FIRST TEAM.

W pani badaniach mnóstwo jest złota i srebra, ale w zastosowaniach odległych od jubilerskich.

W mojej pracy badawczej zajmuję się nanocząstkami złota i srebra. To forma bardzo małych kryształów, które mają ciekawe właściwości i są bardzo

dobrą alternatywą dla materiałów wykorzystywanych do znakowania i obrazowania. W medycynie i biologii wykorzystujemy dziś wiele technik mikroskopowych, które pozwalają na badanie żywych organizmów i komórek. Szeroko stosuje się w tym

celu różne organiczne barwniki. Mają one jednak wiele wad. W moich badaniach staram się wskazać, że część trudności można przezwyciężyć, stosując nanocząstki złota czy srebra.

Jakie to wady i dlaczego przezwyciężenie ich jest ważne dla biologii czy dla nauk medycznych?

W przypadku barwników organicznych mamy do czynienia z bardzo małymi cząsteczkami. To może być zaletą, ale w wielu wypadkach okazuje się wadą, bo takie cząsteczki mogą w sposób zupełnie niekontrolowany rozprzestrzeniać się w organizmie. Nie jesteśmy w stanie precyzyjnie kontrolować, gdzie trafiają. Do tego trudno w takiej cząsteczce połączyć wiele funkcji. Nanocząsteczki złota i srebra są nieco większe, co sprawia, że mogą stać się swoistą platformą, do której możemy przyłączyć inne związki. Ten sam znacznik daje nam więc wiele możliwości. Może na przykład świecić, ale może też oprócz samej funkcji oznaczania wspomagać leczenie. To właśnie ta uniwersalność jest potencjalnie jedną z głównych zalet badanych przeze mnie nanocząstek.

Dodatkowo bardzo trudno jest zaprojektować związki organiczne na potrzeby różnych specyficznych typów mikroskopii. Dotyczy to szczególnie mikroskopii wielofotonowej. To szczególny typ mikroskopii, który wymaga laserów impulsowych wysokiej mocy. Takie światło wnika głębiej w próbki biologiczne i pozwala zobaczyć niewidoczne inaczej struktury komórek czy organizmów. Aby wykorzystać taką mikroskopię, potrzebujemy jednak znaczników, które

są specjalnie przygotowane na jej potrzeby. Stworzenie związków organicznych, które wzbudzają się i świecą w odpowiedni sposób jest bardzo trudne. Nanocząstki złota sprawdzają się o wiele lepiej.

Jak daleko zaawansowane są prace pani zespołu?

Przygotowaliśmy już szereg nanocząstek złota. Naszym głównym celem jest znakowanie amyloidów. To agregaty białkowe związane z wieloma chorobami, między innymi Alzheimerem, Parkinsonem, ale też z cukrzycą typu 2. Podobne agregaty są też tworzone przez bakterie, które wykorzystują je do produkcji swoich kolonii i biofilmów. Badanie amyloidów jest więc istotne w wielu dziedzinach biologii i medycyny. Jeśli będziemy w stanie zrozumieć, dlaczego one powstają, jak przebiega ten proces i jak go hamować, będziemy mogli opracować leki

na Alzheimera i Parkinsona, ale też środki antybakteryjne.

Staramy się zrozumieć, jak powstają te agregaty, ale w tym celu musimy być w stanie je oglądać. Nanocząstki złota mogą posłużyć jako znacznik, który w tych badaniach dostarczy mnóstwa dodatkowych

informacji. O wiele więcej niż zdobylibyśmy po prostu oglądając te procesy za pomocą mikroskopii optycznej. Obserwując rosnące amyloidy, możemy stwierdzić, które miejsca na ich włóknach są hydrofobowe, które hydrofilowe, co może pomóc odpowiedzieć, dlaczego dany agregat formuje się w taki, a nie inny sposób. Udało nam się przeprowadzić tego typu badania właśnie dzięki nanocząstkom i był to jeden z elementów naszego projektu FIRST TEAM.

Badanie amyloidów jest istotne w wielu dziedzinach biologii i medycyny. Jeśli będziemy w stanie zrozumieć, dlaczego one powstają, jak przebiega ten proces i jak go hamować, będziemy mogli opracować leki na Alzheimera i Parkinsona, ale też środki antybakteryjne.

Zapewne wielu badaczy na całym świecie byłoby zainteresowanych wykorzystaniem potencjału nanocząstek.

Dzięki naszym projektom współpracujemy z wieloma laboratoriami na całym świecie. Naszą specjalizacją jest wytwarzanie nowych, opartych na nanocząstkach materiałów i pierwsze testy, które mają wykazać, czy nadają się one do konkretnych zastosowań. W ramach programu FIRST TEAM współpracowaliśmy z dwoma francuskimi laboratoriami ze Strasburga, które zajmują się badaniami na myszach i projektowaniem leków. Wyprodukowane przez nas cząstki testowali na żywych organizmach. Z drugiej strony rozwijamy współpracę z firmami, które zajmują się produkcją materiałów do testów medycznych. Pracujemy z nimi nad tym, jak nanocząstki mogą wspomagać istniejące już biosensory.

To projekt, który jest w trakcie realizacji.

Jak ważny dla prowadzenia tych badań był projekt FIRST TEAM?

Był niezwykle istotny – zarówno dla mojej kariery, jak i dla rozpoczęcia tego typu badań w Polsce na Politechnice Wrocławskiej. Dostałam grant, za nim jeszcze złożyłam habilitację, co było wielką motywacją w samodzielnej działalności badawczej. Mając doświadczenie z nanocząstkami złota, dzięki programowi FIRST TEAM zaczęłam badania nad amyloidami, co pozwoliło mi nawiązać współpracę z biologami. Dzięki projektowi zgromadziłam zespół wspaniałych ludzi. Na pewno bez tego programu przeprowadzenie badań dotyczących zastosowania nanocząstek złota do analizy amyloidów i agregacji białek byłoby nie do zrealizowania.

DR HAB. INŻ. JOANNA OLESIAK-BAŃSKA, PROF. PWR

Fizyczka i biotechnolożka. Specjalizuje się w opracowywaniu nowych metod obrazowania oraz nowych znaczników amyloidów. Pracuje w Instytucie Materiałów Zaawansowanych na Wydziale Chemicznym Politechniki Wrocławskiej. Laureatka Nagrody Dionizego Smoleńskiego, „luvenes Wratislaviae” PAN oraz innych nagród za osiągnięcia naukowe.

PROJEKT: NONA – optyka nieliniowa, nanocząstki i amyloidy



2018/01 - 2022/02

CZAS TRWANIA



1 744 780 zł

WARTOŚĆ DOFINANSOWANIA



DR HAB. MARCIN PAWŁOWSKI, PROF. UG

Kwantowe bezpieczeństwo. Generatory liczb losowych gwarantują pełną poufność komunikacji

Technologie kwantowe mogą przeobrazić dziedziny kluczowe dla naszej cywilizacji. Mają między innymi umożliwić stworzenie łącz telekomunikacyjnych w zasadzie niemożliwych do zhakowania. Dr hab. Marcin Pawłowski, profesor Uniwersytetu Gdańskiego, tworzy kwantowe generatory liczb losowych, które pozwolą zabezpieczyć nasze dane.

Czy trzeba sięgać aż do technologii kwantowych, by być bezpiecznym w internecie?

Nie trzeba, ale to ułatwia życie. Nie potrzebujemy też technologii atomowych, by budować elektrownie, ale w wielu sytuacjach to wyjątkowo korzystne rozwiązanie. Mechanika kwantowa jest zupełnie inna niż teorie klasyczne. Jednocześnie eksperymenty, które pokazują tę odmienność, można wykorzystać do wypracowania rozwiązań, które posłużą nam

w życiu codziennym. Splątanie kwantowe, które Albert Einstein nazwał „dziwacznym oddziaływaniem na odległość”, może służyć do zabezpieczenia przesyłanych informacji w taki sposób, by nikt nie mógł ich w niezauważony sposób przechwycić.

Dlaczego z kwantową kryptografią wiąże się tak wielkie nadzieje?

Kryptografia to dziedzina, która dzieli się na kryp-

toanalizę, czyli łamanie szyfrów, kryptologię, czyli ich tworzenie, oraz inżynierię. Ta ostatnia wskazuje, jak to wszystko osiągnąć.

Kryptografia kwantowa nie zastępuje kryptografii klasycznej, ale oferuje zbiór zupełnie nowych rozwiązań. Moim ulubionym jest generacja liczb losowych.

Po co nam te liczby losowe? Bezpieczne hasło czy klucz do szyfrowania z punktu widzenia kogoś, kto chce je złamać, są zupełnie losowe. To

w praktyce oznacza niemal całkowitą poufność danych przesyłanych przez komputerowe sieci. Przykładem dobrze to obrazującym może być rozmowa, którą teraz prowadzimy za pomocą łącza internetowego. Mój komputer, aby komunikować się z innym komputerem, tworzy losowe klucze kryptograficzne, które mają uniemożliwiać podsłuchanie naszej rozmowy przez osoby trzecie. Tylko że jeśli te klucze nie są prawdziwie losowe, ktoś może je złamać. Czasami zresztą generatory kluczy same stanowią zagrożenie. Umieszczanie w nich koni trojańskich to jeden z ulubionych zabiegów stosowanych przez agencje wywiadowcze. Takie urządzenie jest pozornie godne zaufania, ale łamanie generowanych za jego pomocą kluczy przez autorów konia trojańskiego jest banalnie proste. Kwantowa kryptografia pozwala jednak stworzyć urządzenie, które w niepodważalny sposób generuje liczby, których nikt nie będzie w stanie przewidzieć. Bez jakichkolwiek wątpliwości odnośnie jego bezpieczeństwa. Mamy niepodważalny, matematyczny dowód na to, że generowane przez nie liczby muszą być losowe, bo w innym przypadku zawałiłby się wszechświat, a ich losowość bezpośrednio wynika z praw fizyki.

Jak zaczęły się wasze prace?

Żeby prowadzić eksperymenty dotyczące splątania kwantowego, takie jak te, za które w ubiegłym roku przyznano nagrodę Nobla w dziedzinie fizyki, trzeba było się bardzo napracować i mieć sprzęt wart miliony euro. Miałem wielu kolegów eksperymentalistów, którzy chcieli prowadzić takie badania, ale nie mieli wystarczającego budżetu. My zajmowaliśmy się tym, by na

poziomie teoretycznym upraszczać ich eksperymenty. Jednocześnie technologia poszła do przodu i doszliśmy do poziomu, w którym urządzenia kiedyś kosztujące miliony teraz można kupić za kilkadziesiąt tysięcy i są tak proste, że każdy może je obsługiwać.

Co zyskuje na tych technologiach zwykły użytkownik?

Niewyobrażalny dotąd poziom bezpieczeństwa. Dzięki urządzeniom kwantowym mamy do dyspozycji niemal idealną losowość. Te urządzenia pozwalają każdemu z nas zabezpieczyć się tak, że nikt, nawet służby wywiadowcze, nie będą w stanie nas zhakować ani teraz, ani w przyszłości. Nasz generator nie tylko tworzy liczby losowe, ale zauważa i koryguje własne usterki. Jeśli na przykład zamrozimy go do minus 20 stopni, to faktycznie będzie gorzej działał, ale zauważy to i usprawni swoje działanie. Jedynym skutkiem będzie to, że będzie działał nieco wolniej.

Jak daleko jesteśmy do czasu, gdy takie urządzenia faktycznie pojawią się na rynku?

W naszych pracach jesteśmy na bardzo zaawanso-

wanym etapie. W ramach programu FIRST TEAM opracowaliśmy zgłoszenie patentowe, a rozwiązanie zostało licencjonowane przez założoną przez nas firmę. Na tej podstawie zbudowaliśmy już urządzenie w Chile, bo koledzy stamtąd byli partnerami naszego projektu. Pierwsze urządzenia już sprzedaliśmy tamtejszej loterii. Dlaczego akurat tam? Loterie na całym świecie korzystają z generatorów liczb losowych, ale jeśli te generatory działają źle, można wypatrzeć pojawiające się w losowaniach wzorce. Istnieją nawet wyspecjalizowane grupy, które takich wzorców szukają, a gdy je znajdą natychmiast zaczynają grać i wygrywają. To sprawia, że loteria ponosi straty. Nasza firma pozyskała inwestorów, rozwijamy i miniaturyzujemy produkt. Mamy już wielu klientów, a sprzedaż stale rośnie.

Szacunki mówią, że to potencjalnie rynek wart miliardy euro.

I jest to rynek, który rozwija się bardzo szybko. Szacuje się, że rośnie powyżej 20 proc. w skali rocznej. Dzieje się tak dlatego, że generatory liczb losowych

są bardzo potrzebne w komunikacji. Ogromnym rynkiem jest na przykład tzw. internet rzeczy czy motoryzacja. Samochody, nawet te nie w pełni autonomiczne, stale komunikują się z innymi pojazdami czy chmurą obliczeniową. Ta komunikacja musi być bezpieczna, by ktoś samochodu nie zhakował i nie doprowadził do wypadku. Na rozwój tego rynku wpływa też fakt, że zabezpieczenia przed cyberatakami, to element obronności państw.

W jaki sposób Pańskie badania wpisywały się w program FIRST TEAM?

Był bardzo ważny. Pozwolił mi rozwinąć grupę badawczą i budować urządzenia, które w czasach gdy byłem na studiach wydawały się fantastyką. Moja grupa utworzona dzięki programowi FIRST TEAM liczy już ponad 10 osób i utrzymuje się dzięki finansowaniu z różnych grantów. Moi pierwsi doktoranci sami są już profesorami na uczelniach i świetnie się rozwijają. Ciągłe współpracujemy, rozwijamy naukę, wspieramy młodych ludzi, a jednocześnie dobrze się przy tym bawimy.

DR HAB. MARCIN PAWŁOWSKI, PROF. UG

Fizyk specjalizujący się w informatyce kwantowej, Grupa Cyberbezpieczeństwa Kwantowego i Komunikacji w Międzynarodowym Centrum Teorii Technologii Kwantowych ICTQT na Uniwersytecie Gdańskim. Opracował wraz z zespołem samotestujące się kwantowe generatory liczb losowych.

PROJEKT: Kryptografia kwantowa z samotestującymi się urządzeniami



2016/11 - 2020/01

CZAS TRWANIA



1 425 471 zł

WARTOŚĆ DOFINANSOWANIA



DR HAB. INŻ. GRZEGORZ SOBON, PROF. PWR

Laserowe przełomy. Nowe urządzenia pomogą chronić środowisko i ratować wzrok

Zespół dr. hab. inż. Grzegorza Sobonia, profesora Politechniki Wrocławskiej, opracowuje urządzenia do precyzyjnego mierzenia emisji gazów cieplarnianych czy analizy delikatnych struktur ludzkiego oka. Zespół powstał dzięki grantowi Fundacji na rzecz Nauki Polskiej w ramach programu FIRST TEAM.

Lasery są wykorzystywane od ponad 60 lat. Czy można znaleźć dla nich jeszcze jakieś nowe zastosowania?

Mimo tak długiej historii perspektywy wciąż są ogromne. Mój projekt dotyczył opracowania tak zwanego lasera impulsowego. Zamiast ciągłej wiązki emituje on bardzo krótkie impulsy o czasie sięgającym femtosekund, czyli biliardowych (10-15) części sekundy. Gdy oddziałują one z materią, dzieją się

bardzo ciekawe rzeczy. Urządzenia, nad którymi pracujemy, w profesjonalnej nomenklaturze nazywane są optycznymi grzebieniami częstotliwości. Zazwyczaj wyobrażamy sobie lasery jako monochromatyczne źródło światła, które emituje fotony w bardzo wąskim zakresie częstotliwości. Grzebień częstotliwości może emitować setki tysięcy czy milion linii o doskonale określonych parametrach. To fantastyczne urządzenie do tak zwanej spektro-

skopii laserowej, która pozwala wykrywać śladowe ilości związków chemicznych. My skupiliśmy się na wykrywaniu gazów cieplarnianych, takich jak metan, dwutlenek węgla czy podtlenek azotu.

W jaki sposób można to wykorzystać w praktyce?

Monitorowanie emisji gazów cieplarnianych w różnych gałęziach przemysłu jest bardzo ważne w kontekście zmian klimatycznych. Żeby lepiej rozumieć te zmiany, musimy mierzyć emisje gazów cieplarnianych z dużą dokładnością. Każdy gaz czy nawet każda molekula, którą chcielibyśmy zmierzyć, wymaga innego lasera o innej długości fali. Grzebień częstotliwości pozwalają na budowanie czujników jednocześnie mierzących bardzo szeroki zakres możliwych emisji, bo stanowią ekwiwalent miliona laserów. To był punkt wyjścia naszych badań. Podobne urządzenia są także niezwykle przydatne w pracy naukowców prowadzących badania podstawowe. Pozwalają na precyzyjne pomiary kształtów linii widmowych, dzięki czemu badacze ulepszają modele różnych związków. To pozwala im lepiej rozumieć zachowania na poziomie molekularnym, co z kolei przekłada się na lepsze rozumienie podstaw fizyki.

Znaleźliście także inne zastosowania dla tego urządzenia.

Porozumieliśmy się z prof. dr. hab. Maciejem Wojtkowskim, szefem Międzynarodowego Centrum Badań Oka ICTER, który w ramach równoległego grantu FNP zajmował się obrazowaniem i diagnostyką

oczu. Jego zespół potrzebował lasera femtosekundowego do obrazowania siatkówki. Tu nie chodziło

o stworzenie grzebienia częstotliwości, a o zbudowanie lasera o niezwykle krótkim czasie impulsu. Badania prowadzone za pomocą tego lasera to tzw. mikroskopia fluorescencyjna wzbudzana dwufotonowo. Proces widzenia jest cyklem reakcji chemicznych, które zachodzą w siatkówce pod wpływem światła. Pobudzając produkty tych reakcji laserem, wzbu-

dzamy ich fluorescencję. Mierzając ją, możemy się dowiedzieć wielu rzeczy o kondycji siatkówki.

Aby wzbudzić tę fluorescencję, należałoby zastosować jako pobudzenie promieniowanie ultrafioletowe, ale w przypadku żywego oka to niemożliwe, bo to mogłoby poważnie uszkodzić wzrok. My omijamy ten problem, oświetlając oko promieniem o dwa razy dłuższej długości fali i dwa razy mniejszej energii. Uzyskujemy efekt wzbudzenia, ale w sposób bezpieczny dla wzroku. Laser wykorzystywany w tego typu badaniach musi mieć niezwykle wysrubowane parametry. Nam udało się zbudować takie urządzenie i zintegrowaliśmy je z oftalmoskopem okulistycznym w Instytucie Chemii Fizycznej PAN w Warszawie. Była to pierwsza na świecie demonstracja wskazująca, że femtosekundowe impulsy można bezpiecznie wprowadzić do siatkówki żywego oka. I był to duży sukces.

To bardzo szeroki zakres zastosowań: od chemii, przez ochronę środowiska po nauki biologiczne i medycynę.

Zgadza się, a na tym zastosowania się nie koń-

czą. Podobne lasery można wykorzystywać do obróbki materiałów, tworzenia nanostruktur czy polimeryzacji.

Podejrzewam, że zainteresowanie takimi technologiami na rynku jest duże. Kiedy te projekty mogą doczekać się komercjalizacji?

Założyliśmy spółkę, w ramach której będziemy komercjalizować zarówno grzebienie częstotliwości, jak i lasery do diagnostyki siatkówki. Prototypy są na bardzo wysokim poziomie gotowości technologicznej. Zainteresowanie jest duże, mamy już potencjalnych klientów.

Jak istotny dla Pana badań był program FIRST TEAM?

Program FIRST TEAM był dla nas absolutnym przełomem. To był jedyny program, który dawał takie

wsparcie naukowcom na wczesnym etapie kariery, czyli takim, na jakim ja wtedy byłem. Nie było i nadal nie ma dla młodych naukowców żadnego innego mechanizmu finansowania, który pozwoliłby stworzyć własny zespół badawczy i zatrudnić współpracowników na bardzo dobrych warunkach.

W pracy naszego zespołu zaangażowanych było łącznie 12 osób. Stworzyliśmy dobrze działający zespół, który potem mógł sięgać po kolejne źródła finansowania. Ludzie, z którymi pracowałem na początku tego projektu, teraz otrzymują własne granty i zakładają swoje zespoły badawcze, więc widać wyraźnie, że ten projekt przynosi owoce. Ważne jest też to, że Fundacja na rzecz Nauki Polskiej zachęca do nawiązywania współpracy między kierownikami projektów, organizując cyklicznie konferencje naukowe.

DR HAB. INŻ. GRZEGORZ SOBOŃ, PROF. PWR

Elektronik, specjalista z zakresu budowy innowacyjnych urządzeń laserowych, Katedra Teorii Pola, Układów Elektronicznych i Optoelektroniki Wydziału Elektroniki, Fotoniki i Mikrosystemów Politechniki Wrocławskiej. Wraz z zespołem opracował m.in. laser pozwalający na obrazowanie procesów zachodzących w żywym oku.

PROJEKT: Światłowodowe grzebienie częstotliwości optycznych w średniej podczerwieni dla potrzeb spektroskopii laserowej i monitorowania środowiska



2018/06-2022/11

CZAS TRWANIA



1 999 990 zł

WARTOŚĆ DOFINANSOWANIA



PROF. DR HAB. INŻ. URSZULA STACHEWICZ

Od medycyny po budownictwo. Wielkie możliwości uniwersalnych membran z nanowłókien

Pomagają leczyć schorzenia skóry, pozyskiwać wodę i tworzyć energooszczędne urządzenia oraz budynki. Zbudowane z mikroskopijnych nanowłókien membrany mogą okazać się niezwykle wszechstronnymi materiałami. Opracowywane są w laboratorium kierowanym przez prof. dr hab. inż. Urszulę Stachewicz z Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie i już budzą coraz większe zainteresowanie zarówno innych badaczy, jak i biznesu.

W jaki sposób tworzy się włókna tysiąc razy cieńsze od ludzkiego włosa?

Wykorzystujemy tak zwany proces elektroprzędzenia. Roztwór zawierający polimer przepuszczamy przez dyszę i poddajemy go działaniu wysokiego napięcia. Tworzy się dzięki temu cienka stróżka materiału, która zaczyna wirować w polu elektrosta-

tycznym między igłą a podłożem. Rozpuszczalnik, w którym rozpuszczony był polimer, odparowuje i pozostaje cieniutkie nanowłókno. Następnie włókna układają się na podłożu w różnych kierunkach, formując membranę zawierającą liczne pory. Taka membrana może mieć bardzo wiele ciekawych zastosowań.

Dlaczego w projekcie realizowanym w ramach programu FIRST TEAM skupialiście się na zastosowaniach medycznych dla tego materiału?

Zaczęło się od mojej córki. Jak w przypadku większości dzieci, trudno ją było przekonać do regularnego korzystania z kremów do skóry. Tymczasem skóra atopowa charakteryzuje się niską wilgotnością i wymaga stałego nawilżania, do którego stosowane są różnego rodzaju olejki i balsamy. To właśnie z tego powodu postanowiłam sprawdzić, czy nie dałoby się rozwiązać problemu, tworząc opatrunki z nanowłókien. Ich innymi zastosowaniami zajmowałam się już od pewnego czasu. Okazało się, że sprawdzają się znakomicie.

Jak działają takie opatrunki?

Nasze opatrunki to rodzaj tak zwanych nanogąbek, czyli porowatych membran składających się ze struktur tysięcy razy mniejszych od średnicy ludzkiego włosa. Występujące w nich mikroskopijne pory można wykorzystać, umieszczając w nich rozmaite substancje lecznicze czy olejki eteryczne. Gdy taki opatrunek jest nakładany na skórę, zawarty w nim olej jest uwalniany stopniowo przez wiele godzin. W przypadku wysuszonej, atopowej skóry to niezwykle ważne, bo bez nawilżenia szybko się ona wysusza i jest narażona na urazy.

To oczywiście jedna z wielu możliwości, jakie dają podobne opatrunki. Można je nasycać różnymi związkami leczniczymi, między innymi podchlorynem sodu, mocznikiem, różnego rodzaju olejami czy nawet kwasem hialuronowym, dzięki czemu mogą być potencjalnie stosowane także w celach kosmetycznych. Naszym zasadniczym celem, było jednak stosowanie ich w leczeniu

suchej czy atopowej skóry oraz tak zwanej egzemy atopowej. Wraz z zespołem badaczy z Uniwersytetu Medycznego w Łodzi przeprowadziliśmy badania *in vivo* na atopowym modelu skóry myszy. Udowodniły one, że bardzo proste narzędzie, jakim są nasze membrany, może dawać istotne efekty lecznicze. Co ważne, stosowanie takich opatrunków jest również bardzo łatwe. Zakładamy, że pacjent będzie mógł po prostu kupić taką membranę i olej w aptece, a następnie samodzielnie wykonać opatrunek.

Jesteście specjalistami od nowych materiałów. Jak wyglądała współpraca z lekarzami podczas realizacji tego projektu?

Jako specjaliści od inżynierii materiałowej musieliśmy wiele nauczyć się o skórze atopowej. Uczyliśmy się tego od wybitnych dermatologów i alergologów, którzy bardzo nas w tym procesie wspierali. Po pięciu latach prowadzenia projektu możemy już chyba powiedzieć, że staliśmy się ekspertami w tej kwestii. Kontaktuje się z nami wiele zespołów, które pytają nas o doświadczenia w produkcji opatrunków i chcą nawiązywać z nami współpracę.

Medycyna to jednak zaledwie jedno z wielu możliwych zastosowań waszych materiałów.

To prawda. Poszerzamy właśnie nasze badania i poszukujemy nowych zastosowań opracowa-

nych przez nas membran. W ramach przyznanego nam grantu ERC wykorzystujemy je na przykład do stworzenia innowacyjnych materiałów izolacyjnych, które będą mogły obniżyć zużycie energii budynków czy urządzeń elektronicznych. Wzorujemy się na naturze, na przykład na piórach pingwinów

Nasze opatrunki to rodzaj tak zwanych nanogąbek, czyli porowatych membran składających się ze struktur tysięcy razy mniejszych od średnicy ludzkiego włosa. Występujące w nich mikroskopijne pory można wykorzystać, umieszczając w nich rozmaite substancje lecznicze czy olejki eteryczne.

czy włosach niedźwiedzi polarnych, które zapewniają tym zwierzętom doskonałą izolację termiczną. Membrany będą mogły w zależności od potrzeb skutecznie odprowadzać, ale też uwalniać ciepło. Wcześniej pracowaliśmy nad pozyskiwaniem z pomocą nanowłókien polimerowych wody z mgły.

Jaką rolę w Pani badaniach pełnił program FIRST TEAM?

Stworzyliśmy laboratorium, wyposażone w konfokalny mikroskop, który umożliwia nam prowadzenie kolejnych badań, zwłaszcza badań interakcji komórek z naszymi nanowłóknami w ramach tak

zwanej inżynierii tkankowej. Opublikowaliśmy ponad 20 artykułów naukowych, dwa z nich są w trakcie recenzji w bardzo dobrych czasopismach. Złożyliśmy trzy wnioski patentowe w Polsce i dwa patenty europejskie.

Program pomógł nie tylko mojej karierze naukowej, ale również umożliwił zbudowanie znakomitego zespołu. W ramach projektu obroniło się już czworo doktorantów, a młodzi ludzie pracujący z nami opublikowali świetne prace w prestiżowych czasopismach, zatem mają się czym pochwalić. Uważam, że to cenny wkład w polską naukę.

PROF. DR HAB. INŻ. URSZULA STACHEWICZ

Inżynierka materiałowa, Electrospun Fibers Group, Wydział Inżynierii Metali i Informatyki Przemysłowej Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. Specjalizuje się w opracowywaniu materiałów opartych na nanowłóknach. Wraz z zespołem opracowała nanomembrany, które mogą służyć do tworzenia opatrunków bądź do izolacji termicznej, a także pozyskiwania energii wody z mgły.

PROJEKT: Nanogąbki do leczenia atopowego zapalenia skóry



2018/10 - 2023/12

CZAS TRWANIA



2 000 000 zł

WARTOŚĆ DOFINANSOWANIA



DR HAB. MAGDALENA STOBİŃSKA, PROF. UW

Kwantowe przetwarzanie danych. Matematyczne fundamenty rewolucji w informatyce

Praca polskich badaczy może sprawić, że kwantowa komunikacja i przetwarzanie danych już wkrótce znajdzie powszechne zastosowanie. Zespół dr hab. Magdaleny Stobińskiej, profesor Uniwersytetu Warszawskiego, opracowuje rozwiązania, które wkrótce mogą stać się podstawą działania zaawansowanych kwantowych urządzeń, w tym kwantowych komputerów.

Technologie kwantowe mają dać ogromne możliwości, ale z drugiej strony można odnieść wrażenie, że mówienie o nich stało się czymś w rodzaju magicznego zaklęcia.

To prawda. Większość naukowców, którzy się tym faktycznie zajmują, jest ostrożna w wypowiedziach na temat potencjału technologii kwantowych. Dotyczy to zwłaszcza kwantowych komputerów.

Firmy takie, jak Google czy Microsoft, tworzą kwantowy hardware, ale nie ma jeszcze prawie w ogóle kwantowego software'u. Ja pracuję nad tym, by zaistniał. Jeśli idzie o kwantową metrologię i kryptografię, sprawa jest dużo prostsza, bo korzyści z nich płynące są udowodnione. Kryptografia to część moich badań zainicjowana przez grant programu FIRST TEAM.

Na czym skupia się Pani w swojej pracy?

Przetwarzanie danych, na przykład obrazów, kompresja czy usuwanie szumu, wymaga wykonywania pewnych operacji, które możemy opisać transformacjami matematycznymi. Jednym z przykładów może być stosowana powszechnie w informatyce transformata Fouriera, ale są też inne, na przykład transformata Kravchuka, która przetwarza dane w trochę inny sposób i koncentruje się na innych ich aspektach. To właśnie na kwantowej implementacji transformaty Kravchuka skupialiśmy się w ramach projektu FIRST TEAM. Transformata Kravchuka może się bardzo przydać wszędzie tam, gdzie mamy do czynienia z informacjami o dużym stopniu zaszumienia, na przykład w przypadku przetwarzania obrazów czy w tak

zwanym widzeniu komputerowym. Oznacza to, że doskonale nadaje się ona na przykład do obsługi autonomicznych samochodów czy obiektów latających, bo służy do szybkiej, dokładnej analizy obrazu. Może też znaleźć zastosowania w obrazowaniu medycznym, na przykład podczas badań mózgu. Dziś przetwarzamy takie dane za pomocą transformaty Fouriera, ale można to zrobić w lepszy, dokładniejszy sposób. Dzięki temu na przetworzonym obrazie będzie widocznych więcej szczegółów, co może choćby pozwolić na wczesne wykrycie mniejszych nowotworów.

Dlaczego w takim razie transformata Kravchuka nie jest jeszcze powszechnie stosowana?

Nie ma jeszcze szybkiego algorytmu, który ją implementuje. Udało nam się pokazać, że przy pewnych założeniach można ją implementować z użyciem kwantowej fotoniki ze stałą zło-

żonością obliczeniową. Jeśli sobie wyobraźmy, że przetwarzamy na przykład sekwencje dźwiękowe, to nieważne, jak długa jest ta sekwencja, czas obliczeniowy zawsze jest taki sam i wymaga użycia tylko jednej bramki kwantowej, w dodatku bardzo prostej. Teraz pracujemy nad wydajną implementacją tej transformaty na komputerze kwantowym, który pracuje na kubitach. Wydaje się, że udało się nam to zrobić, co oznacza, że mamy drugą w historii transformatę matematyczną, która na komputerze kwantowym działa wykładniczo szybciej w stosunku do najlepszego istniejącego algorytmu działającego na komputerze klasycznym. Zasadniczo skupiamy się na dwóch kierunkach badań. Po pierwsze, nad implementacją transformat matematycznych w kierunku tworzenia algorytmów kwantowych.

Nie chcę jeszcze mówić, że stworzymy algorytmy kwantowe, ale żeby to zrobić, trzeba zacząć od transformat i to właśnie robimy. Studiujemy też to, jak transformaty można rozłożyć wydajnie na podstawowe bramki

kwantowe - jak wyglądają układy tych bramek i w jaki sposób się skalują z ilością wejściowych kubitów. Druga, bardzo aktywna linia badań dotyczy kwantowej komunikacji - dystrybucji splątania na duże odległości, a następnie ekstrakcji klucza kryptograficznego.

To kluczowe dla kwantowej kryptografii i bezpiecznej komunikacji.

Sytuacja nie jest prosta. Nie tylko musimy mieć dobry pomysł, ale ten pomysł trzeba dostosować do istniejących zasobów, a te są ograniczone. Brakuje na przykład różnorodnych źródeł i detektorów kwantowego światła, co bardzo nas ogranicza. Chodzi o to, by pomimo tych ograniczeń i tak osiągnąć cel,

Chodzi o to, by pomimo tych ograniczeń i tak osiągnąć cel, jakim jest dystrybucja użytecznego klucza kryptograficznego na duże odległości w realistycznych warunkach. Każda technologia ma w końcu swojego odbiorcę.

jakim jest dystrybucja użytecznego klucza kryptograficznego na duże odległości w realistycznych warunkach. Każda technologia ma w końcu swojego odbiorcę. Jego nie interesuje to, czy coś jest kwantowe, czy nie, ale czy działa. Interesująca dla niego jest szybkość generacji klucza. A ona musi być duża, bo nikt przecież nie chce mieć wolnego internetu. To połączenie różnych wymagań jest dość trudne.

Kiedy możemy się doczekać wdrożenia wyników waszych badań?

Jeśli chodzi o transformatę Kravchuka, powstał już zaawansowany patent, który jest opracowywany przez międzynarodowy system PCT/WIPO. Cały proces trwa już od trzech, czterech lat. Jesteśmy w fazie

końcowej uzyskiwania patentu międzynarodowego i będziemy myśleli o jego sprzedaży.

W jaki sposób na pani pracę wpłynął grant FIRST TEAM?

Jestem dozgonnie wdzięczna FNP. Dzięki temu grantowi przetrwałam w świecie nauki. Od dwóch lat jestem profesorem uniwersytetu, ale przez 10 lat tak nie było. Przejście tej ścieżki umożliwiło mi FNP. Najpierw program HOMING PLUS, a później FIRST TEAM dały mi możliwość pracy i stworzenia swojej grupy naukowej. To była także platforma, która umożliwiła wystąpienie o kolejne granty. To było kluczowe, by wejść na drogę do profesury.

DR HAB. MAGDALENA STOBINSKA, PROF. UW

Fizyczka, Grupa Badawcza Kwantowych Technologii Informatycznych Uniwersytetu Warszawskiego (www.stobinska-group.eu). Specjalizuje się w optyce i informacji kwantowej. Opracowała m.in. nowy sposób implementacji transformaty Kravchuka w systemach kwantowych.

PROJEKT: Optyka zintegrowana w dziedzinie czasowo-częstotliwościowej: nowa, uniwersalna platforma do realizacji technologii kwantowych



2017/06 - 2022/11

CZAS TRWANIA



1 999 956 zł

WARTOŚĆ DOFINANSOWANIA



DR HAB. MICHAŁ TOMZA, PROF. UW

Ultrazimne jony otwierają drogę do komputerów kwantowych

Utrzymywane w temperaturach bliskich zera bezwzględnego atomy i cząsteczki przejawiają niezwykle, kwantowe właściwości. Dr hab. Michał Tomza, prof. Uniwersytetu Warszawskiego, jest jednym z najlepszych na świecie specjalistów od tych egzotycznych stanów materii. Jego prace były publikowane przez najważniejsze naukowe periodyki świata, a projektowane przez niego układy mają szansę zrewolucjonizować m.in. przyszłe komputery kwantowe.

W fizyce najciekawsze rzeczy dzieją się, gdy jest bardzo zimno.

Nie wiem, czy najciekawsze, ale na pewno bardzo ciekawe. W mojej pracy skupiam się na badaniach materii w bardzo niskich temperaturach, w których zaczynają dominować efekty kwantowe.

Trudno tutaj uciec od tematu nadprzewodnictwa. Ostatnio głośno było o rzekomym odkryciu pierwszego nadprzewodnika, który nie wymaga ekstremalnie niskich temperatur. Okazało się jednak, że koreańscy naukowcy, którzy to ogłosili, w swoich badaniach popełnili błędy.

Nadal nie mamy nadprzewodnictwa w temperaturze pokojowej, bo nie w pełni rozumiemy, co jest do niego potrzebne. Nie wiemy, czego szukamy, a ilość możliwych konfiguracji atomów jest ogromna. Z tego powodu środowisko naukowe rozgrzewają informacje takie, jak ta o odkryciu przez Koreańczyków materiału LK-99. Wszyscy chcieliby coś takiego stworzyć.

W ostatnich dekadach badania fizyki kwantowej w ekstremalnych warunkach i badania nowych materiałów często inspirowały się nawzajem. My badamy układy gazowe, w których występuje zjawisko o podobnej naturze. Zdobywamy wiedzę i staramy się symulować działanie nadprzewodników, wykorzystując inne układy. To właśnie konieczność lepszego zrozumienia fizycznych podstaw nadprzewodnictwa jest jednym z głównych motorów napędowych badań ultrazimnej materii.

Nad czym obecnie pracuje Pana zespół?

Badamy bardzo rzadkie gazy, które w super niskich temperaturach zachowują się w pełni kwantowo. Staramy się uczyć tego, jak je kontrolować i jak generować układy o takich właściwościach, jakich potrzebujemy. Jednym z najbardziej spektakularnych wyników naszych badań realizowanych dzięki wsparciu Fundacji na rzecz Nauki Polskiej było stworzenie układu, w którym pojedynczy jon został zanurzony w ultrazimnym gazie o temperaturze bliskiej zera bezwzględnego. To coś, nad czym inni naukowcy pracowali od dwóch dekad. Nam pierwszym wspólnie z zagranicznymi partnerami udało się schłodzić ten układ do tak niskich

temperatur, że zaczęliśmy obserwować efekty kwantowe podczas zderzeń jonu z atomami. Możli-

wość takiego manipulowania schłodzonymi jonami jest bardzo ważna ze względu na komputery kwantowe. Architektura, w której kubity tych urządzeń oparte są na pojedynczych jonach, jest jedną z dwóch czy trzech najbardziej obiecujących. My nie budujemy wprost komputerów kwantowych, ale tworzymy fundamenty dla ich działania. Nasze badania, opisujące możliwość kontroli pojedynczego, zanurzonego w ultrazimnym gazie jonu, trafiły na okładkę czasopisma „Nature”. Opublikowaliśmy niedawno także badanie, przy którym współpracowaliśmy z zespołem z Massachusetts Institute of Technology. Kierował nim Wolfgang Ketterle, który w 2001 r. dostał Nagrodę Nobla za uzyskanie pierwszych kondensatów Bosego-Einsteina. To ojciec badań nad ultrazimnymi atomami. Jego grupa doświadczała, jak zachowuje się mieszanina ultrazimnych atomów i cząsteczek pewnego typu. Zespół Ketterle’a zaobserwował zależność wyników od pola magnetycznego i zwrócił się do nas, byśmy to wyjaśnili. To była moja pierwsza publikacja naukowa z noblistą!

Trzeba podkreślić, że tego typu prace służą budowaniu naukowego zaplecza przyszłych technologii. Dodajemy kolejne cegiełki do inżynierii kwantowej.

Pański zespół tworzy fundamenty pod przyszłe technologie, ale kiedy wasze pomysły mogą znaleźć praktyczne zastosowania?

Opracowujemy teoretyczne podstawy, które są wykorzystywane w rozwoju technik doświadczalnych i nowych technologii. Nowe metody chłodzenia jonów i manipulowania nimi mogą mieć zastosowanie w komputerach kwantowych, choć droga do tego celu jest jeszcze daleka. Naszym wkładem jest tworzenie elementów, które

Badamy bardzo rzadkie gazy, które w superniskich temperaturach zachowują się w pełni kwantowo. Staramy się uczyć się tego, jak je kontrolować i jak generować układy o takich właściwościach, jakich potrzebujemy.

w pewnym momencie zostaną złożone w działające urządzenie. Pracujemy więc nad poprawą jakości kubitów, ale zastanawiamy się też nad tym, czy możliwa jest inna architektura komputerów kwantowych. Jednym z wyników projektu FNP była całkowicie teoretyczna praca, w której proponujemy wykorzystanie mieszaniny atomów i ultrazimnych cząsteczek do obliczeń kwantowych. Musimy teraz przekonać naszych współpracowników, by sprawdzić to rozwiązanie w praktyce i je rozwinęli.

Jakie znaczenie dla prowadzenia podobnych badań w Polsce miał program FIRST TEAM?

Fundacja na rzecz Nauki Polskiej od początku tworzyła dobre warunki dla badań. Pomaga kształtować kulturę nauki, w tym współpracę z biznesem. To coś, czego nie robi nikt inny. Od dekady coraz częściej obserwujemy, że badania naukowe w Polsce można

prowadzić tak, jak na Zachodzie. Mamy zespoły badawcze zatrudniające młodych naukowców, widzimy coraz większą liczbę uczonych z zagranicy, którzy przyjeżdżają z nami pracować. Tego wcześniej nie było. To bardzo ważny element większej układanki, która pozwala nam konkurować z naukowcami z Zachodu i robić to na naszych warunkach.

Bardzo ważnym aspektem programu FIRST TEAM jest tworzenie potencjału ludzkiego i budowanie zespołów badawczych. Możliwość zatrudnienia niezwykle zdolnych ludzi, kształcenia ich, daje nam narzędzia, które pozwalają potem rozwiązywać najtrudniejsze problemy. Jednym z moich największych osiągnięć w tym kontekście jest to, że jeden z magistrantów, który pracował w naszym zespole w projekcie FIRST TEAM, właśnie robi doktorat na Harvardzie.

DR HAB. MICHAŁ TOMZA, PROF. UW

Fizyk kwantowy, specjalizuje się w fizyce ultrazimnej materii, Instytut Fizyki Teoretycznej Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego. Zdobywca Nagrody Prezesa Rady Ministrów za osiągnięcia naukowe.

PROJEKT: Inżynieria kwantowa nowych ultrazimnych złożonych układów molekularnych: od dwuatomowych do wieloatomowych cząsteczek



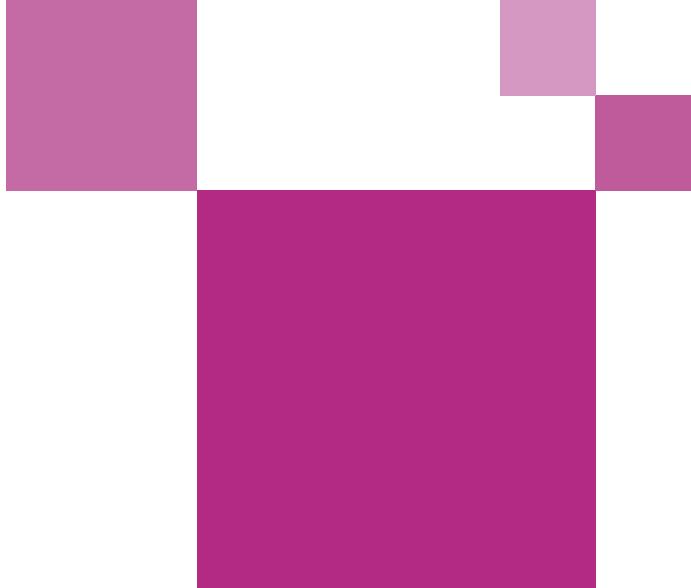
2019/07 - 2023/03

CZAS TRWANIA



2 000 000 zł

WARTOŚĆ DOFINANSOWANIA



Publikacja współfinansowana ze środków Unii Europejskiej z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój.



Rzeczpospolita
Polska



Unia Europejska
Europejski Fundusz
Rozwoju Regionalnego





Fundacja na rzecz
Nauki Polskiej

www.fnp.org.pl