



# PROFUNDERE SCIENTIAM

nr. 3 październik 2010

BIULETYN CENTRUM STUDIÓW ZAAWANSOWANYCH POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ

## Przełomowe wydarzenia w nauce dokonują się wtedy, gdy nikt ich nie oczekuje

Rozmowa z prof. Haroldem W. Kroto, laureatem  
Nagrody Nobla w dziedzinie chemii z 1996 roku

Pana rodzina ma polskie korzenie, czy są w Pana obecnym życiu jakieś nawiązania do Polski?

Mój ojciec urodził się w Berlinie, ale korzenie jego rodziny sięgają kilka pokoleń wstecz do Bojanowa w Polsce. Odwiedziłem te miejsca, ale nie udało mi się nawiązać z nimi szczególnej więzi. W mojej świadomości tkwi poczucie brytyjskości. Oczywiście uważam za bardzo interesujące, że moje nazwisko pochodzi z Krotoszyna. Dzięki temu moja historia staje się ciekawsza, jednak nie kierują mną żadne idee patriotyczne i nacjonalistyczne. Zdecydowanie wolę myśleć o sobie po prostu jako o człowieku i nie skupiać się na różnicach między narodami. Należę do rodzaju ludzkiego i czuję się Europejczykiem.

Pana praca została nagrodzona wieloma wyróżnieniami i honorowymi doktoratami, jakie znaczenie mają nagrody w życiu naukowca?

To jest trudne pytanie. Sądzę, że nagrody nie powinny być aż tak ważne, jak są na ogół traktowane. Nauką nie zacząłem się zajmować, aby otrzymywać jakiegolwiek nagrody. Robię to, bo jestem w tym dość dobry, a także dlatego, że jest to moja praca. Nagrody pojawiły się dopiero później. Nie myślałem o nich, ale skoro odkryliśmy coś ciekawego i otrzymaliśmy bardzo interesujące wyniki, to

może zasługujemy na nagrodę. Nagrody z pewnością są ważne jako aspekt towarzyszący karierze naukowej, ale to tylko bonus, nie powinny być one zbyt ważne, aby nie przyćmić sensu naszej pracy.

“... nauka to termin niezrozumiany przez większość ludzi, nawet przez naukowców”

W swoich wypowiedziach kilkakrotnie zaznaczał Pan rolę fundamentalnych badań w nauce, obecnie na świecie największą uwagę skupiają jednak rozwiązania komercyjne, umożliwiające aplikacje na szeroką skalę, w czym wg Pana tkwi problem? Jak postępować, aby wyniki badań skutecznie łączyły z innowacyjnością i zastosowaniami praktycznymi? Jaką rolę w tym kontekście spełniają nauki podstawowe?

Tak naprawdę problemem jest finansowanie nauki. Od II wojny światowej nauka jest definiowana jako działanie, które w efekcie powinno przyczyniać się do rozwoju technologii i aplikacji komercyjnych, a także rozwoju technologii wojskowej.

### W NUMERZE między innymi

- Przełomowe wydarzenia w nauce dokonują się wtedy, gdy nikt ich nie oczekuje - rozmowa z prof. Haroldem W. Kroto, laureatem Nagrody Nobla w dziedzinie chemii
- Wiele obliczy nanotechnologii - rozmowa z prof. Jerzym Rużyłło, Penn State University, USA
- Nauka - pasja i praca - rozmowa z prof. J. M. Blackledgem, School of Electrical Engineering Systems, College of Engineering and Build Environment, Irlandia
- Po co psychologia studentowi uczelni technicznej - dr Dorota Kobylińska
- Nowe wykłady w Uczelnianej Ofercie Studiów Zaawansowanych PW
- Stypendyści Centrum w kraju i za granicą

## Podwaliny nauk podstawowych

prof. Stanisław Janeczko

W edukacji, która jest jednym z najważniejszych atrybutów nowoczesnej Europy, obok zaawansowanych badań i innowacji rozumienie odgrywa szczególną rolę. Rozumienie zjawisk i procesów zachodzących w przestrzeni ludzkiej aktywności przyniosło, po kolejnych etapach przekształceń, niebywały rozwój praktycznych możliwości nauk podstawowych. Wśród tych nauk wyjątkowe miejsce zajmuje matematyka. Można by rzec, że prawdziwy postęp w rozumieniu świata rozpoczął się od udanych prób jego ścisłego, precyzyjnego opisu - od kiedy zaczęto umieszczać zjawiska

# CZY DOKTORANTÓW TRZEBA UCZYĆ PISANIA I MÓWIENIA?

„Techniki komunikowania się w działalności naukowca”

wykład specjalny w Uczelnianej Ofercie Studiów Zaawansowanych

Pomysł, aby doktorantów uczyć pisania i mówienia, można wstępnie potraktować jako cokolwiek dziwny. W końcu, jeśli ktoś pracuje naukowo, publikuje swoje prace, prowadzi zajęcia dydaktyczne, to znaczy, że zapewne ma do tego predyspozycje, a w czasie lat edukacji i przygotowania się do tej roli nabył i udoskonalił odpowiednie umiejętności komunikacyjne. Jednak, czytając niektóre publikacje lub słuchając niektórych prezentacji na konferencjach, można odnieść zgoła odmienne wrażenie...

Dlaczego tak jest? Zazwyczaj dlatego, że tak bardzo zajęci jesteśmy merytoryczną stroną naszej pracy (publikacji lub prezentacji), że zbyt mało uwagi przywiązujemy do jej formy. A forma przekazu może mieć bardzo istotny wpływ na jego efektywność. Dlatego powinniśmy zwracać uwagę nie tylko na to CO mamy do przekazania, ale także JAK to robimy.

To w dużym skrócie geneza wykładu

„Techniki komunikowania się w działalności naukowca”, który od kilku lat jest w Uczelnianej Ofercie Studiów Zaawansowanych, tworzonej przez Centrum Studiów Zaawansowanych. Wykład składa się z części poświęconej pisaniu (przede wszystkim prac naukowych, w tym doktoratu) i mówieniu - prezentacji (przede wszystkim prezentacji konferencyjnych).

Pisanie, jako stały element pracy naukowca, można stale doskonalić. Doskonaląc formę pracy pisanej, poprawiamy jej jakość, zrozumiałość dla czytelnika i skuteczność - w sensie skuteczności przekazywania informacji. Planowanie pracy, gromadzenie materiałów, selekcja i strukturalizowanie informacji, systematyzacja dokumentu, wreszcie samo pisanie tekstu i uzupełnianie go elementami graficznymi, formatowanie całości, a potem sprawdzanie i poprawianie, to kolejne etapy pracy nad dokumentem

(i kolejne tematy wykładu). Oprócz omówienia tych zagadnień, wykład zawiera także elementy analizy aspektów prawnych i etycznych dobrego pisania oraz bardzo praktyczne podsumowanie w formie zajęć pod tytułem „**Jak napisać rozprawę doktorską**”.

Ta część zajęć ze zrozumiałych względów budzi wiele emocji wśród słuchaczy, którzy są właśnie na etapie pisania pracy doktorskiej. Dużym zainteresowaniem cieszą się także rozważania o tym „**na co zwraca uwagę recenzent**”.

Samo spojrzenie na rozprawę doktorską oczami recenzenta, „wejście w jego skórę” oraz próba patrzenia z jego pozycji jest dobrym ćwiczeniem i zazwyczaj przynosi rezultaty w postaci poprawy jakości pracy. Nie jest to specjalnie odkrywcze, tym bardziej więc dziwi, jak często autorzy zaniedbują takie właśnie ćwiczenie - próbę postawienia się w roli czytelnika i oceny swojego dzieła

{DOKOŃCZONE NA STR 29}

## DZIAŁALNOŚĆ CENTRUM STUDIÓW ZAAWANSOWANYCH

w semestrze letnim 2009/2010 oraz plany na rok akademicki 2010/2011

→ W semestrze letnim 2009/2010 zostały ogłoszone trzy wykłady z cyklu Konwersatorium Politechniki Warszawskiej:

- "Półprzewodniki XXI wieku" profesor Jerzy Rużyło z Pennsylvania State University, USA (*rozmowa z Profesorem* → str. 16)
- "Mathematical Approaches to Problems in Computer Imaging via Methods in Geometry and Singularity Theory" profesor James Damon, Department of Mathematics, The University of North Carolina, USA
- "Perspektywy rozwoju materiałów konstrukcyjnych i funkcjonalnych" profesor Krzysztof J. Kurzydłowski z Wydziału Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej.

→ 18 marca br. w ramach cyklu Wielka Muzyka w Małej Auli odbył się recital skrzypcowo-fortepianowy profesora Jonathana M. Blackledge'a, przebywającego na Politechnice Warszawskiej w ramach projektu stypendialnego dla Profesorów Wizytujących.

W programie znalazły się utwory m.in. Beethovena, Wieniawskiego, Bartoka i Brahmsa. Profesor Jonathan M. Blackledge jest absolwentem Royal College of Music, a jednocześnie, jako wybitny specjalista w dziedzinie cyfrowego przetwarzania sygnałów (CPS), profesorem w College of Engineering and Build Environment w Dublinie. (*rozmowa z Profesorem* → str. 14)

→ W maju br. odbyła się, współorganizowana przez Centrum Studiów Zaawansowanych Politechniki Warszawskiej, **XIV Konferencja Metodologiczna z udziałem profesora Rogera Penrose'a pod tytułem „Road to reality with Roger Penrose. Mathematics, physics and philosophy”**. Konferencję podzielono na dwie części, pierwsza pod hasłem Matematyka i Fizyka odbywała się w Warszawie (17-18.05.2010) natomiast druga poświęcona Fizyce i Filozofii w Krakowie (20-21.05.2010).

→ Zgodnie z zapowiedziami Centrum kontynuuje realizację projektu **Laboratoria Wspomagające**. Status takiego laboratorium uzyskało Laboratorium

Technik Femtosekundowych Wydziału Fizyki PW. To już drugi zespół naukowo-dydaktyczny, który zdecydował się uczestniczyć w działaniach Centrum mających na celu kształcenie wybitnych młodych naukowców. Laboratorium Techniki Femtosekundowych jest jednym z najmłodszych laboratoriów na Wydziale. Dysponuje nowoczesną bazą aparaturową umożliwiającą prowadzenie prac badawczych nad własnościami optycznymi wielu materiałów, w szczególności polimerów oraz półprzewodników, o potencjalnych zastosowaniach w budowie urządzeń fotonicznych.

→ W konkursie, o dofinansowanie warsztatów naukowo-dydaktycznych wpłynęły cztery wnioski, z czego dwa zostały rozpatrzone pozytywnie. Pierwsze warsztaty z tej serii, zorganizowane przez doktorantów Wydziału Fizyki, odbyły się w maju br. w Lipniku. (→ str. 26). Kolejne warsztaty, tym razem organizowane na wniosek doktorantów z Wydziału Chemicznego odbyły się na początku września br.

{DOKOŃCZONE NA STR 28}

# Spotkania z laureatami Nagrody Nobla na Politechnice Warszawskiej

*„Mam 85 lat i wciąż bawi mnie robienie eksperymentów, na dodatek zajmuję się tym często w soboty. Gdy osiągniecie mój wiek i będziecie w soboty robić doświadczenia, to znaczy, że nauka jest dla was”*

*Oliver Smithies, uhonorowany Nagrodą Nobla z medycyny w 2007 roku*

Wyróżnienie o charakterze międzynarodowym, jakim jest Nagroda Nobla, przyznawane jest za wybitne osiągnięcia naukowe, literackie lub zasługi dla społeczeństw i ludzkości. Pierwsza uroczystość wręczenia tej nagrody odbyła się w 1901 roku w Królewskiej Akademii Muzycznej w Sztokholmie. Przyznano wtedy Pokojową Nagrodę Nobla dla Jean H. Dunanta, założyciela Czerwonego Krzyża i Frédérica Passyego. Od tego czasu corocznie przyznawane są nagrody w dziedzinie: fizyki, chemii, fizjologii lub medycyny, literatury oraz Pokojowa Nagroda Nobla. Ze względu na długi i bardzo rygorystyczny proces wyboru Nagroda Nobla stała się najbardziej prestiżowym wyróżnieniem na świecie.

W lipcu tego roku mieliśmy przyjemność gościć na Politechnice Warszawskiej Profesora Harolda Kroto, laureata Nagrody Nobla z 1996 roku, wraz z małżonką Margaret Kroto. Profesor wygłosił specjalny wykład w ramach Konwersatorium Politechniki Warszawskiej, pod tytułem *"Science, Society and Sustainability"*. W spotkaniu uczestniczyło ponad sto osób zarówno z Politechniki jak i liczne grono zaproszonych gości. W czasie tego

odczytu Profesor Kroto wielokrotnie zwracał uwagę na potencjał, który tkwi w młodych badaczach. Jego zdaniem, to właśnie do nich należy dokonywanie kolejnych przełomowych odkryć. Przywołał sylwetki Alberta Einsteina, Jamesa Clarka Maxwella, Charlesa Darwina, Rosalyn Franklin, zwracając uwagę, że dokonali oni swoich największych odkryć właśnie kiedy byli młodzi. Harold Kroto zaznaczył także, że nauka powinna dążyć do ustalenia uniwersalnej prawdy i odrzucenia błędnych przekonań, a na straży tego powinni stać naukowcy. Zwracał się do obecnych z apelem, aby pamiętali o odpowiedzialności, z jaką związana jest nauka i ponad wszystko nie zapominali o swoim człowieczeństwie. Już w bardziej kameralnej atmosferze odbył się koncert fortepianowy w Muzeum Fryderyka Chopina w Żelazowej Woli. Recital został zorganizowany dla Państwa Kroto przez Centrum Studiów Zaawansowanych w nawiązaniu do obchodów Roku Chopinowskiego 2010.

Wizyta Profesora Harolda W. Kroto początkuje cykl **"Spotkania z laureatami Nagrody Nobla na Politechnice Warszawskiej"**. Kontakt z Lauretami



Profesor H. Kroto w Muzeum F. Chopina ↑

Nagrody Nobla uświadamia nam nie tylko, jak ważne jest odczuwanie radości z prowadzonych badań, ale także jak duża odpowiedzialność spoczywa na barkach Naukowców. I o tym nie należy zapominać. Mamy nadzieję, że spotkania z najwybitniejszymi naukowcami świata staną się inspiracją i będą służyły refleksyjnemu poszerzaniu wiedzy oraz uzupełnieniu spektrum poznawcze środowiska naukowego.

*dr inż. Małgorzata Zielińska*



↑ Wpis do Księgi Pamiątkowej Centrum, z lewej profesor Harold Kroto, z prawej JM Rektor PW profesor Włodzimierz Kurnik

**Profesor Harold Kroto** urodził się w Wisbech w hrabstwie Cambridge w Anglii w 1939 r. Ojciec Harolda Kroto miał polskie korzenie, jego rodzina pochodziła z Bojanowa w Wielkopolsce. Temu Harold Kroto zawdzięczał nazwisko Krotoschiner, które nosił do 1955 roku, kiedy to zostało skrócone przez jego ojca do Kroto.

W 1967 roku związał się z University of Sussex, gdzie w 1985 roku otrzymał tytuł profesora. Od 2004 roku jest profesorem na Wydziale Chemii, Florida State University. W czasie swojej kariery naukowej Harold Kroto zajmował się m.in. badaniami własności wolnych rodników, możliwości tworzenia nowych molekuł z wielokrotnymi wiązaniami między węglem a innymi pierwiastkami. Udowodnił istnienie takich związków i dalej zajmował się możliwością otrzymania w warunkach laboratoryjnych molekuł w postaci długotańcuchowych liniowych struktur węglowych, których istnienie stwierdzono w gwiazdach i przestrzeni międzygwiazdowej. Właśnie te badania doprowadziły do odkrycia fullerenu, za które Harold Kroto, wraz z Robertem Curllem Jr. i Richardem Smalleyem z Rice University w Houston (USA), otrzymał Nagrodę Nobla.



W związku z tym, im bardziej nauka staje się skomplikowana, a co za tym idzie bardziej kosztowna, tym częściej próbuje się skupiać finansowanie badań naukowych na projektach, które są uważane za cenne dla społeczeństwa. Problemem jest to, że nauka nie funkcjonuje w ten sposób. Największe i najbardziej przetomowe wydarzenia naukowe dokonują się wtedy, gdy nikt ich nie oczekuje.

## “Proces kształcenia musi być zrównoważony, biorąc pod uwagę jednocześnie, jak poważne są dzisiejsze problemy socjopolityczne i socjoekonomiczne”

Ponieważ sytuacja ekonomiczna na całym świecie staje się coraz trudniejsza, w przeróżnych agencjach rządowych rośnie tendencja do znacznie ostrożniejszego przydzielania funduszy na poszczególne badania, a także do ścisłego kontrolowania efektów prowadzonych prac. Tak naprawdę nie powinno to mieć znaczenia, ponieważ ci, którzy finansują naukę, muszą zrozumieć, że nie można przewidzieć, gdzie nastąpi przełom i że konieczne jest finansowanie obszarów badań podstawowych, często określanym angielskim wyrażeniem *“blue skies”*. To właśnie w obszarze badań fundamentalnych mogą zajść wielkie, niespodziewane odkrycia.

Nie wiem, co jest rozwiązaniem tego problemu, ponieważ tak trudno znaleźć naukowców, którzy będą czerpali przyjemność ze swojej pracy. Wiemy jednak, że podatnik nie chce finansować ludzi, którzy “dobrze się bawią”. Cóż, podatnik, a w szczególności osoby które decydują, na co zostaną przeznaczone pieniądze podatników, powinny zrozumieć, że rozwiązywanie przeróżnych zadań i łamigłówek należy właśnie do młodych ludzi tym zainteresowanych, którzy w pewnym sensie bawiąc się (w pozytywnym tego słowa znaczeniu) nauką, nie myślą o możliwościach zastosowania wyników ich pracy. Dopiero gdy niespodziewane odkrycie stanie się przełomowe, uświadamiamy sobie, jak przydatne może być w danej dziedzinie. Historia nauki pełna jest takich wydarzeń.

Nasze własne odkrycie, które jak się okazało może mieć zastosowanie w nanotechnologii, było w istocie efektem prac skupionych na badaniu zjawisk chemicznych zachodzących w wygasłych gwiazdach. Wiem, że trzeba ciężko pracować nad tym, aby zdobyć poparcie agencji finansujących. Nie jest to łatwe, a walka z problemami, które się pojawiają, jest niezwykle trudna, być może jest to walka z góry przegrana.

z badaniami koncentrującymi się nad tym problemem.

Porównuje Pan prawdziwych naukowców do dzieci i podkreśla rolę ich niezakłóconego entuzjazmu w procesie poznawania wszystkiego od podstaw, zatem w jaki sposób nauczać, motywować, żeby zachęcić młodych ludzi/studentów do powrotu do tego



## “Jeśli nie można uzasadnić danego twierdzenia, to mniej jest ono warte niż papier, na którym zostało napisane”

**Jakie, Pana zdaniem, są najważniejsze kierunki badań w dziedzinie nauk społecznych, technicznych (inżynieryjnych) i teoretycznych (matematyka, fizyka)?**

Nie wiem! Gdybym wiedział, prawdopodobnie nie byłyby aż tak ważne. Myślę, że nasza cywilizacja ma ogromne problemy w kwestii zrównoważonego rozwoju związanego z odnawialnością. Powinniśmy starać się efektywniej wykorzystywać paliwa kopalne, a także wszelkiego rodzaju ogniwa słoneczne. Są to oczywiście bardzo ważne obszary dla nauki. Mam poczucie, że są one tak trudne i skomplikowane, że jeżeli istnieje naprawdę dobre rozwiązanie, będzie ono pochodzić z obszaru niezwiązanego

dziecięcego sposobu postrzegania świata?

Odpowiedź na to pytanie jest bardzo trudna, ponieważ dzisiejszy świat jest niezwykle skomplikowany, a młodzi ludzie są w większym stopniu świadomi współczesnych problemów. Miałem szczęście, że byłem studentem w latach sześćdziesiątych. W Anglii był to bardzo optymistyczny okres i myślę, że to właśnie wtedy wykształcił się mój sposób myślenia - gdy debiutowali The Beatles, The Rolling Stones, Bob Dylan, a rock stawał się popularny. Nie było natychmiastowych reakcji mediów na to, co się dzieje na świecie, prędkość przepływu informacji była znacznie mniejsza. Z perspektywy czasu można też powiedzieć, że świadomość, jak wiele jest na świecie głodu i ubóstwa, była bardzo mała. Dzisiaj młodzi ludzie bardzo szybko zostają skonfrontowani z takimi sytuacjami i ich świadomość jest nieporównywalnie większa do tej z lat sześćdziesiątych. Stają się coraz bardziej zaangażowani albo popadając w pesymizm chcą się od tego odciąć w sposób, który chyba nie jest dobry. Proces kształcenia musi być zrównoważony, biorąc pod uwagę jednocześnie, jak poważne



są dzisiejsze problemy socjopolityczne i socjoekonomiczne. Powinien zachęcać młodych ludzi do bycia optymistami w kreowaniu swoich możliwości. Nie jest to łatwe, a w mojej opinii jest to dość poważny problem.

Według mnie nauka to termin nierozumiany przez większość ludzi, nawet przez samych naukowców. Dla mnie najważniejsze są fundamenty filozo-

widzenia, powinno uczyć się małe dzieci zadawać podstawowe pytania - dlaczego powinienem wierzyć, dlaczego mam przyjąć to bez dowodów? Myślę, że ten olbrzymi rozdźwięk zawsze taki był, ale teraz jest poważniejszy niż kiedykolwiek przedtem.

Małe dzieci powinny być wychowywane bez obciążeń religijnych i politycznych a także powinny zostać nauczone, jak zadawać pytania i kwestionować odpo-

władzę nad ludźmi dzięki zajmowanym stanowiskom, a nie przez rzeczowe argumenty lub dyskusję.

**Jakie typowe, powszechne błędy popełnia współczesny naukowiec, i co wg Pana należałoby zrobić, by to naprawić?**

Myślę, że dobry naukowiec nie popełnia podstawowych błędów. Dobry nauko-



{5}

Prof. Harold Kroto przed pomnikiem Fryderyka Chopina w Żelazowej Woli ↑

ficzne, które pozwalają nam ustalić prawdę. Dzisiejsza młodzież powinna mieć odpowiednie podstawy, aby umieć odróżnić prawdę od fałszu. Możemy to osiągnąć jedynie na podstawie dowodów, ale dla wielu ludzi są one nieważne. Dowody nie są istotne dla polityków, a także nie są ważne z punktu widzenia gospodarki. Z pewnością nie są ważne dla ludzi wierzących. Osobiście dostrzegam poważny konflikt pomiędzy swoim wychowaniem jako naukowca i tym, jak według mnie, z etycznego punktu

wiedzi, ponieważ właśnie o to chodzi w nauce - o zadawanie pytań, szukanie dowodów i podejmowanie decyzji. Jeżeli nie można uzasadnić danego twierdzenia, to jest ono warte mniej niż papier, na którym zostało zapisane. Taka właśnie jest postawa dziesięciu spośród dziesięciu najlepszych naukowców, natomiast zupełnie odwrotne podejście prezentuje dziesięciu na dziesięciu polityków. Prawdopodobnie z tego punktu widzenia naukowy sposób myślenia jest postrzegany jako zagrożenie dla tych, którzy mają

wiec powie "pozostaw sobie możliwość wyboru". Pomyłka, na bardzo ogólnym poziomie, pozwala naukowcom zauważyć, jak bardzo skomplikowanymi problemami się zajmują i że nie zawsze mają wystarczającą ilość danych potrzebnych do ich rozwiązania. Dobrym przykładem jest problem globalnego ocieplenia i zmian klimatycznych. Jest to bardzo złożony problem a dostępne dowody z bardzo wielu dziedzin wskazują na to, iż sytuacja nie przedstawia się do-  
→

z naukowców powinien być w 100% pewny, że te zmiany klimatu rzeczywiście zachodzą. Powinien stwierdzić, że jest to pewne w 60-70%, bo zawsze należy pozostawić miejsce na wątpliwości i pytania. Musimy badać rzeczy, które nas niepokoją, powinniśmy też mówić politykom: to nie wygląda dobrze, a oto dowód! Ważne jest także to, aby unocznąć ludziom to, o czym dyskutujemy i nie poprzestawać na głoszeniu teorii, że zmiany klimatyczne rzeczywiście zachodzą. To co powinniśmy zrobić jako naukowcy, to zobrazować problem, tak jak ja starałem się to zrobić w moim wykładzie wygłoszonym 14 lipca br. dla środowiska Politechniki Warszawskiej. Podstawą jest sposób, w jaki naukowiec postrzega dowód.

“Wiem tylko, że każde dziecko potrzebuje czegoś innego, a ścisła organizacja i dyscyplinowanie w procesie kształcenia z pewnością nie może być właściwym kierunkiem nauczania”

**Polski system edukacji w wielu aspektach dąży do tego w USA, czy wg Pana jest to dobry kierunek?**

Nie sądzę, aby jakikolwiek system edukacji był rzeczywiście tym właściwym. Istnieje wiele sposobów nauczania, tak wiele jak wielu jest nauczycieli. Jedno dziecko będzie się dobrze czuło w danej sytuacji, a inne już nie. Można też zauważyć, że dzieci wychowywane w bardzo podobnych rodzinach i warunkach, są jednak zupełnie inne. Dlatego też ich wymagania wobec sposobu nauczania będą bardzo różne.

Sądzę, że olbrzymim problemem podczas tworzenia systemu edukacji jest weryfikacja tego wszystkiego, czego próbowaliśmy nauczyć nasze dzieci przez ostatnie tysiąclecia. Każdy kraj robi to ze swoim programem edukacyjnym co kilka lat, co stanowi pewnego rodzaju odzwierciedlenie tego, jak bardzo skompli-

kowany jest to proces. Wystarczy spojrzeć na nauczyciela z trzydziściorgiem dzieci w klasie i zauważyć, że każde z nich wymaga innego podejścia - takiego, które sprostą jego potrzebom. W prawie każdym systemie edukacji istnieje bardzo wiele rzeczy, które można poprawić.

Na przykład, jeżeli jedno dziecko jest najwyższej oceniane, to inne musi być oceniane najgorzej. Dla pierwszych może być to niezwykle motywujące, niestety na drugich może działać w zupełnie przeciwny sposób. Nie wiemy, jak rozwiązać ten problem. A jest to jeden z bardzo podstawowych, oczywistych aspektów kształcenia. Kiedy dziecko się źle uczy i nie dostaje wysokich ocen, jest to dla niego przygnębiające i zniechęcające. Ponadto, dobrze jest wiedzieć, że niektóre dzieci, są zdolne do osiągania sukcesów. Nie znam odpowiedzi na to pytanie. Wiem tylko, że każde dziecko potrzebuje czegoś innego, a ścisła organizacja i dyscyplinowanie w procesie kształcenia z pewnością nie może być właściwym kierunkiem nauczania.

**Czy mógłby Pan określić trzy największe wyzwania, przed którymi ludzkość może stanąć za 10 i 50 lat?**

Myszę, że pierwszym problemem z naukowego punktu widzenia jest fakt, że pięć spośród sześciu osób przyjmuje dogmat jako coś bardzo ważnego. Mój stosunek do religii i politycznych dogmatów jest bardzo negatywny. Jestem w pełni świadomy tego, że są to bardzo ważne aspekty funkcjonowania życia społecznego. Dla poszczególnych ludzi religia jest bardzo ważnym elementem, jednak nie powinna być zaangażowana w proces polityczny. Ze społecznego punktu widzenia można uznać, że decyzje podjęte na podstawie dogmatu są w rzeczywistości antyspołeczne.

W odniesieniu do kapitalizmu myślę, że to nie jest społecznie właściwa postawa. Nie umiemy połączyć altruizmu z osobistą potrzebą wygodnego życia. Widzę tu konflikt, który nie prowadzi do rozwiązania problemów społeczno-politycznych. Ostatnią kwestią jest przetrwanie ludzkości, która nie jest ani jasna ani optymistyczna. Istnieją potężne siły, które w coraz większym stopniu niszczą spoiwa naszego społeczeństwa. Siły te dysponują potężną bronią, która może być bardzo skuteczna w niszczeniu zasad funkcjonowania społeczeństwa. Są to najważniejsze rzeczy, które mnie niepokoją.

Często mówię, że może mnie już nie być, kiedy to wszystko się spełni, ale istnieją pewne sprawy, które mnie bardzo martwią: kwestia zrównoważonego rozwoju oraz to, w jaki sposób możemy utrzymać obecny poziom życia, który wykształcił dla nas współczesny świat. Myszę, że jesteśmy bardzo blisko osiągnięcia punktu krytycznego i powinniśmy stawiać czoła tym problemom w skali globalnej. Jest to największy problem, z którym mamy obecnie do czynienia i nie sądzę, że może zostać rozwiązany przez ludzi myślących: “Jest w porządku. Tak trzymaj”. Pomyślmy, że jedna czwarta dzieci na świecie nie ma właściwych warunków do życia, jedna szóstka umiera z głodu, a jeszcze inne dzieci nie mają dostępu do energii elektrycznej. Liczba ludzi na świecie stale wzrasta. To nie może trwać bez końca. Musi pojawić się społeczno-polityczne mocarstwo, które będzie umiało coś z tym zrobić – tzn. zmniejszyć liczbę ludności, a co za tym idzie zmniejszyć zapotrzebowanie na żywność i energię. Jest to konieczne ze względu na stale rosnący i nienasycony apetyt na samochody i energię. To po prostu nie może tak dłużej trwać.

*dr inż. Małgorzata Zielińska,  
mgr inż. Anna Żubrowska*

**Prof. Harold W. Kroto,**

Florida State University, USA.  
Laureat Nagrody Nobla w dziedzinie chemii z 1996 roku. Jego zainteresowania koncentrują się wokół chemii fullerenów, otrzymywania i badania własności materiałów nanostrukturalnych, w tym nanorurek.

Wizyta Profesora Harolda Kroto  
początku nowego cyklu pt. Spotkania  
z laureatami Nagrody Nobla  
na Politechnice Warszawskiej.



i obiekty w przestrzeniach matematycznych. Etos twórczości matematycznej jest szczególnym wyzwaniem. Badania matematyczne wymagają ujawnienia u badaczy wyjątkowych zdolności już na bardzo wczesnym etapie rozwoju intelektualnego. Poważne zainteresowanie matematyką jest bardzo subtelnym i niezwykle delikatnym stanem umysłu wymagającym nieoczywistej, wieloskładnikowej, estetycznej i zarazem racjonalnej motywacji. Bardzo często osiągnięcie w matematyce jest rezultatem niepojętej interakcji olśnienia, intuicji, jak również uporczywości i wytrwałości. Zawsze przekracza granice istniejącego stanu wiedzy i bardzo często istotnie rozszerza aktualne metody badawcze.

## “Inwestowanie w siłę czystego matematycznego intelektu powinno być jednym z priorytetów europejskiej edukacji i nauki”

Źródłem zagadnień, problemów i hipotez matematycznych, poza czystą potrzebą tworzenia, jest także doświadczenie pochodzące z oglądu rzeczywistego świata i opisowych modeli nauki. Po transformacji tak powstałych zagadnień, przy udziale geniuszu matematyka w procesie pewnego rodzaju sprzężenia zwrotnego wracają one w postaci rozwiązanych problemów i gotowych procedur obliczeniowych do realnego świata.

W konsekwencji powodują istotny postęp w wielu dziedzinach życia społecznego. Ten rodzaj matematycznej aktywności rozpoznającej w tym, co konkretne to, co abstrakcyjne i na odwrót jest chyba największym wyzwaniem matematycznej inteligencji. Konsekwencje takich odkryć są zwykle dalekosiężne dla wielu dziedzin nauki i samej matematyki. I chociaż matematyka stanowi jedność tego typu obszar twórczości matematycznej, ze względu na ten subtelny związek pojęciowy, bywa określany matematyką stosowaną. Często jest on także mylony z bezpośrednim użyciem metod matematycznych, dostosowanych do konkretnego użycia w nauce, technologii czy kulturze, czyli tak zwanymi zastosowaniami matematyki. Dzisiaj zastosowania matematyki stano-

wią olbrzymi obszar odnoszącej spektakularne sukcesy aktywności badawczej i poprzez zadziwiającą uniwersalność matematyki jednoczą prawie wszystkie dziedziny rozumnej działalności człowieka. Stało się już dziś także oczywiste, że realny postęp w najtrudniejszych zakamarkach nauk ścisłych bierze swój początek z fundamentalnych odkryć w matematyce. Technologie informacyjne, finanse, najnowsze osiągnięcia medycyny, nanotechnologii, biotechnologii, transmisja kryptograficzna, globalna nawigacja i kontrola, makro-ekonomia czy modelowanie zjawisk kolektywnych w biologii to tylko niektóre z olbrzymiej liczby obszarów aktywności poznawczej, które wywołały burzliwy proces przemian społecznych w ostatnich dwudziestu latach i w których praktyczny udział rezultatów oraz idei czystej matematyki był decydujący. Pomimo tej oczywistości, w wielu krótkowzrocznych projektach i strategiach, ze względu na pragnienie szybkiego osiągnięcia jakiegoś wyniku czy przeciętnej innowacji, podstawowe badania matematyczne są ignorowane i traktowane jako bezużyteczne. W krajach o niskim budżecie przeznaczonym na naukę realne inwestowanie w przyszłość przestało istnieć. Staje się konieczne tworzenie nowych form prowadzenia interdyscyplinarnych badań i tworzenia zespołów zawierających w swoim składzie twórczych matematyków.

Inwestowanie w siłę czystego matematycznego intelektu powinno być jednym z priorytetów europejskiej edukacji i nauki. Aby uzyskać istotne rezultaty w matematyce niezbędne są bardzo specyficzne warunki, rodzaj „inkubatora” społecznego na wszystkich trzech szczeblach kariery matematyka.

Na pierwszym etapie, edukacyjnym, młode talenty matematyczne powinny być programowo rozpoznawane i rozwijane w kontakcie z twórczymi badaczami za pomocą tworzonych przez nich indywidualnych programów nauczania powiązanych bezpośrednio z badaniami. Tak rozumiane kształcenie (research-driven), obejmujące szkołę i wszystkie trzy etapy studiów, powinno przejść w nieskrępowaną twórczość matematyczną w atmosferze pełnej wolności: swobodnej myśli i oryginalności wyboru celu (problematyki badawczej) oraz prowadzącej do niego drogi (metod badawczych). Na tym etapie konieczny jest bezpośredni kontakt ze środowiskiem badawczym najwyższej klasy, dostęp do globalnej skarbnicy osiągnięć intelektu, a także

wzmacniająca motywację odpowiednia stymulacja szerokiego środowiska nauki. Obowiązek pełnienia roli mistrza, przekazanie swoich pasji, doświadczeń i wiedzy „młodej myśli” staje się koniecznością na etapie pełnego ukształtowania warsztatu i twórczej sylwetki badacza. Na tym poziomie kształcenie, zachęcanie (a nie zniechęcanie) i opieka nad młodymi talentami zamyka cykl i wzbogaca kolejne pokolenia (fenomen Polskiej Szkoły Matematycznej). W organizacji nauki niezbędne jest tworzenie warunków i struktur realizujących nakreślony program. Umiejętne wspieranie młodych matematyków i stwarzanie im właściwych warunków rozwoju należy do zadań każdej uczelni w Polsce. Jest to naczelnym zadaniem Instytutu Matematycznego PAN i Międzynarodowego Centrum Matematycznego im. Stefana Banacha. Utworzone wokół tych instytucji Konsorcjum jednostek uczelnianych (KDDM) promujących najwyższej kwalifikowaną kadrę stało się załącznikiem nowej integracji środowiska matematyków, właśnie w aspekcie odpowiedzialności za poziom badań matematycznych w Polsce.

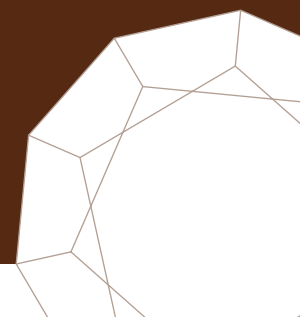
Wspieranie zaawansowanych programów badawczych i edukacyjnych w matematyce należy również do misji Centrum Studiów Zaawansowanych (*Center for Advanced Studies - CAS*). Wzbogacanie środowiska naukowego następuje przez zapraszanie jako profesorów wizytujących wybitnych uczonych, matematyków i tych, którym matematyka pozwoliła uzyskać istotne wyniki w nauce i technologii. Do standardów *CAS* należy przyznawanie stypendiów stacjonarnych i wyjazdowych, jak również kierowanie najlepiej zapowiadających się młodych uczonych do wiodących ośrodków naukowych na świecie.

(7)

Prof. dr hab. Stanisław Janeczko

Dyrektor

Centrum Studiów Zaawansowanych  
Politechniki Warszawskiej



# NAUKOWE STYPENDIA I NAUKOWE STYPENDIA WYJAZDOWE

Programy stypendialne realizowane przez Centrum Studiów Zaawansowanych w ramach projektu Program Rozwojowy Politechniki Warszawskiej

Centrum Studiów Zaawansowanych nieprzerwanie realizuje programy stypendialne w ramach projektu **Program Rozwojowy Politechniki Warszawskiej**. Stypendia te dedykowane są najbardziej aktywnym naukowcom naszej Uczelni zainteresowanym rozwojem swojej kariery naukowej przez prowadzenie badań w dziedzinach istotnych dla rozwoju gospodarki. Tak zdefiniowane działania stypendialne Centrum można postrzegać jako odpowiedź Uczelni na rosnące oczekiwania społeczeństwa w zakresie edukacji oraz innowacji technologicznej. Obserwowane globalnie, jak i do pewnego stopnia lokalnie, zjawiska społeczne, tj. starzenie się społeczeństwa oraz wzrost popula-

cji klasy średniej i migracja ze wsi do miast powodują nagłą konieczność wzrostu wydajności pracy i zwiększenia potencjału dydaktycznego uczelni. Przez programy stypendialne, Centrum stara się wyszukiwać młodych naukowców oraz doświadczoną kadre PW, zmotywowaną i zaangażowaną w proces twórczy, dzięki którym Uczelnia będzie w stanie sprostać zadaniom, które stawia jej społeczeństwo.

Stypendia naukowe przyznawane są doktorantom oraz młodym doktorom (nie później niż trzy lata od uzyskania stopnia doktora), natomiast naukowe stypendia wyjazdowe doktorantom i nauczycielom akademickim Politechni-

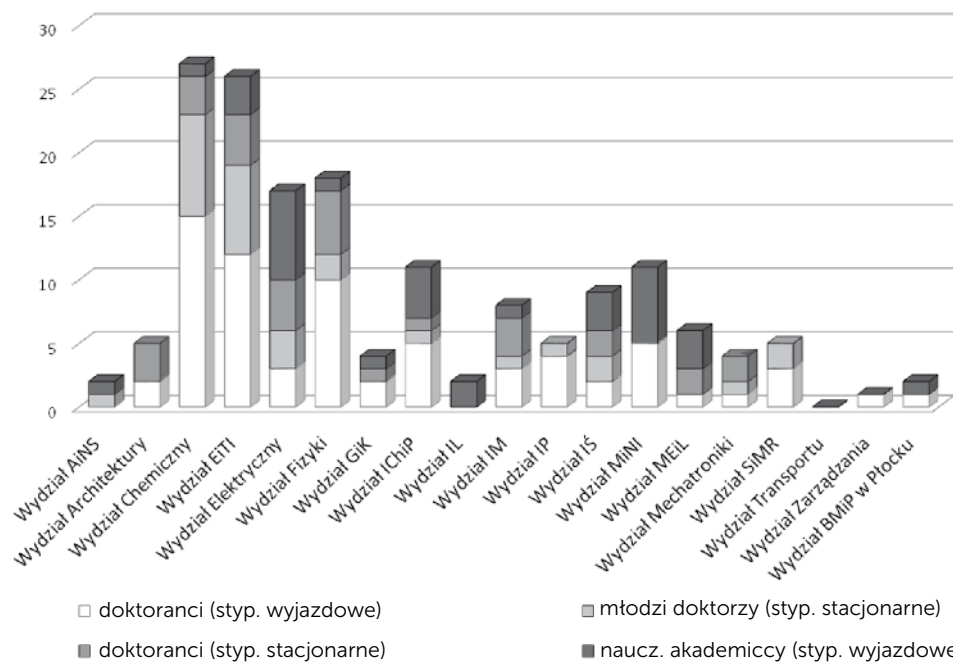
ki Warszawskiej. W semestrze letnim przeprowadzono uzupełniające konkursy o naukowe stypendia wyjazdowe dla doktorantów CAS/12/POKL i nauczycieli akademickich CAS/13/POKL. Dzięki współpracy z **Mathematical Sciences Center, Tsinghua University w Pekinie**, po raz pierwszy zorganizowano konkursy o celowe stypendia wyjazdowe na dwumiesięczny pobyt naukowy w Uniwersytecie Tsinghua, CAS/14/POKL dla doktorantów oraz CAS/15/POKL dla nauczycieli akademickich. Wszystkie konkursy rozstrzygnięto w kwietniu br. W konkursach wyłoniono dziesięciu stypendystów, w tym pięciu doktorantów i pięciu nauczycieli akademickich.

W bieżącym roku akademickim 2010/2011 odbędzie się już trzecia z pięciu zaplanowanych edycji konkursów o stypendia dla doktorantów i kadry PW

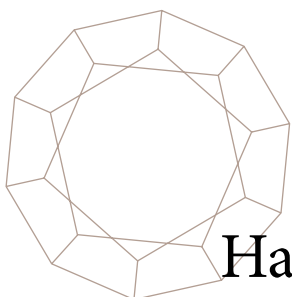
8 | BIULETYN CAS | NR 3

liczba stypendystów (z uwzględnieniem podziału na rodzaje konkursów)

wydziały Politechniki Warszawskiej



Zestawienie podsumowujące dwie do tej pory przeprowadzone edycje (2008/2009 oraz 2009/2010) ↑



## Harmonogram najbliższych konkursów

20 września | ogłoszenie konkursu o stypendia naukowe dla doktorantów CAS/16/POKL

18 października | ogłoszenie konkursu o stypendia naukowe dla młodych doktorów CAS/17/POKL

8 listopada | ogłoszenie konkursów o naukowe stypendia wyjazdowe dla doktorantów CAS/18/POKL i nauczycieli akademickich CAS/19/POKL na realizację staży w światowych ośrodkach naukowych w roku 2011

dr inż. Małgorzata Zielińska, dr inż. Mariusz Klimczak



## Stypendyści o sobie i swojej pracy...

“Materiały półprzewodnikowe” - mgr inż. **Julita Smalc-Koziorowska**, doktorantka na Wydziale Inżynierii Materiałowej PW, stypendystka CSZ w ramach konkursu CAS/10/POKL o naukowe stypendia wyjazdowe dla doktorantów PW

“Materiały półprzewodnikowe stały się podstawą dzisiejszej elektroniki. Zarówno w naszym codziennym życiu, jak i w pracy trudno byłoby nam się obejść bez urządzeń wykorzystujących właściwości półprzewodników, takich jak komputery czy telefony komórkowe. Większość obecnie stosowanych materiałów półprzewodnikowych stosowanych w elektronice stanowią materiały o budowie krystalicznej. Unikatowe zdolności materiałów półprzewodnikowych do przewodzenia prądu po wzbudzeniu np. światłem, czy emitowanie światła przez półprzewodnikowe diody elektroluminescencyjne, są możliwe dzięki domieszkowaniu ich niewielkimi, bardzo precyzyjnymi ilościami atomów innych pierwiastków. Technologie wytwarzania takich materiałów o dużej czystości oraz kontrolowanej zawartości domieszek były i są opracowywane od kilkudziesięciu lat w wielu wiodących ośrodkach naukowych i przemysłowych na świecie.

Większość półprzewodnikowych urządzeń elektronicznych zbudowana jest z kilku materiałów półprzewodnikowych nałożonych zazwyczaj warstwowo, stanowiących struktury półprzewodnikowe. Struktury te o dużej złożoności, jak np. półprzewodnikowe diody laserowe, mogą się składać z kilkuset warstw o

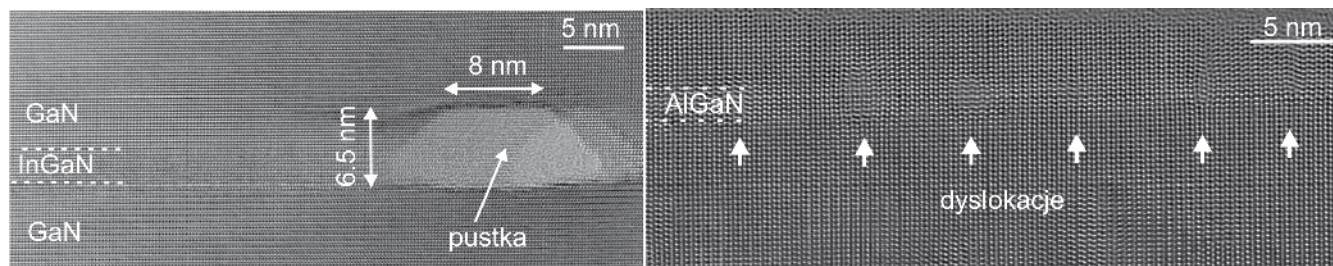
struktury krystalicznej, które ograniczają żywotność i ujemnie wpływają na wydajność urządzeń elektronicznych. Ponieważ rozmiary kolejnych warstw w strukturach półprzewodnikowych są rzędu nanometrów i defekty pogarszające jakość tych struktur są nierzadko ograniczone do kilkudziesięciu atomów, techniki obrazowania defektów i ich analiza wymaga użycia zaawansowanych metod badawczych.

Moja praca naukowa dotyczy analizy jakości krystalicznej struktur półprzewodnikowych opartych na azotku galu (GaN) przy wykorzystaniu technik transmisyjnej mikroskopii elektronowej. Azotek galu i jego stopy z aluminium i indem stanowią grupę nowoczesnych materiałów półprzewodnikowych o szerokim spektrum zastosowania jako źródła światła białego mogącego zastąpić dotychczas stosowane żarówki oraz jako wysokoenergetyczne lasery półprzewodnikowe emitujące światło od zakresu podczerwonego do ultrafioletowego. Praca doktorska dotycząca analizy struktury krystalicznej tych materiałów jest wykonywana w Zakładzie Podstaw Inżynierii Materiałowej na Wydziale Inżynierii Materiałowej PW, gdzie prowadzone są badania na wysokorozdzielczym transmisyjnym mikroskopie elektronowym. Częściowo prace prowadzone są także w Instytucie Wysokich Ciśnień „Unipress” PAN, w którym wytwarzany jest materiał do badań. Unipress jest jedną z wiodących jednostek na świecie wytwarzających monokryształy azotku galu metodą wysokociśnieniową (HP) oraz chlorkową (HVPE). Ponadto są tam rozwijane technologie epitaksjalne (MBE i MOCVD) osadzania azotkowych struktur półprzewodnikowych. Na krysz-

które jednak nie są możliwe do zobrazenia w mikroskopie elektronowym), defektami strukturalnymi (wynikają z lokalnych zaburzeń symetrii struktury krystalicznej tj. dyslokacje, błędy ułożenia) oraz defektami objętościowymi (rozmiarami obejmującą kilkadziesiąt-kilkaset atomów i są możliwe do zobrazenia). Wykonywane przeze mnie badania przy użyciu transmisyjnej mikroskopii elektronowej, generacji, emisji oraz anihilacji defektów struktury krystalicznej występujących podczas krystalizacji metodami HP i HVPE i w czasie osadzania struktur półprzewodnikowych metodami epitaksjalnymi, stanowią podstawę do zrozumienia zjawisk fizycznych zachodzących w kryształach GaN, a tym samym do dalszego postępu w technologii krystalizacji. Ujawnienie oraz dokładna charakterystyka defektów propagujących się w strukturach jest istotna dla dalszego rozwoju technologii epitaksjalnych nanostruktur azotkowych i optymalizacji ich właściwości.

Techniki obrazowania metodami transmisyjnej mikroskopii elektronowej rozwijały się wraz z technologiami wytwarzania materiałów półprzewodnikowych. Dzięki temu jesteśmy w stanie zobaczyć coraz więcej i coraz lepiej poznawać mechanizmy generowania się defektów w strukturach krystalicznych. Przyznane przez Centrum Studiów Zaawansowanych PW stypendium wyjazdowe w ramach projektu Program Rozwojowy Politechniki Warszawskiej, umożliwiło mi wyjazd do Leibniz-Institut für Kristallzüchtung w Berlinie (IKZ), gdzie pracowałam na wysokorozdzielczym transmisyjnym mikroskopie elektronowym TITAN, wyposażonym w korektor aberracji sferycznej. Możliwość

(9)



różnych składach chemicznych i grubościach rzędu kilku nanometrów. Pomimo rygorystycznych zasad utrzymywania czystości w ośrodkach wytwarzających materiały półprzewodnikowe oraz precyzyjnie sterowanych reaktorów, gdzie osadzane są kolejne warstwy w strukturach półprzewodnikowych, materiały te w dalszym ciągu zawierają defekty

tałach GaN wytwarzane są nanostruktury półprzewodnikowe GaAlInN, na bazie których budowane są diody laserowe czy struktury dwuwymiarowego gazu elektronowego ( tranzystory typu HEMT). Defekty występujące w monokryształach i w strukturach azotkowych mogą być defektami punktowymi (ograniczone rozmiarami do pojedynczych atomów,

korekcji aberracji sferycznej mikroskopu elektronowego znacznie poprawia rozdzielczość mikroskopu i pozwala na rozróżnienie obiektów oddalonych od siebie o 0.07 nm. W przypadku azotku galu umożliwia to zobrazenie rozdzielonych kolumn atomów galu i azotu, co nie jest możliwe w mikroskopach bez korektora.

→

Leibniz-Institut für Kristallzüchtung w Berlinie (IKZ) od wielu lat współpracuje z Unipressem w zakresie technologii wzrostu kryształów i ich charakteryzacji. W czasie pobytu w Berlinie współpracowałam z grupą zajmującą się charakteryzacją kryształów, a przede wszystkim transmisyjną mikroskopią elektronową. Pobyt w IKZ był okazją do skonsultowania dotychczas uzyskanych przeze mnie wyników badań struktur azotkowych na transmisyjnym mikroskopie elektronowym z wynikami pracujących tam specjalistów. Kontakt z naukowcami pracującymi z tym samym materiałem i używającymi podobnych technik badawczych, a jednak mającymi czasem inne podejście, pozwolił mi spojrzeć na badane zagadnienia z innej perspektywy. Zapoznałam się z wykorzystywanymi tam technikami badawczymi, takimi jak katodoluminescencja, która ma szczególne znaczenie w badaniach półprzewodników.

Na mikroskopie TITAN badałam preparaty uprzednio badane na transmisyjnym mikroskopie elektronowym na Wydziale Inżynierii Materiałowej PW, jak również preparaty przygotowane na miejscu, w IKZ. W trakcie pobytu w Berlinie badałam strukturę krystaliczną InGa<sub>N</sub>/Ga<sub>N</sub> na różnie zdezorientowanych względem polarnej osi struktury wurcytu podłożach z azotku galu oraz AlGa<sub>N</sub>/Ga<sub>N</sub> na podłożach azotku galu zorientowanych w niepolarnych kierunkach struktury wurcytu. Struktury azotkowe były ba-

dane dwuetapowo. Pierwszym etapem było badanie katodoluminescencji warstw epitaksjalnych w temperaturze ciekłego helu, a następnie po przygotowaniu preparatów mikroskopowych, badanie struktury krystalicznej próbek na transmisyjnym mikroskopie elektronowym. Struktury azotkowe InGa<sub>N</sub>/Ga<sub>N</sub> z dużą zawartością indu znajdują zastosowanie w zielonej optoelektronice, szczególnie przy budowie półprzewodnikowych laserów emitujących światło zielone. Ponieważ jednak parametry sieci Ga<sub>N</sub> i InGa<sub>N</sub> z dużą zawartością indu znacznie się od siebie różnią, na interfejsie pomiędzy takimi warstwami panują duże naprężenia, a relaksacja tych naprężeń może prowadzić do powstawania defektów. W trakcie mojego pobytu udało się nam zaobserwować tworzenie się na interfejsach pomiędzy warstwami InGa<sub>N</sub>/Ga<sub>N</sub> pustek i błędów ułożenia, które mogą przyczyniać się do relaksacji naprężeń. Ich obecność może wynikać również z zanieczyszczenia reaktora wzrostowego tlenem.

Struktury azotkowe wzrastane w niepolarnych kierunkach struktury wurcytu są badane na świecie stosunkowo od niedawna. Zainteresowanie badaczy strukturami osadzonymi w taki sposób wynika z obecności wbudowanych pól piezoelektrycznych w strukturach azotkowych wzrastanych w kierunku polarnym, które znacznie zmniejszają wydajność urządzeń elektronicznych zbudowanych z azotków. Dotychczas opracowane tech-

nologie epitaksjalnego wzrostu azotków były dostosowane do łatwo dostępnych podłoży epitaksjalnych, na których można było uzyskać struktury polarne. Teraz epitaksja struktur niepolarnych stanowi wyzwanie dla technologów.

W czasie pobytu w Berlinie badałam także mechanizmy relaksacji cienkich warstw niepolarnego AlGa<sub>N</sub> z dużą zawartością aluminium w osnowie Ga<sub>N</sub>. Zaobserwowaliśmy, że takie warstwy mogą się relaksować przez równomiernie rozmieszczone dyslokacje, których zasięg jest ograniczony do grubości warstwy zawierającej aluminium. Zazwyczaj w azotkowych strukturach polarnych, dyslokacje tworzące się na interfejsach propagują się następnie przez całą strukturę i dotychczas nie zaobserwowano wygaszania się dyslokacji na tak krótkich odcinkach. Wyjazd w ramach stypendium CSZ na badania do Leibniz-Institut für Kristallzüchtung w Berlinie pozwolił mi na zebranie obszernego materiału badawczego. Wyniki przeprowadzonych tam obserwacji zostały zaprezentowane na międzynarodowej konferencji dotyczącej wzrostu kryształów w Gdańsku w maju 2010 oraz będą referowane na międzynarodowej konferencji dotyczącej technologii azotkowych na Florydzie we wrześniu 2010.”

*mgr inż. Julita Smalc-Koziorowska*

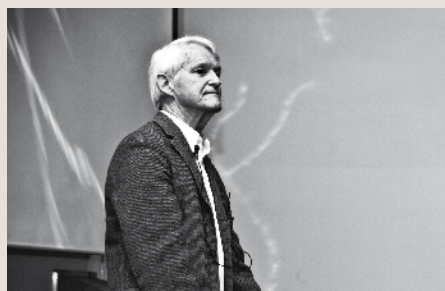
## PROFESOROWIE WIZYTUJĄCY

*... czyli kogo będziemy gościć na Politechnice Warszawskiej w najbliższych miesiącach w ramach programów stypendialnych PR PW*

Projekt stypendiów dla profesorów wizytujących Politechnikę Warszawską, którego celem jest budowa relacji naukowych pomiędzy studentami a wybitnymi naukowcami światowego formatu, cieszy się dużym zainteresowaniem wśród społeczności naszej Uczelni.

W roku akademickim 2009/2010 na Politechnice Warszawskiej mieliśmy zaszczyt gościć 13 znakomitych naukowców z całego świata, o których pisaliśmy we wcześniejszych numerach Biuletynu CSZ. Do tej pory profesorowie wizytujący wygłosili łącznie ponad 240 godzin wykładów z takich dziedzin nauki jak: chemia, fizyka, matematyka oraz różnych dziedzin technicznych.

Prowadzili także badania naukowe oraz udzielali konsultacji zainteresowanym studentom i doktorantom.



Prof. James Damon ↑

W rozpoczynającym się roku akademickim 2010/2011 na zaproszenie Centrum Studiów Zaawansowanych gościć będą:

- **prof. Maria Aparecida Soares Ruas** z Universidade Sao Paulo, Brazylia | październik 2010
- **prof. Joanna Szpunar** z Centre National de la Recherche Scientifique w Pau, Francja | październik-listopad 2010
- **prof. Robert F. Singer** z University of Erlangen, Niemcy | luty-kwiecień 2011.

Zapraszamy do składania kolejnych wniosków oraz do odwiedzania naszej strony internetowej, gdzie znajdują się aktualne informacje o zaproszonych gościach oraz planowanych wykładach.

*mgr inż. Anna Żubrowska*



## Stypendyści o sobie i swojej pracy...

“Analiza wykorzystania kawitacji do oczyszczania wód balastowych” - **dr inż. Apoloniusz Kodura**, adiunkt na Wydziale Inżynierii Środowiska Politechniki Warszawskiej, stypendysta CSZ w ramach konkursu CAS/11/POKL o naukowe stypendia wyjazdowe dla nauczycieli akademickich PW

“Problematyka oczyszczania wód balastowych w Polsce jest zagadnieniem stosunkowo słabo poznany. Częściowo wynika to z samej specyfiki wykorzystania wód balastowych, a częściowo z rzadkiego występowania problemu w praktyce. Zagadnienie to jednak wbrew pozorom jest bardzo ważne z punktu widzenia globalnego. Spróbujmy przybliżyć zatem trochę ten problem. Jest on nie tylko ważny z punktu widzenia naukowego, praktycznego ale – pokusiłbym się o stwierdzenie, że wręcz filozoficznego. Zastosowanie wód balastowych jest bowiem przykładem na to, jak niektóre rozwiązania inżynierskie, czasem oczywiście bardzo trafne i łatwe w aplikacji, niosą za sobą ryzyko zmian przerastających wyobrażenia ich twórców. Zaczniemy „ab ovo”, jak mawiali starożytni Rzymianie.

Od zarania dziejów człowiek starał się podporządkować sobie żywioły i poszukiwał różnorodnych środków transportu. Dość szybko zaczęto wykorzystywać cieki wodne i wody śródlądowe, by wraz z rozwojem umiejętności zarówno w budowie, jak i manewrowaniu większymi jednostkami przenieść się na otwarte morza. Rozwój sztuki żeglarskiej zaowocował przede wszystkim rozwojem handlu i portów, wokół których skupiały się ośrodki ludzkie. Drogą wodną mogły przybywać towary z najodleglejszych krańców świata. Wraz z konstruowaniem coraz większych jednostek pojawił się problem związany z napędem i właściwościami nautycznymi. Pierwsze łodzie wiosłowo-żaglowe miały stosunkowo niewielkie zanurzenie i ograniczoną ładowność. Z czasem statki stawały się większe i mogły pomieścić więcej ładunku. Tutaj pojawił się problem – zbyt duże lub zbyt małe zanurzenie w stosunku do projektowanego, znacząco utrudniały manewrowanie, a tym samym ograniczały bezpieczeństwo podróży. Najkorzystniejszym rozwiązaniem byłoby zanurzenie na porównywalnym poziomie. Nie zawsze jednak ładownie

były pełne towaru. Zamiast brakującego ładunku zaczęto stosować balast, którego celem było utrzymywanie porównywalnego zanurzenia jednostki pływającej.

## “Oto dzięki działalności człowieka, zniknęły naturalne bariery pomiędzy oddzielnymi setkami kilometrów środowiskami wodnymi”

Początkowo stosowano kamienie i piasek w workach lub beczkach. Był to jednak balast dość kłopotliwy w załadunku i czasochłonny. Wraz z rozwojem konstrukcji i zastosowaniem nowych technologii budowy statków, pojawiły się kadłuby jednostek pływających wykonane ze stali. Takie szczelne kadłuby pozwoliły na zaprojektowanie zbiorników, które mogły zostać wypełnione wodą. W ten sposób balast mógł być ładowany stosunkowo szybko, a przede wszystkim znikła potrzeba magazynowania balastu w portach – statki napełniały swoje zbiorniki wodą bezpośrednio z basenów portowych podczas rozładunku i zrzucały nadmiar wód balastowych podczas załadunku. Proste rozwiązanie znacząco usprawniło proces załadunku i obniżyło jego koszty. Niestety wraz z wodami balastowymi do zbiorników dostają się przeróżne organizmy żyjące w wodzie. Zarówno większe, jak i mikroskopijne – jak plankton oraz organizmy jednokomórkowe. Statek wraz z wodami balastowymi transportuje „niechcianych” pasażerów, którzy mogą poczynić spustoszenie w ekosystemie portu docelowego. W ciągu kilku tygodni

organizmy wodne mogą pokonać duże odległości i kolonizować nowe obszary. Prowadzi to do niekontrolowanych i czasem bardzo gwałtownych zmian w ekosystemach wodnych. Wystarczy wspomnieć zasiedlenie wód Wielkich Jezior Ameryki Północnej przez mięczaki z gatunku *zebra mussel* (pochodzące z rejonu Morza Czarnego i Kaspijskiego), czy naruszenie równowagi Wielkiej Rafy Koralowej u wybrzeża Australii. Sprawdzane w wodach balastowych nowe gatunki inwazyjnych organizmów powodują gwałtowne zmiany w ekosystemach i prowadzą do wymiernych strat ekonomicznych. Dodatkowym problemem jest możliwość transportu w wodach balastowych mikroorganizmów chorobotwórczych. Jest to szczególnie niebezpieczne w przypadku portów zlokalizowanych w ciepłych wodach. W łatwy sposób dojść wtedy może do skażenia środowiska i poważnego zagrożenia epidemiologicznego. Problematyka oczyszczania wód balastowych jest obecnie jednym ze znaczących zagadnień do rozwiązania. Szereg państw podpisało deklarację o wprowadzeniu w najbliższym czasie obowiązkowego wyposażenia jednostek pływających w systemy do oczyszczania wód balastowych. Niektóre państwa wprowadziły obowiązkowe procedury chroniące ich porty przed skażeniami.

Wraz z zdiagnozowanym niebezpieczeństwem rozpoczęto opracowywanie metod oczyszczania wód balastowych. Stosowane technologie muszą uwzględniać specyfikę zagadnienia – duża część organizmów morskich występuje w stadium młodocianego organizmu w formie planktonu oraz w formie dorosłej jako całkiem duże organizmy wodne. Metoda oczyszczania musi ponadto uwzględniać →



Jednostka oceaniczna (potencjalny transporter inwazyjnych organizmów wodnych w wodach balastowych) wpływająca kanałem portowym do Jeziora Michigan ↑

specyficzne warunki panujące na jednostce pływającej i wynikające stąd ograniczenia.

Wśród metod oczyszczania wód balastowych wymienić można metody **mechaniczne** – w ich skład wchodzi: kilkukrotna wymiana wód balastowych w trakcie rejsu, zastosowanie filtrów oraz wykorzystanie systemów statków bezbalastowych; **fizyczne** – stosowane jest podgrzewanie wód balastowych oraz promieniowanie; oraz **chemiczne** – dozowanie środków chemicznych neutralizujących niechciany ładunek inwazyjnych organizmów.

Badania przeprowadzone w Marine Hydrodynamics Laboratories, The University of Michigan miały na celu analizę możliwości wykorzystania metody hydrodynamicznego oczyszczania wód balastowych. W metodzie tej zastosowano zjawisko kawitacji. Kawitacja jest

procesem fizycznym polegającym na zmianie stanu skupienia wody z ciekłego na gazowy. Przy czym proces ten jest niezwykle dynamiczny i nie do końca rozpoznany. Powszechnie znany sposób zmiany stanu skupienia wody polega na doprowadzeniu ciepła w celu uzyskania wrzenia wody. W przypadku kawitacji proces ten przebiega odmiennie. Jeśli obniżone zostanie ciśnienie wody do ciśnienia wrzenia w danej temperaturze, to proces zmiany stanu skupienia nastąpi niejako samoistnie. Obniżając ciśnienie wody, doprowadzamy do wystąpienia naprężeń rozciągających. W efekcie nastąpi początkowo wydzielanie się gazu rozpuszczonego w wodzie w formie pęcherzyków. Dalsze obniżanie ciśnienia prowadzi do wydzielania się z wody pęcherzyków pary wodnej. Pęcherzyki te, w sprzyjających warunkach ciśnienia i temperatury, charakteryzują się samorzutnym wzrostem, zakończonym gwałtownym, implozyjnym zanikaniem.

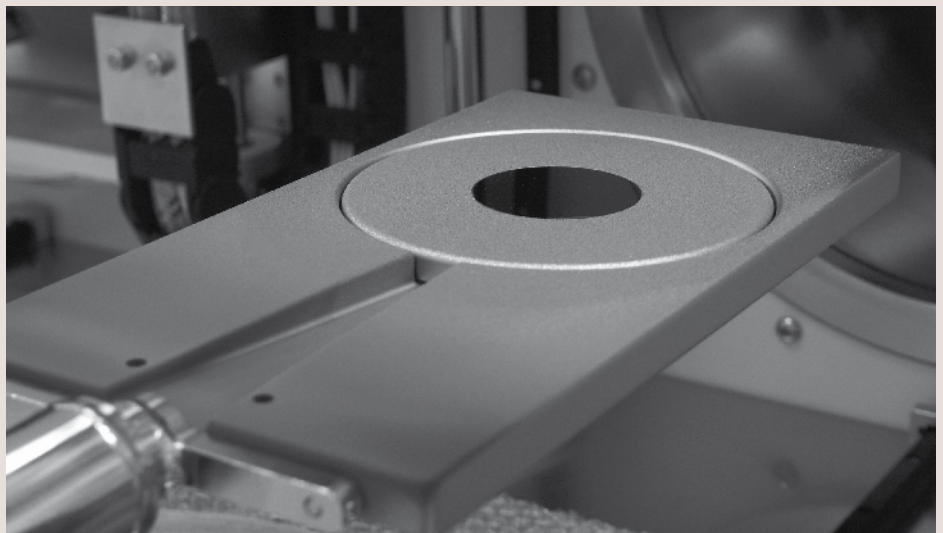
Jest to proces silnie dynamiczny, charakteryzujący się gwałtownymi (mierzonymi w częściach sekundy) skokami ciśnienia. Zapadające się implozyjnie pęcherzyki pary wodnej charakteryzują się na tyle dużym podciśnieniem, że efektem kawitacji mogą być tzw. wżery kawitacyjne, polegające na mikrozniszczeniach struktury ścianki przewodu, które po pewnym czasie prowadzą do widocznych ubytków materiału. Zjawisko kawitacji jest raczej postrzegane jako niepożądane w większości rozwiązań inżynierskich. Ma ono jednak na tyle duży potencjał niszczący, że możliwe jest negatywne oddziaływanie na organizmy żywe. Obecnie prowadzona jest analiza wyników pomiarów. Czas pokaże, czy istnieje możliwość zastosowania tej metody do oczyszczania wód balastowych.”

dr inż. Apoloniusz Kodura

“Dlaczego monokryształy SiC jest tak interesujący?” -  
**mgr inż. Kinga Kościwicz**,  
doktorantka na Wydziale Inżynierii  
Materiałowej, stypendystka CSZ  
w ramach konkursu CAS/1/POKL  
dla doktorantów PW

“Z Politechniką Warszawską jestem związana od 2001 roku, kiedy to rozpoczęłam studia magisterskie na Wydziale Inżynierii Materiałowej. Ze względu na zainteresowania zawodowe wybrałam specjalność materiały funkcjonalne. Moja praca magisterska, dotycząca monokryształu węgla krzemu (SiC) jako materiału podłożowego pod warstwy epitaksjalne, powstała pod opieką naukową prof. dr hab. inż. Andrzeja Olszyny. Miałam przyjemność analizy pierwszych kryształów objętościowych SiC krystalizowanych w Polsce, w Instytucie Technologii Materiałów Elektronicznych (ITME), gdzie obecnie pracuję w Samodzielnej Pracowni Epitaksji Związków Półprzewodnikowych „Epi-Lab”. Kierownikiem Pracowni jest dr inż. Włodzimierz Strupiński. Bezpośrednio po zakończeniu studiów magisterskich rozpoczęłam studia doktoranckie na WIM PW, pozostając pod opieką naukową prof. Andrzeja Olszyny. Zainteresowania tematyką węgla krzemu jako materiału półprzewodnikowego, umożliwiającego tworzenie urządzeń do pracy w temperaturach dochodzących

do 600°C, z częstotliwością przełączania w zakresie od 10 do 100 GHz i dużą gęstością mocy (w takich warunkach urządzenia oparte na krzemie tracą już swoje właściwości półprzewodnikowe) oraz niepowtarzalna okazja pracy przy krystalizacji pierwszych w Polsce warstw epitaksjalnych SiC metodą CVD (*chemiczne osadzanie z fazy gazowej; reaktor firmy Epi-gress*) w ITME



2" podłoże 4H-SiC tuż przed wzrostem epitaksjalnym ↑

spowodowało, że dalszą pracę naukową związałam z technologią wytwarzania struktur półprzewodnikowych na bazie SiC i analizą defektów w nich występujących.

**Dlaczego SiC jest tak interesujący?**

Właściwości SiC, wśród których najważniejsze jest wysokie przewodni-

ctwo cieplne i wysokie krytyczne pole przebicia, wynikają z dużej szerokości przerwy energetycznej tego materiału. Takie cechy są pożądane dla efektywnego funkcjonowania urządzeń o dużej mocy, czujników gazów pracujących w wysokiej temperaturze, czujników ciśnienia i wielu innych urządzeń mikroelektronicznych. Warto nadmienić, iż w ostatnim dziesięcioleciu SiC zyskał

szczególne znaczenie jako materiał podłożowy do wytwarzania warstw epitaksjalnych GaN np. do produkcji laserów emitujących światło niebieskie, tranzystorów HEMT, niebieskich i białych LED.

W czasie studiów doktoranckich moim celem było poszerzanie wiedzy →



na temat monokrystalicznego SiC. Uczestniczyłam w instalacji reaktora CVD do krystalizacji warstw epitaksjalnych SiC w ITME. Pierwszy taki proces został przeprowadzony w marcu 2007. Jest to jedyne w Polsce urządzenie do epitaksji SiC. Wzrost homoepitaksjalny pozwala na uniknięcie defektów związanych z niedopasowaniem sieciowym, jak to ma miejsce w heteroepitaksji (na przykład związku III-V na podłożach SiC, Si czy Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Problem stanowią jednak defekty strukturalne w postaci mikrokanalików (ang. micropipes), dyslokacji (krawędziowe, śrubowe, w płaszczyźnie bazowej), politypizmu, granic niskokątowych czy błędów ułożenia, które obniżają charakterystyki prądowe struktur, a tym samym urządzeń budowanych na bazie SiC. W ramach mojej pracy naukowej uwagę skupiłam na ilościowej i jakościowej analizie defektów, genezie ich powstawania, jak i metodach charakteryzacji. Szczegółowej analizie poddałam te defekty, których obecność w największym stopniu obniża właściwości elektryczne struktur SiC: dyslokacje w płaszczyźnie bazowej (BPD), generujące błędy ułożenia (SF) i politypizm. Efekty

mojej pracy nad technologią wzrostu warstw i studia nad genezą powstawania defektów typu BPD pozwoliło na zmniejszenie ich gęstości. Ponadto otrzymywane warstwy epitaksjalne są jednorodnie politypowe. W ramach projektu zamawianego PBZ-MEiN-6/2/2006 „*Nowe technologie na bazie węgliku krzemu i ich zastosowania w elektronice wielkich częstotliwości, dużych mocy i wysokich temperatur*”, w którym uczestniczyłam, zostały wytworzone struktury wysokonapięciowej diody Schottky’ego o napięciu przełączania 2,5kV. W swoich badaniach nad defektami w węgliku krzemu miałam możliwość wykorzystania wielu technik badawczych, dostępnych przede wszystkim na Wydziale IM i w ITME, ale i w innych instytutach (IF PAN, Unipress): **mikroskopia optyczna z kontrastem Nomarskiego** – obserwacje jamek trawienia (pochodzących od różnego typu dyslokacji) powstałych w wyniku trawienia selektywnego monokrystalicznego SiC w stopionych KOH; **mikroskopia optyczna w świetle spolaryzowanym** – możliwość obserwacji stanów naprężeń wokół mikrokanalików; **skaningowa**

**mikroskopia elektronowa (Hitachi S-3500N, SU-70)**, a w tym wykorzystanie detektorów EBSD (*dyfrakcja elektronów wstecznie rozproszonych*) – analiza politypowa kryształów objętościowych, jak i warstw epitaksjalnych, EDS (*dyspersja energii promieniowania rentgenowskiego*) – analiza różnego typu wytrąceń domieszek w kryształach objętościowych; **mikroskopia sił atomowych (AFM; MultiMode V)** – analiza chropowatości podłoż pod epitaksję, jak i warstw na nich osadzanych; **KFM** – analiza potencjału powierzchniowego domieszekowanych na typ n i typ p przewodnictwa warstw SiC i ujawnianie podstruktur powstałych w wyniku domieszkowania; **transmisyjna mikroskopia elektronowa (TEM)** – obserwacje charakteru granicy między warstwą a podłożem, charakteru przekształceń defektów liniowych, generacji politypizmu w warstwach epitaksjalnych. Wyniki prac są publikowane w czasopiśmie, materiałach konferencyjnych zarówno krajowych, jak i międzynarodowych.”

*mgr inż. Kinga Kościwicz*

“Moja droga naukowa na Politechnice Warszawskiej” -  
**dr inż. Agnieszka Adamczyk-Woźniak**, adiunkt na Wydziale Chemicznym, stypendystka CSZ w ramach konkursu CAS/9/POKL dla młodych doktorów PW

“Z Wydziałem Chemicznym Politechniki Warszawskiej jestem związana od roku 1997, kiedy rozpoczęłam pięcioletnie studia magisterskie. Od zawsze fascynowały mnie mechanizmy rządzące światem ożywionym, stąd wybór specjalności „Technologia związków biologicznie czynnych i kosmetyków”, prowadzonej przez Zakład Technologii i Biotechnologii Środków Leczniczych. Program tej ścieżki kształcenia obejmował między innymi zagadnienia związane z syntezą i mechanizmem działania leków i innych substancji biologicznie czynnych. Szczególnie pociągała mnie perspektywa projektowania, a następnie samodzielnego otrzymywania substancji o określonym działaniu biologicznym. Warsztat chemika-syntetyka rozwijałam następnie w ramach pracy magisterskiej, którą wykonałam w Zakładzie Chemii Organicznej pod kierunkiem dr inż. Marioli Koszytkowskiej-Stawińskiej. Ogromna

wiedza, doświadczenie i życzliwość zarówno Pani promotor jak i wszystkich pracowników i doktorantów Zakładu pozwoliły mi na zdobycie umiejętności prowadzenia syntez organicznych oraz analizy spektroskopowej otrzymanych produktów.

Pracę doktorską pt. „Synteza benzyloamin w reakcji fenoli z 1,3,5-trialkiloheksahydro-1,3,5-triazynami” wykonałam w Laboratorium Procesów Technologicznych Wydziału Chemicznego w znacznej części pod opieką prof. Kazimierza Starowieyskiego. Studia doktoranckie realizowane w zespole doświadczonych technologów (m.in. dr inż. Krzysztofa Bujnowskiego) uświadomiły mi, jak długa i skomplikowana, ale jednocześnie fascynująca jest droga „od pomysłu do przemysłu” – cytuję słowa kierownika laboratorium, dr. hab. inż. Ludwika Synoradzkiego. Promotorem mojej rozprawy doktorskiej, którą obroniłam w roku 2007, był prof. dr. hab. inż. Andrzej Sporzyński.

Obecnie jestem adiunktem w Zakładzie Chemii Fizycznej, gdzie wykorzystuję dotychczas zdobyte umiejętności i ciągle uczę się czegoś nowego. Pracuję w

zespole profesora Andrzeja Sporzyńskiego, który wprowadził mnie w dość złożoną i bardzo interesującą problematykę chemii związków boroorganicznych. Substancje te są ciekawe przede wszystkim ze względu na ich liczne zastosowania zarówno w syntezie organicznej, chemii analitycznej, jak i w medycynie. Duży wpływ na ich właściwości użytkowe (trwałość, rozpuszczalność w wodzie, selektywność wiązania różnych związków hydroksylowych) ma budowa chemiczna, czyli obecność dodatkowych podstawników w strukturze. W czasie objętym wsparciem stypendialnym przyznanym mi przez Centrum Studiów Zaawansowanych PW planuję skupić się na badaniach potencjalnych receptorów z grupy benzoksaboroli, w których atom boru wbudowany jest w pięcioczłonowy pierścień heterocykliczny. Dotychczas otrzymane wyniki moich badań w tej tematyce są przedmiotem 2 publikacji wysłanych do recenzji w czasopiśmie z listy filadelfijskiej.

Moje dalsze plany badawcze obejmują szeroki zakres prac, począwszy od racjonalnego zaprojektowania struktur poprzez syntezę poszukiwanych związków i ich oczyszczenie, charakterystykę →

spektroskopową oraz określenie wybranych właściwości fizykochemicznych. Końcowym etapem będzie zbadanie oddziaływań ze związkami hydroksylowymi oraz próba określenia zależności: struktura związku – aktywność receptorowa. Wyniki przedstawionego projektu mogą znaleźć praktyczne zastosowanie w tych gałęziach gospodarki, w których istnieje potrzeba szybkiego i selektywnego wykrywania lub oznaczania różnych związków, zawierających grupy hydroksylowe. Należą do nich między innymi: przemysł spożywczy (analiza płynów fermentacyjnych, kontrola jakości produktów spożywczych, kontrola ścieków)

oraz przemysł farmaceutyczny (analiza płynów fizjologicznych). Realizacja tego interdyscyplinarnego projektu nie byłaby możliwa bez bardzo inspirującej współpracy z wybitnymi naukowcami z innych grup badawczych. W przypadku określania struktur otrzymanych związków i niektórych badań spektroskopowych są to specjaliści z Zakładu Chemii Nieorganicznej i Technologii Ciała Stałego. Możliwość praktycznego zastosowania benzoksaboroli badań będą wraz ze współpracownikami z Katedry Chemii Analitycznej oraz Zakładu Mikrobiologii.



dr inż. Agnieszka Adamczyk-Woźniak

Profesorowie Wizytujący

# Nauka - pasja i praca

Rozmowa z prof. Jonathanem M. Blackledgem

“Matematyka ... to moja pasja a do realizowania jej nie potrzebuję nic poza spokojem i ciszą”

Jakie obszary badawczo-naukowe interesują Pana najbardziej?

Moje zainteresowania badawcze obejmują dwa obszary: na pierwszy składają się projekty, które pozwalają mi uzyskać zabezpieczenie finansowe, natomiast drugi to matematyka.

Matematyka to dziedzina, którą zawsze będę się zajmował, niezależnie czy moja praca z tym związana będzie wynagradzana finansowo. Jest to moja pasja, a do realizowania jej nie potrzebuję nic poza spokojem i ciszą. Natomiast jeśli chodzi o stronę finansową, biorę udział w różnego rodzaju projektach zależnie od naukowych kompetencji wydziału, z którym współpracuję. Tematykę, w której się poruszam, obejmują np. Wydziały Fizyki, Budowy Maszyn, Elektrotechniki, Informatyki i Matematyki. Wskutek współpracy z różnymi jednostkami, podjąłem się realizacji licznych projektów badawczych dotyczących np. komputerowego wspomaganie prac

inżynierskich, obrazowania medycznego, kryptologii i modelowania finansowego. Jednak mogę chyba powiedzieć, że powodem podjęcia tych zagadnień była bardziej konieczność niż chęć.

Podczas wizyty na Politechnice Warszawskiej dał Pan koncert skrzypcowy z cyklu Wielka Muzyka w Małej Auli. Jak się Panu udaje powiązać zamiłowanie do muzyki z pasją do nauki i osiągnąć w obydwu tak wysoki poziom?

Bardzo się cieszę, że miałem okazję wystąpić na Politechnice Warszawskiej z panią Martą Kluczyńską, pianistką, która mi akompaniowała. Mała Aula Politechniki ma doskonałą akustykę i możliwość koncertowania w tym miejscu to duża przyjemność. Co więcej, uważam, że idea propagowania tego typu działań artystycznych na uczelni o charakterze technicznym to wielkie osiągnięcie. Godzenie muzyki z nauką w pewnym sensie stało się tradycją w mojej rodzinie wiele pokoleń wstecz.

Mój pradziadek, Ryszard Blackledge, inżynier górnictwa, który wyjechał z Anglii w 1880, aby uczestniczyć w rozbudowie rosyjskiego przemysłu wydobywczego aż do rewolucji w 1917 (kiedy musiał wyjechać), był nie tylko kapitalistą, ale zagranicznym kapitalistą! Poza tym był również muzykiem. Jego skrzypce były jedyną materialną wartością, która pozostała mu z czasów pobytu w Rosji. Były to te same skrzypce, na których zagrałem koncert dla środowiska

naukowego Politechniki Warszawskiej!

Czy można powiedzieć, że muzyka i inżynieria są ze sobą powiązane? Czy edukacja i pasja muzyczna w jakiś sposób pomagają w pracy naukowej?

Muzyka i inżynieria (nauka i matematyka) jak najbardziej są ze sobą powiązane. Należy doskonalić technikę i warsztat, a następnie wykorzystywać je, aby mogły powstawać nowe pomysły i projekty. I tak, notacja muzyczna jest sposobem na zaprezentowanie pomysłów artystycznych, natomiast zapis matematyczny to przedstawienie idei naukowych. Gdy zaczynam grać na skrzypcach, myślę o sobie jak o akustycznym inżynierze, który musi rozszyfrować zapis, aby móc przekazać jego treść publiczności.

Jakie jest Pana wyobrażenie na temat nauki w Polsce w zestawieniu z Pana doświadczeniami z Irlandii i Wielkiej Brytanii? Są między nimi jakieś różnice?

Nauka w Polsce ma długą i utrwaloną tradycję. Oczywiście wielcy polscy naukowcy, tacy jak Mikołaj Kopernik i Maria Skłodowska-Curie, są dobrze znani na całym świecie a także ich ogromny wpływ na społeczeństwo. Są także inni polscy naukowcy mniej znani, których wg mnie Polska powinna bardziej promować. Na przykład nie wspomina się osiągnięć polskiego matematyka i kryptologa, Mariana Rejewskiego, pracującego w polskim Biurze



Szyfrów, utworzonym w 1930 roku. Bez jego pracy, brytyjskie wysiłki skupione na rozszyfrowaniu korespondencji niemieckiej podczas II wojny światowej po prostu mogłyby zakończyć się niepowodzeniem. Zespół Mariana Rejewskiego odczytał od stycznia 1933 r. do września 1939 r. około 100 000 szyfrogramów z Enigmy (niemieckiej przenośnej, elektromechanicznej maszyny szyfrującej opartej na zasadzie obracających się wirników, opracowanej przez Artura Scherbiusa, a następnie produkowanej przez wytwórnię Scherbius & Ritter). Gdyby nie doświadczenie i wiedza techniczna tego zespołu, wykorzystana w 1939 roku przez Anglię, historia światowa mogłaby być zupełnie inna.

Opiekowałem się wieloma polskimi studentami i za każdym razem byłem pod wrażeniem ich wiedzy technicznej i praktycznych umiejętności. To odzwierciedla silny system edukacyjny, o dobrze ugruntowanej pozycji, który opiera się na tradycyjnych wartościach, dyscyplinie i określonych podstawach. Irlandia ma podobną tradycję, w której edukacja jest traktowana z wysokim priorytetem. To znajduje odzwierciedlenie w rządowych staraniach budowy gospodarki opartej na wiedzy.

“Gdy zaczynam grać na skrzypcach, myślę o sobie jak o akustycznym inżynierze, który musi rozszyfrować zapis, aby móc przekazać jego treść publiczności”

Poza osiągnięciami naukowymi, ma Pan również znaczące doświadczenie biznesowe: brał Pan udział w tworzeniu kilku firm. Jak naukowiec może zostać biznesmenem?

Wśród najważniejszych rzeczy, których nauczyłem się prowadząc interesy, wymienilibym:

(i) mieć produkt i/lub usługę, które mogą być zaprezentowane na życzenie konsumenta; (ii) zakładać, że każde nowe przedsięwzięcie może zakończyć się fiaskiem. Osobiście, z wielu różnych przyczyn miałem w biznesie więcej

furtkę dla prywatnych firm, które mogły “wypełnić lukę” przy dofinansowaniu Learning and Skills Council. Co interesujące, niektóre z tradycyjnych uniwersytetów teraz podejmują podobne działania, wliczając w to uczelnie, gdzie



Koncert prof. J.M.Blackledga z cyklu Wielka Muzyka w Matej Auli ↑

niewpodzeń niż sukcesów i uważam, że najważniejsze to wiedzieć, kiedy powstrzymać dalsze straty i wycofać się.

Kiedy Franklin Delano Roosevelt objął urząd prezydenta gospodarczo zniszczonych Stanów Zjednoczonych, jego radą dla środowiska biznesu było pogodzenie się z bankrutem i podejmowanie próby czegoś innego przy założeniu, że to również może zakończyć się niepowodzeniem, ale „... nade wszystko, czegoś próbować”. W tym kontekście wielu naukowców i inżynierów, którzy zaczynają swój pierwszy biznes, sądzi, że jeśli stworzą dobry biznesplan, sukces jest zagwarantowany. Niestety to tak nie funkcjonuje i ważniejsza od biznesplanu jest dobra sieć kontaktów.

Innym ważnym czynnikiem decydującym o sukcesie w biznesie jest “poszukiwanie okazji”. Na przykład głównym powodem, dla którego założyłem jedną z moich firm, było dostrzeżenie potrzeby współpracy z miastem w ramach promocji programów przygotowania zawodowego. Sytuacja wymagająca podjęcia tego typu działań była bezpośrednim wynikiem decyzji rządu Wielkiej Brytanii z 1992, pozwalającej wielu angielskim politechnikom przekształcić się w uczelnie o charakterze uniwersyteckim. Te nowopowstałe uniwersytety, zamiast oprzeć swoją ofertę programową na doskonaleniu branżowym, za które wcześniej były szanowane, rozpoczęły działania nawiązujące do wartości tradycyjnych uniwersytetów. Pozostawiło to

uzyskałem dyplom - Imperial College. Uczelnia ta rozstała się z Uniwersytetem Londyńskim, aby powrócić do swoich korzeni w Instytucie “City and Guilds”. W tym sensie Imperial College tworzy w Wielkiej Brytanii podwaliny systemu szkolnictwa wyższego, w którym studenci uzyskują kwalifikacje zawodowe, a nie tylko uczą się, jak rozmawiać. W świetle obecnych światowych warunków gospodarczych, poradziłbym każdemu z uniwersytetów, aby przynajmniej przemyślał tego typu problemy, wliczając tworzenie i rozwijanie modeli zarządzania własnością intelektualną oraz ich dochodowe wykorzystywanie.

*mgr inż. Anna Żubrowska  
dr inż. Małgorzata Zielińska*

**Prof. Jonathan M. Blackledge,**

School of Electrical Engineering Systems,  
College of Engineering and Build  
Environment, Irlandia.

Profesor gościł na Politechnice na zaproszenie Centrum Studiów Zaawansowanych w ramach projektu stypendialnego dla Profesorów Wizytujących.

# Wiele obliczy nanotechnologii

Rozmowa z profesorem Jerzym Rużytło, prelegentem Konwersatorium Politechniki Warszawskiej, gościem Uczelni w ramach programu Centrum Studiów Zaawansowanych dla Profesorów Wizytujących

“Często dochodzi do nieporozumień w użyciu pojęcia nanotechnologia, ponieważ termin ten oznacza co innego dla naukowców z różnych dziedzin”

Merytoryczną istotą niedawnej wizyty naukowej Pana Profesora na Politechnice Warszawskiej, w ramach programu dla Profesorów Wizytujących, był między innymi obszar wiedzy popularnie nazywany nanotechnologią. Czy mógłby Pan Profesor sprecyzować to pojęcie w odniesieniu do Pana zainteresowań naukowych?

Chciałbym zacząć od zwrócenia uwagi, że nanotechnologia to bardzo szerokie pojęcie, często wykorzystywane nadmiernie w celach medialnych i bez specjalnego zrozumienia jego istoty. Jak wiadomo "nano" to przedrostek miary oznaczający  $10^{-9}$ , co w przypadku miary długości oznacza  $10^{-9}$  metra. Zważywszy, że wielkość atomów jest rzędu 0,2-0,5 nm nanotechnologia oznacza możliwości techniczne manipulowania materią w skali atomowej. Często dochodzi do nieporozumień w użyciu pojęcia nanotechnologia, ponieważ termin ten oznacza co innego dla naukowców z różnych dziedzin. W moim przypadku nanotechnologia to przede wszystkim nanotechnologia półprzewodnikowa, nanotechnologia układów scalonych, gdzie najbardziej zaawansowane układy są zbudowane z tranzystorów o długości bramki 32 nm, a wkrótce będą konstruowane z bramkami o długości 22 nm. Mówimy tu więc o elementach, w których podstawowa dla ich działania część jest wielkości rzędu kilkudziesięciu atomów. Dla biologa czy chemika na przykład nanotechnologia również oznacza zdolność manipulowania materią w skali

atomowej i molekularnej, ale materią zupełnie inną, a i cele owej manipulacji są inne. Dla własnych potrzeb, w szczególności dydaktycznych, dzielę więc nanotechnologię na „twardą” i „miękką”. Nanotechnologia „twarda”, którą się zajmuję, to obszar układów scalonych, nanodrutów, nanorurek, kropek kwantowych i wszystko, co sprowadza się do



Profesor Jerzy Rużytło ↑  
w czasie Konwersatorium PW

manipulacji właściwościami ciała stałego na poziomie atomowym i molekularnym w celu osiągnięcia pewnych funkcjonalnych korzyści w sensie działania przyrządów elektronicznych i fotonicznych. Nanotechnologia „miękką” z kolei łączy się przede wszystkim z „bio”, począwszy od biologii poprzez biochemię, biologię molekularną, nauki medyczne itd., co po angielsku, w uproszczeniu, można spiąć kłama „life sciences”.

**Jakie są trzy najważniejsze obszary techniki, w których nanotechnologia, rozumiana jako „twarda”, może być kamieniem milowym?**

Rozwój nanotechnologii, tak jak i innych dziedzin nauki i techniki, jest procesem ewolucyjnym, dlatego też nie podejmuje się wyznaczania kamieni milowych w tym rozwoju. W sposób stopniowy i

przez całe lata, korzystając przy tym z dorobku wielu dziedzin, dochodziliśmy do tego, czym jest dzisiaj nanotechnologia. Jeśli chodzi natomiast o samo określenie "nanotechnologia", to w przypadku mojej sfery zainteresowań, jego geneza jest dość prozaiczna. Według moich obserwacji pojawiło się w sposób naturalny wtedy, kiedy to na pewnym etapie rozwoju techniki półprzewodnikowych układów scalonych w codziennym żargonie technicznym określenie pewnych pojęć w skali „mikro” stało się niewygodne. Okazało się, i nikt tego nie wymyślił, tak się po prostu stało, że łatwiej było powiedzieć „technologia 90 nanometrowa” niż „technologia 0,09 mikrometrowa”. I zanim się obejrzelismy terminologia nanotechnologiczna wkroczyła w naszą rzeczywistość.

Wracając do Pańskiego pytania, to jestem bardzo ostrożny w przewidywaniu tego, co się może wydarzyć w naukach technicznych w przyszłości. Chętnie ferujemy wyroki na temat tego, co się wydarzy za 10-15 lat, bo stawia nas to w rzędzie wszystkowiedzących fachowców, a do tego często brzmi bardzo medialnie. Można w ten sposób opowiadać różne, nieoparte na realiach historii w zasadzie kompletnie bezkarnie, nie biorąc żadnej odpowiedzialności za to, co się mówi, bo i tak tego nikt za kilka, kilkanaście lat nie zweryfikuje. Jednak okazuje się, że nigdy nie udało się dokładnie przewidzieć z kilkunasto-, a nawet kilkuletnim wyprzedzeniem, co będzie prawdziwym przebojem w technice. Nie istnieją ani modele, ani symulacje, które przewidywałyby, jakie technologie czy techniczne rozwiązania zostaną szeroko zaakceptowane przez rynek. A jest to, czy nam się to podoba czy nie, ostateczna miara sukcesu danego rozwiązania technicznego.

Jeśli jednak mielibyśmy mówić o potencjalnie ważnych osiągnięciach nanotechnologii, unikając przy tym określenia „kamień milowy”, to sądzę, że integracja funkcji bio-elektro-foto-mechanicznych w ramach pojedynczych nanosystemów byłaby takim osiągnięciem.



“Sądzę, że gdybyśmy przestudiowali genezę różnych wielkich wynalazków, a dalej historii ich wykorzystania w praktyce, to okazałoby się, iż bardzo często znajdowały one swoje główne zastosowania praktyczne wcale nie w tych dziedzinach, dla potrzeb których zostały pierwotnie opracowane”

Usłyszałem w Pana odpowiedzi termin „foto”. Czy mógłby Pan Profesor skomentować, jaka może być rola oddziaływań manifestujących się optycznie, tam gdzie elektron przekazuje rolę nośnika energii fotonowi?

Foton jest bardziej efektywnym nośnikiem informacji niż elektron. Dlatego też systemy fotoniczne stopniowo zastępują, tam gdzie jest to technicznie i ekonomicznie uzasadnione, systemy elektroniczne. Dla przykładu światłowodowy dość powszechnie zastępują przewody miedziane, spełniając tę samą funkcję transmisji informacji. Pojęcia „elektronika” i „fotonika” są więc dla mnie w znacznym stopniu funkcjonalnie równoznaczne. Nie ulega raczej wątpliwości, że z czasem ta druga będzie stopniowo przejmowała pewne funkcje, w sensie technologii i transmisji informacji, pełnione dotąd przez tę pierwszą. Dlatego też uważam, że nauczając fizyki na kierunkach akademickich zajmujących się szeroko rozumianą technologią informacji, większy niż dotąd nacisk położyć należy na nauczanie optyki nieliniowej.

Dość kategorycznie wypowiedział się Pan Profesor na temat przewidywania kierunków rozwoju nanotechnologii. Czy mógłby Pan szerzej skomentować swoje stanowisko w tej sprawie?

Sądzę, że gdybyśmy przestudiowali genezę różnych wielkich wynalazków, a dalej historii ich wykorzystania w praktyce, to okazałoby się, iż bardzo często znajdowały one swoje główne zastosowania praktyczne wcale nie w tych dziedzinach, dla potrzeb których zostały pierwotnie opracowane. Spójrzmy na przykład na historię tranzystora, którego wynalezienie, jak się o tym potocznie mówi, stało się początkiem „rewolucji mikroelektronicznej”. W domyśle mamy tu rolę, jaką tranzystor odegrał w zastosowaniach cyfrowych, które rzeczywiście zrewolucjonizowały nie tylko technikę, ale również nasze życie codzienne. Z tym tylko, że siłą napędową wynalezienia tranzystora wcale nie były potrzeby układów cyfrowych, logicznych i pamięciowych, tylko potrzeby techniki radarowej, a motorem napędowym procesu jego wynalezienia były zastosowania militarne w okresie rodzącej się zimnej wojny. Nikt nie myślał o tym, co zrewolucjonizuje tranzystor za 10–15 lat, niemniej jednak technika półprzewodnikowa zaczęła się bardzo dynamicznie rozwijać. Z tym tylko, że główny nurt jej rozwoju skierował się w stronę zastosowań, których podówczas w ogóle sobie nie wyobrażano. Sądzę, że przynajmniej częściowo, podobnie będzie z owocami tego, co obecnie nazywamy „nanotechnologią”

**Mówiąc o tranzystorach i układach scalonych, czy prawo Moore’a może mieć jeszcze zastosowanie? Czy rozwój technologii nanoelektronicznych pozwoli prawu Moore’a wyjść z nasycenia?**

Czy sugeruje Pan, że prawo Moore’a ma obecnie ograniczone zastosowanie?

**W pewnym sensie tak.**

Szczerze mówiąc uważam, że to czy prawo Moore’a jest w nasyceniu, czy z tego nasycenia wyjdzie i jakie ma obecnie zastosowanie nie ma większego znaczenia. Prawo to było i jest jakby odbiciem tego, co się działo w technice krzemowych cyfrowych układów scalonych i projekcją tego odbicia w przyszłości.

W tym sensie bardzo pomocne było one w przewidywaniu trendów rozwojowych techniki układów cyfrowych, szacowaniem tego, jakich mocy obliczeniowych mogliśmy się spodziewać w przyszłości, a tym samym w planowaniu strategicznym firm półprzewodnikowych. Ale prawo to, jako takie, o niczym nie decydowało. Przeciwnie, żaden z producentów układów scalonych nie podejmował strategicznych decyzji co do rozwoju swoich

produktów tak, aby prawo Moore’a było spełniane, tylko tak, aby jak najwięcej na tych produktach zarobić. A to, że przez tyle lat realia produkcyjne pokrywały się z trendem zaobserwowanym przez Gordona Moore’a, notabene wybitnego naukowca, inżyniera i businessmana, to tylko szacunek dla tego ostatniego.

Jeśli chodzi o stan obecny, to należy pamiętać, że prawo Moore’a dotyczy tylko części strefy technologii półprzewodnikowej, którą są krzemowe układy cyfrowe, pamięciowe i logiczne. Technika półprzewodnikowa zaś rozwija się dynamicznie również w kierunkach, w których liczba tranzystorów na chipie, co jest podstawą prawa Moore’a, jest pojęciem obojętnym. Stąd też w znacznie mniejszym stopniu niż w przeszłości prawo to określa, co się dzieje w szeroko rozumianym przemyśle półprzewodnikowym.

“Obecnie technologia krzemu wyprzedza przynajmniej o dziesięć lat technologię jakiegokolwiek materiału półprzewodnikowego”

**Co Pan Profesor ma na myśli mówiąc o postępie w różnych kierunkach?**

W tej chwili technologia układów scalonych podlega bardzo silnej dywersyfikacji, szczególnie w zakresie materiałów i rozwiązań konstrukcyjnych tranzystorów. Niekoniecznie postęp funkcjonalny układów, ich sprawność i wydajność, szczególnie typu system-on-chip (SOC), będzie wyznaczana wyłącznie przez liczbę tranzystorów na tymże chipie. Nie zmienia to faktu, że potrzeby dalszego rozwoju cyfrowych układów scalonych pozostaną główną siłą napędową rozwoju tych kierunków. W nanotechnologii półprzewodnikowej wkroczyliśmy jakiś czas temu w epokę rozwiązań materiałowych, odchodząc, przynajmniej okresowo, od rozwiązań opartych głównie na ulepszaniu procesów technologicznych pod kątem możliwości wytwarzania coraz mniejszych struktur, pozostając przy tym całkowicie w sferze krzemu i jego pochodnych. Największym obecnie problemem układów scalonych jest konieczność ograniczenia mocy, jaka

wydzielana jest w trakcie pracy zaawansowanych układów scalonych i to nie tylko cyfrowych, ale również analogowych pracujących przy bardzo wysokich częstotliwościach.

Problemów tych nie da się rozwiązać wyłącznie przez nowe konstrukcje tranzystorów czy też doskonalenie procesów technologicznych. Bez innowacji w dziedzinie materiałów stosowanych w nanotechnologii półprzewodnikowej się nie obejdzie. Dlatego też niektóre firmy już strategicznie zdecydowały, że przynajmniej w określonych typach układów krzem musi być uzupełniony półprzewodnikowymi związkami III-V opartymi na przykład na arsenku galu, GaAs, a może jeszcze bardziej na azotku galu, GaN. Do tego szeroką falą weszły do techniki półprzewodnikowej nowe rodzaje dielektryków charakteryzujących się wyższą niż dwutlenek krzemu stałą dielektryczną. Oczekiwać należy coraz szerszej ekspansji zaawansowanych technologii półprzewodnikowych opartych na bardzo zdywersyfikowanych materiałach.

**Czy to oznacza ograniczenie roli krzemu w technice półprzewodnikowej, a tym samym w nanotechnologii?**

Pomimo znacznego rozszerzenia bazy materiałowej w technice półprzewodnikowej, krzem zapewne na zawsze pozostanie jej podstawą. Jeśli chodzi o układy scalone, to mówimy o uzupełnieniu krzemu germanem lub związkami III-V głównie w odniesieniu do najbardziej zaawansowanych układów cyfrowych.

**“...baza technologii półprzewodnikowej zapewne na zawsze pozostanie oparta na krzemie”**

W większości masowo produkowanych, mniej zaawansowanych technicznie układach zarówno cyfrowych, jak i analogowych nie ma potrzeby zastępować krzemu innymi półprzewodnikami. Niezależnie od tego, wybiegając w dalszą przyszłość, kiedy to konstruować będziemy tranzystory tak małe, iż o ich sprawności nie będzie decydować ruchliwość elektronów tylko to, na jakim poziomie nasycy się ich prędkość

w warunkach bardzo wysokiego pola elektrycznego, rola krzemu w najbardziej zaawansowanych układach scalonych znów może stać się wiodącą. Nie zapomnijmy również o tym, że bardzo materiałochłonna fotowoltaika oparta jest prawie wyłącznie na krzemie. Oprócz tego systemy nano- i mikro-elektryczno-mechaniczne (NEMS i MEMS) wykonywane są w krzemie, a tranzystory cienkowarstwowe w wyświetlaczach z aktywnymi matrycami ciągle wykonywane są z użyciem krzemu amorficznego. Do tego dochodzą krzemowe nanodruki i kropki kwantowe. Powtarzam, bowiem jestem o tym przekonany, baza technologii półprzewodnikowej zapewne na zawsze pozostanie oparta na krzemie. Dzisiaj nie ma innego materiału, który możemy uzyskać w postaci idealnie geometrycznej uformowanej i praktycznie bezdefektowej płytki o średnicy 300 mm, a już wkrótce 450 mm, odpornej na wysoką temperaturę, charakteryzującej się świetnymi właściwościami mechanicznymi i niezwykle gładką powierzchnią. I do tego po cenie znacznie niższej niż jakiegokolwiek inny materiał o porównywalnych właściwościach i powierzchni, który chcielibyśmy wykorzystać w różnych aplikacjach jako podłoże. Notabene, technika, którą uzyskuje się krzem w postaci najwyższej klasy kryształu o tak znacznych średnicach, opracowana została w latach trzydziestych ubiegłego wieku przez Jana Czochralskiego nie gdzie indziej, tylko tu, na Politechnice Warszawskiej.

**Co zadecydowało o sukcesie krzemu w technologii układów scalonych?**

Natura jest dla nas niezwykle łaskawa, jeśli chodzi o krzem. To nadzwyczajne, że drugi co do ilości objętościowo pierwiastek w skorupie ziemskiej jest bardzo dobrym półprzewodnikiem, który w dodatku łatwo ekstrahowany jest z piasku. Obecnie technologia krzemu wyprzedza przynajmniej o dziesięć lat technologie jakiegokolwiek innego materiału półprzewodnikowego. O obecnej wiodącej roli krzemu zadecydowały te wszystkie właściwości, o których wspominałem wyżej. Pierwotnie jednak, właściwością krzemu, która wprowadziła ten materiał na drogę do dominacji przemysłu półprzewodnikowego, było to, że krzem wytwarza na swojej powierzchni, w drodze prostego utleniania termicznego, swój własny tlenek, ściśle dwutlenek krzemu, SiO<sub>2</sub>, który jest znakomitym izolatorem. Dzięki temu możliwe stało

się rozwinięcie w latach sześćdziesiątych i siedemdziesiątych tranzystorów polowych opartych na strukturze metal-tlenek-półprzewodnik (*ang. MOS-FET*), bez których bylibyśmy dzisiaj w elektronicznych powijakach, a koncept nanotechnologii półprzewodnikowej byłby w ogóle nieznanym.

**Ustalliliśmy zatem, że prawie wszystkie, ale nie wszystkie, drogi prowadzą do krzemu. Jakie jeszcze rodzaje materiałów i związków będą odgrywać największą rolę w nanotechnologii w ciągu kilku najbliższych lat?**

Rozumiem, że pytanie odnosi się do nanotechnologii zdefiniowanej wcześniej jako „twarda”. Koncentrując się na półprzewodnikach i zastrzegając się, że inne ciała stałe (dielektryki i metale) również odgrywają ważną rolę w szeroko rozumianej nanotechnologii, sądzę, że związki III-V odgrywać będą coraz większą rolę. Ich rola w fotonice jako materiałów do wytwarzania diod świecących (LED) i laserów, jest od dawna niepodważalna.

Obecnie natomiast szerszym niż kiedykolwiek dotąd frontem wkraczają również do elektroniki. Chodzi tu o wspomniany już uprzednio azotek galu (GaN), którego właściwości fizyczne predysponują do szerszego niż jakiegokolwiek inny półprzewodnik zakresu zastosowań. W pewnym sensie GaN jest dobry na wszystko. W różnych kombinacjach, np. InGaN lub AlGaN, w przyrządach emitujących światło pokrywa w zasadzie cały zakres promieniowania widzialnego. Świetnie nadaje się również do detekcji promieniowania ultrafioletowego. W elektronice wykorzystywany jest w tranzystorach typu HEMT (High Electron Mobility Transistor) i w tranzystorach mocy MOSFET. Może stać się również bazą do konstrukcji nowej generacji tranzystorów na potrzeby najbardziej zaawansowanych cyfrowych układów scalonych.

Jakby więc na to nie patrzeć GaN (i jego pochodne) jest materiałem, który będzie bardzo ważnym elementem tego, co nazywamy szeroko rozumianą techniką półprzewodnikową. Dlatego też znaczny wysiłek badawczo-rozwojowy skoncentrowany jest na tym właśnie materiale, a jednym z jego głównych nurtów jest poszukiwanie metod wytwarzania płytek podłożowych GaN, na których można by wytwarzać wysokiej sprawności przyrządy i układy na bazie tegoż właśnie materiału.



## “...od dawna wiadomo, że Polska jest wiodącym centrum w dziedzinie prac zmierzających w kierunku uzyskiwania podłoży GaN”

Również polskie zespoły odgrywają tu istotną rolę, o czym można było przeczytać choćby w jednym z ostatnich numerów „IEEE Spectrum”...

Tak. Do tej pory wszystko co dotyczy GaN dzieje się w cienkich warstwach osadzanych epitaksjalnie na  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (szafirze) lub na SiC (węglu krzemu). Do tego, by uzyskać warstwę epitaksjalną GaN z minimalizowaną liczbą defektów, w idealnym przypadku należałoby użyć podłoży GaN, których do niedawna nie dawało się wytwarzać na skalę przemysłową. Wiodąca rola polskich naukowców i inżynierów w przełamaniu tego impasu jest bezsporna. Z tego co wiem, w ośrodku warszawskim działają dwie firmy prowadzące prace badawczo-wdrożeniowe nad podłożami GaN na najwyższym światowym poziomie. Mam nadzieję, że w przyszłości na wzór ”doliny krzemowej” w okolicach San Francisco mówić się będzie o ”równinie GaN-owej” w Warszawie i okolicach, jako o światowym centrum wiedzy i technologii azotku galu.

Być może zatem obserwujemy początek ścieżki sukcesu podłoża GaN, którą przeszły już podłoża krzemowe?

Ścieżka oczekiwanego sukcesu GaN będzie inna niż krzemu i to przynajmniej z dwóch powodów. Po pierwsze, jak już wspomniałem wcześniej, w większości swoich masowych zastosowań krzem sprawuje się bardzo dobrze i nie ma żadnego powodu, aby zastępować go nieporównywalnie droższym i technologicznie dużo bardziej skomplikowanym azotkiem galu. Po drugie, wątpię, czy w skorupie ziemskiej znajdzie się wystarczająco dużo rzadkiego pierwiastka, jakim jest gal (Ga), aby myśleć o zastąpieniu krzemu azotkiem galu we wszystkich zastosowaniach tego pierwszego teraz i

w przyszłości. Pamiętajmy przy tym, że „konsumentem” galu jest nie tylko GaN, ale również najpowszechniejszy obecnie związek III-V, czyli arsenek galu, GaAs, że nie wspomnę, o znacznie mniejszych, ale jednak potrzebach, fosforu (GaP) i antymonu (GaSb) galu.

Tak więc na przyszłość GaN nie należy patrzeć przez analogie krzemowe. Materiał ten sukces w elektronice i fotonice półprzewodnikowej ma już zapewniony, ale drogi do tego sukcesu mogą być różne. Ta, która zakłada, że dostępność podłoży GaN rozwiąże wszystkie problemy, jest tylko jedną z nich. Mimo bowiem bardzo znaczących postępów, technologia wytwarzania podłoży GaN jest na początkowym etapie rozwoju i w sensie komercyjnym ma jak dotąd znaczenie raczej marginalne. Wspominałem już o tym wcześniej, iż jak na razie przyrządy z GaN wytwarzane są w materiale osadzonym na stosunkowo drogich i niewystarczająco dopasowanych do GaN podłożach szafirowych lub węglu krzemu. Rozwój technologii przyrządów GaN z pewnością wyglądałby inaczej, gdyby udało się opanować technologię osadzenia przynajmniej porównywalnej jakości cienkich warstw GaN na podłożach krzemowych o dużej średnicy. Wykorzystalibyśmy wtedy wszystko, co najlepsze z tego, co oferuje krzem i azotek galu. Prace w tym zakresie prowadzone są od dawna, w tym również i w Polsce, ale jak dotąd nie udało się w sposób satysfakcjonujący rozwiązać problemu niedopasowania struktur krystalicznych tych dwóch materiałów.

Dużo się ostatnio mówi i pisze o potencjale różnych form węgla w nanotechnologii. Czy mógłby Pan Profesor przybliżyć nam ten temat?

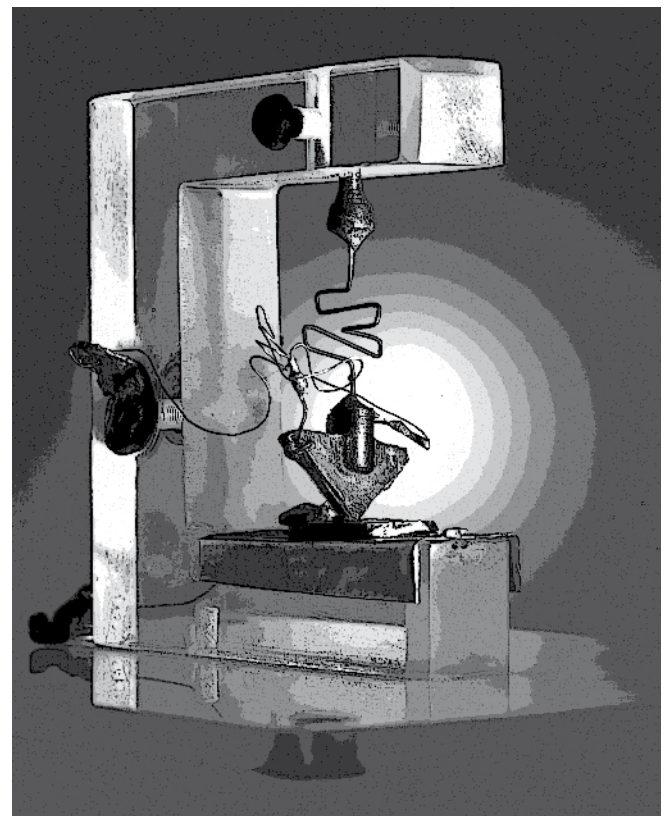
Rzeczywiście, począwszy od diamentu, czyli monokrystalicznego węgla, który potencjalnie jest doskonałym półprzewodnikiem, ale z którego, nie tylko z oczywistych technicznych powodów, ale również z ważnych powodów technicznych, trudno będzie zrobić szeroko stosowa-

ny w praktyce półprzewodnik, do nanostruktur węglowych takich jak nanorurki i grafen. Osobiście jestem zafascynowany tym, co udaje nam się uzyskać z węgla. Przede wszystkim chodzi o grafen. Jest to niezwykle materiał, który moim zdaniem z pewnością znajdzie zastosowanie, z tym tylko, że jak to często bywa, niewykluczone, że w obszarach, o których dzisiaj w ogóle jeszcze nie mówimy.

**Konkretnie, czym jest grafen?**

Powszechnie występującą w naturze postacią węgla jest grafit. Składa się on z pojedynczych nakładających się na siebie warstw atomowych charakteryzujących się bardzo stabilną wewnątrznie strukturą heksagonalną. Jednak warstwy te połączone są między sobą słabymi siłami van der Waalsa. Kawalki grafitu składają się z milionów takich warstw, przy czym warstwy te można rozdzielać mechanicznie, tak jak w ołówkach. Grafen ma niezwykle właściwości, tak elektroniczne, jak i mechaniczne i termiczne. Grafen zwinięty w rurkę to nanorurka węglowa. Na grafenie robione są prototypy tranzystorów, przy czym ruchliwość nośników w grafenie jest o rząd lub nawet dwa rzędy wielkości większa niż w klasycznych półprzewodnikach. Również prędkość nasycenia elektronów w grafenie jest większa niż w innych półprzewodnikach. Charakteryzuje się on też bardzo wysoką przewodnością cieplną. Jest to zatem materiał, który (jak już wyżej wspomniałem) w takim czy innym zastosowaniu, →

{19}



Pierwszy tranzystor, 1947 rok ↗

ale z pewnością zaistnieje w praktyce przemysłowej. Dużym postępem w technologii grafenu jest opracowanie jego wytwarzania na podłożu z węgla krzemu.

**Panie Profesorze, czy w kontekście obecnych trendów, przy których mówi się o nanotechnologii, zapomniałem zapytać o coś ważnego?**

Jest to temat niezwykle obszerny i jak to już wcześniej wspominałem o wielu obliczach. Temat, który w jednej rozmowie z kimś, kto siłą rzeczy widzi zagadnienia nanotechnologii z pewnej określonej perspektywy można przybliżyć jedynie w pewnej części. Pytań może być bardzo wiele, w tym również sporo takich, na które nie ma jeszcze jednoznacznej odpowiedzi. Niezależnie od tego sądzę, że interesującym byłoby podjęcie dyskusji na temat wpływu nanotechnologii na

pozatechniczne aspekty naszego życia. Na przykład, jak szeroko rozumiana nanotechnologia może wpływać, przez wprowadzanie do powszechnego użytku urządzeń o niespotykanym dotąd możliwościach technicznych, na stosunki społeczne. Albo dyskusji na temat tego jak, gdzie i do jakiego stopnia sterować nanotechnologią w manipulacjach, na poziomie atomowym i molekularnym, materią żywą. Czy też wreszcie podjęcie tematu potencjalnych problemów etycznych związanych z oczekiwaną coraz głębszą penetracją naszego życia przez bionanotechnologię.

*Rozmawiał dr inż. Mariusz Klimczak*

*fotografie:*

*Marcin Giers,*

*Klub filmowo-fotograficzny FOCUS*



**Prof. dr hab. inż. Jerzy Rużyłto,**

Departments of Electrical Engineering and Materials Science and Engineering Penn State University, USA.

Profesor, w lutym 2010, wygłosił w ramach Konwersatorium Politechniki Warszawskiej wykład pod tytułem "Semiconductors in 21st Century".

# Wpływ transportu drogowego na środowisko

*dr inż. Artur Badyda*

**“Transport jest jednym z czołowych czynników, związanych z działalnością człowieka, który przyczynia się do degradacji środowiska naturalnego i jednocześnie do negatywnego oddziaływania na samego człowieka”**

Ostatnim dekadom rozwoju cywilizacyjnego towarzyszy niezwykle dynamiczny rozwój transportu, w tym przede wszystkim transportu drogowego, ale także lotniczego. Z jednej strony jest to ważny generator rozwoju gospodarczego

świata, z drugiej jednak to także znaczące źródło różnego rodzaju uciążliwości i problemów, istotnych zarówno w skali globalnej i regionalnej, jak również, a może przede wszystkim lokalnej (w szczególności w dużych aglomeracjach miejskich). Niekorzystne skutki działalności transportu odczuwa zarówno środowisko przyrodnicze, jak i społeczne, dla którego powszechny rozwój tego sektora stanowił przecież swego czasu przekroczenie istotnej bariery rozwoju cywilizacyjnego.

Niezwykle istotnym zagadnieniem w obliczu współczesnych zagrożeń ze strony transportu dla środowiska przyrodniczego i społecznego jest zapobieganie występowaniu tych zagrożeń, a w sytuacjach gdy nie jest to możliwe ograniczanie ich presji na środowisko, jak również skali i zasięgu negatywnych skutków. Wielowymiarowe działania w tym zakresie powinny być prowadzone zarówno na szczeblach administracji rządowej, samorządowej, jak również w sektorze prywatnym. Niezbędne jest wprowadzanie odpowiednich regulacji prawnych i administracyjnych, zapewnianie odpowiednich środków finansowych i po-

tencjału ludzkiego dla rozwoju nowych technologii, odpowiednie planowanie przestrzenne i racjonalne projektowanie i utrzymywanie infrastruktury, ale również edukowanie społeczeństwa czy racjonalizacja zadań transportu.

Transport jest jednym z czołowych czynników, związanych z działalnością człowieka, który przyczynia się do degradacji środowiska naturalnego i jednocześnie do negatywnego oddziaływania na samego człowieka. Najbardziej istotną pozycję zajmuje tu oddziaływanie na środowisko transportu lądowego, a zwłaszcza drogowego, które przejawia się w

- zanieczyszczeniu powietrza atmosferycznego,
- zajmowaniu przestrzeni i niszczeniu powierzchni ziemi,
- zanieczyszczeniu wód,
- niszczeniu zasobów fauny i flory,
- zanieczyszczeniu akustycznym oraz emisji dźwięków,
- zagrożeniu dla zdrowia ludzi,
- innych skutkach oddziaływania transportu, jak kongestie, straty czasu, straty finansowe, wypadki



komunikacyjne, ryzyko poważnej awarii (np. podczas transportu ładunków niebezpiecznych), zużycie bardzo dużych ilości energii, duże zużycie surowców naturalnych (głównie metali) w procesie budowy i eksploatacji środków transportu i infrastruktury transportowej.

“...dalszy rozwój transportu jest z gospodarczego punktu widzenia nieunikniony, to rozwój ten będzie postępował z poszanowaniem środowiska przyrodniczego i społecznego”

Transport, a transport drogowy przede wszystkim, jest jednym z głównych źródeł emisji wielu zanieczyszczeń powietrza, stanowiących zagrożenie zarówno dla środowiska przyrodniczego, jak i dla zdrowia, a nawet życia człowieka. Przede wszystkim wskutek spalania paliw w silnikach pojazdów do powietrza trafiają: tlenek węgla, tlenki azotu, węglowodory, w tym wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne oraz cząstki stałe i metale ciężkie. Według danych Głównego Urzędu Statystycznego w skali Polski sektor transportu drogowego odpowiedzialny jest za ponad 28% całkowitej emisji tlenków azotu, przeszło 27% emisji tlenku węgla oraz powyżej 15% zanieczyszczeń pyłowych. W dużych aglomeracjach miejskich, zwłaszcza o scentralizowanym systemie ciepłownictwa, udział transportu drogowego w całkowitej emisji tych zanieczyszczeń jest zdecydowanie większy, dochodząc w dzielnicach centralnych nawet do 90%. W skali Unii Europejskiej transport drogowy odpowiada za niemal 39% całkowitej emisji tlenków azotu,

prawie 36% emisji tlenku węgla, bez mała 17% emisji niemetanowych lotnych związków organicznych oraz ponad 17% całkowitej emisji pyłów  $PM_{2,5}$  i prawie 15% całkowitej emisji pyłów  $PM_{10}$ <sup>1</sup>. W przypadku każdej z tych substancji wszystkie pozostałe rodzaje transportu łącznie mają wyraźnie mniejszy udział w ich emisji do powietrza.

Emisja wyszczególnionych zanieczyszczeń stwarza podwyższone ryzyko występowania poważnych schorzeń układu oddechowego czy też układu krążenia, zwłaszcza w skali lokalnej, wśród osób narażonych na zwiększoną ekspozycję na zanieczyszczenia komunikacyjne. Pierwsze w Polsce badania<sup>2,3</sup>, mające na celu oszacowanie ryzyka występowania problemów oddechowych wśród osób zamieszkujących przy ruchliwych ulicach, przeprowadzone w Warszawie w latach 2005-2006, wykazały, że fakt zamieszkiwania wzdłuż ruchliwego ciągu komunikacyjnego (w porównaniu z terenem niezurbanizowanym) powoduje u osób niepalących ponad 4-krotny wzrost ryzyka wystąpienia zaburzeń przepływu powietrza przez oskrzela (zweżenia oskrzeli), co stanowi jeden z kluczowych symptomów poważnej choroby układu oddechowego – przewlekłej obturacyjnej choroby płuc (POCHP). Drugim ważnym problemem jest tu możliwość wpływu emisji zanieczyszczeń komunikacyjnych na powstawanie epizodów smogowych, zarówno tzw. smogu czarnego (zimowego), jak i tzw. smogu fotochemicznego (letniego), które charakteryzują się zdecydowanie niekorzystnym oddziaływaniem na zdrowie ludzi, zwłaszcza cierpiących na schorzenia układu oddechowego.

Infrastruktura drogową jest istotnym czynnikiem ograniczania arealu ziemi. Każdy kilometr autostrady to 6-7 ha, zaś drogi ekspresowej 4-5 ha zajętego terenu. Do tego dochodzi infrastruktura towarzysząca (miejsca obsługi podróżnych, parkingi, stacje benzynowe itp.) oraz węzły drogowe, z których każdy może zajmować kilkadziesiąt hektarów ziemi, w zasadzie bezpowrotnie tracącej swoje funkcje. Przykładowo skrzyżowanie autostrad A1 i A2 w węźle Stryków zajmie powierzchnię około 80 ha. Z kolei już w trakcie eksploatacji →

1 EEA, dane za rok 2007.

2 Badyda A., Lubiński W., „The Influence of Air Pollution on Pulmonary Function Test Results in People Living Close to Busy Roads”. Polish Journal of Environmental Studies vol.18, No.3A, 2009, str. 7-12. ISSN: 1230 1485.

3 Badyda A., Kraszewski A., „The influence of traffic-related air pollutants on the ventilation efficiency of persons living in the proximity of main roads”. Rozdział w monografii nt. „Environmental Engineering III”, str. 15-23, CRC Press, Boca Raton; ISBN 978-0-415-54882-3; New York 2010.



sieci transportowej dochodzi do zanieczyszczenia gleb znajdujących się w bezpośrednim sąsiedztwie ruchliwych ciągów komunikacyjnych. Ze względu na emitowane zanieczyszczenia gazowe i pyłowe, stopniowej degradacji ulega gleba i szata roślinna znajdujące się w pasie około 500 m od drogi, przy czym wzdłuż ciągów komunikacyjnych o dużym natężeniu ruchu na zdecydowanie szkodliwie oddziaływanie zanieczyszczeń narażona jest roślinność i gleby w pasie o szerokości do 150 m po obu stronach drogi.

## “Bezpieczeństwo w ruchu drogowym to bardzo poważny problem Polski”

Transport drogowy, wskutek emisji do powietrza zanieczyszczeń kwaśnych (przede wszystkim tlenków azotu), przyczynia się również do zakwaszania wód opadowych, a w efekcie do zwiększonej degradacji gleb i roślinności. Zakwaszenie gleb obniża produktywność z punktu widzenia użytkowania rolniczego, a w regionach wysokogórskich przyczynia się do niszczenia lasów. Szacuje się, że wskutek kwaśnych opadów na wymarcie narażonych jest 50% lasów w Bawarii i Wirtembergii, jak również 45% lasów we Francji<sup>4</sup>. W Polsce szczególnie narażone są lasy na Śląsku i w Małopolsce, gdzie rejestruje się najwyższe stężenia kwaśnych zanieczyszczeń. W ostatnich dziesięciu latach stężenie ditlenku siarki uległo na obszarach leśnych w Polsce znacznemu spadkowi (o 65-85%) zależnie od regionu, podczas gdy stężenie ditlenku azotu na wielu obszarach uległo wyraźnemu zwiększeniu (o 5- 50%). Niemniej jednak na najbardziej zagrożonych obszarach górskich (rejon Karpat) stężenie tego zanieczyszczenia jest obecnie (w 2008 roku) zauważalnie mniejsze (o ponad 60%) niż 10 lat wcześniej<sup>5,6</sup>.

Jeśli chodzi o szkodliwe oddziaływanie transportu na zwierzęta, to może ono wynikać zarówno z bezpośredniego oddziaływania zanieczyszczeń na organizmy zwierząt, jak również pośrednio wskutek spożywania zanieczyszczonych roślin. Ditlenek azotu działa niekorzystnie na zwierzęta w stężeniach znacznie przekraczających notowane w powietrzu.

Podwyższone stężenia ozonu mogą powodować wzrost podatności na infekcje bakteryjne, wysuszenie i podrażnienie górnych dróg oddechowych. Długotrwała ekspozycja na działanie ozonu może powodować zmiany morfologiczne w płucach czy przewlekłe zapalenie oskrzeli. Niekorzystny wpływ transportu, zwłaszcza drogowego, na świat zwierzęcy, to również hałas komunikacyjny, możliwość przecinania szlaków migracyjnych i fragmentacji siedlisk, jak również wypadki komunikacyjne z udziałem zwierząt. W Polsce nie są prowadzone statystyki wypadków z udziałem zwie-

(brak danych dla Irlandii i Portugalii), z czego niemal 87% stanowią samochody osobowe. Transportem drogowym w całej Unii Europejskiej realizowanych jest 83,4% lądowego transportu pasażerskiego i 76,4% lądowego transportu towarowego (bardzo podobna sytuacja dotyczy Polski, gdzie odsetki te wynoszą odpowiednio 83,6% i 75,9%)<sup>8</sup>. Jest to jeden z czynników wpływających na wielokrotnie większą liczbę wypadków komunikacyjnych w transporcie drogowym w porównaniu z jakąkolwiek inną formą transportu. W Unii Europejskiej w 2008 roku<sup>7,8</sup> zanotowano niemal



rząt, w związku z czym nie wiadomo, ile ich ginie na drogach. Szacunkowo może być to, zależnie od gatunku, od kilku do kilkudziesięciu tysięcy zabitych zwierząt w ciągu roku. Masowo giną nie tylko duże zwierzęta, jak jelenie, łosie, sarny czy dziki, ale również mniejsze. Najbardziej dotyczy to małych gadów i płazów, ale również zajęcy, lisów, ptaków. Oczywiście zderzenia, zwłaszcza z dużymi zwierzętami, stwarzają również zagrożenie dla samych użytkowników dróg.

Wśród najważniejszych zagrożeń ze strony transportu drogowego dla zdrowia i życia ludzi wyróżnić można emisję zanieczyszczeń powietrza, emisję hałasu oraz wypadki komunikacyjne. Presja transportu drogowego z tego punktu widzenia w porównaniu z jakimkolwiek innym sektorem transportu jest niezwykle znacząca, zważywszy na fakt, że w całej Unii Europejskiej zarejestrowane są obecnie<sup>7</sup> ponad 262 miliony pojazdów

1280 tysięcy wypadków drogowych. Dla porównania wypadków kolejowych (wszelkiego rodzaju) było 3614, lotniczych zaś 37.

W wypadkach drogowych zginęło prawie 43 tysiące osób, w kolejowych niespełna 1500 osób, w lotniczych zaś 167 osób.

Bezpieczeństwo w ruchu drogowym to bardzo poważny problem Polski. W porównaniu z pozostałymi 26 krajami Unii Europejskiej, Polska charakteryzuje się największą liczbą ofiar wypadków drogowych<sup>9</sup>, a jedynie w 2 innych krajach Wspólnoty liczba ofiar w przeliczeniu na milion mieszkańców jest większa niż w Polsce. Dzieje się tak, mimo że liczba samych wypadków (prawie 50000 wypadków w roku 2007)<sup>10</sup> jest porównywalna np. z Belgią, gdzie liczba zabitych →

4 Gronowicz J.: „Ochrona środowiska w transporcie lądowym”, Wydawnictwo Instytutu Technologii Eksploatacji; 83-7204-374-4; Poznań-Radom 2004.

5 GUS, Ochrona Środowiska; 2005.

6 GUS, Ochrona Środowiska; 2009.

7 Eurostat, dane za rok 2008.

8 EU Energy and Transport in Figures; 2009.

9 Eurostat, dane za rok 2007.

10 „Stan bezpieczeństwa ruchu drogowego w krajach OECD”, Biuletyn Informacyjny Instytutu Transportu Samochodowego, Centrum Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego, Warszawa 2008.



w wypadkach drogowych (1067 osób) jest 5-krotnie mniejsza niż w Polsce (5583 osoby), a liczba rannych zbliżona (około 65000 osób). W wielu krajach UE, jak choćby we Francji, Hiszpanii, Niemczech czy Wielkiej Brytanii, choć liczba wypadków drogowych jest zdecydowanie większa niż w Polsce (w Niemczech prawie 7-krotnie), to liczba osób zabitych jest mniejsza. Wyraźnie wyższa jest natomiast liczba osób rannych w wypadkach drogowych. Mimo stosunkowo niewielkiego wskaźnika motoryzacji w porównaniu z innymi krajami UE, zarówno liczba, jak i ciężkość wypadków drogowych jest wyraźnie wyższa. Choć wśród przyczyn wypadków wyróżniane są zawsze czynniki związane z człowiekiem (przede wszystkim niedostosowanie prędkości do warunków ruchu, nieprzestrzeganie pierwszeństwa przejazdu i nieprawidłowe wykonywanie manewrów wyprzedzania, omijania i wymijania, jak również istotny problem kierowania pojazdami pod wpływem alkoholu), to nie sposób pomijać kwestii poziomu rozwoju infrastruktury drogowej w Polsce. Powolny rozwój sieci dróg wyższych klas (GP, S, A) przy jednocześnie bardzo dynamicznym wzroście liczby pojazdów poruszających się w polskim systemie drogowym (wzrost o ponad 50% w latach 2001-2008) powoduje spadek bezpieczeństwa ruchu. Nieprzypadkowo do wypadków najczęściej dochodzi na prostych odcinkach dróg jednojezdniowych dwukierunkowych. W Polsce rejestruje się jeden z największych odsetków (32,3%) wypadków, w których ofiarami są piesi, w odniesieniu do ogólnej liczby wypadków tego typu w Unii Europejskiej (większy odsetek, 37,7%, jest jedynie na Łotwie, przy czym nie są znane statystyki z Bułgarii, Litwy, Rumunii oraz Słowenii i Słowacji).

Zarówno ze względu na bezpieczeństwo ruchu drogowego, jak i z uwagi na ochronę środowiska przyrodniczego i społecznego, niezbędne jest podjęcie działań systemowych, poprzez jednocześnie wdrażanie wielu rozwiązań dających maksymalną szansę osiągnięcia założonego celu – ograniczenia skali ingerencji transportu w środowisko przyrodnicze (w aspekcie degradacji i zanieczyszczenia środowiska), jak i społeczne (w kontekście zdrowia i bezpieczeństwa człowieka). Przede wszystkim niezbędny jest pilny rozwój infrastruktury transportowej, zwłaszcza sieci autostrad i dróg ekspresowych, obwodnic miejskich czy bezkolizyjnych skrzyżowań, ale jedno-

nocześnie dążenie do ograniczania udziału transportu drogowego w podziale zadań przewozowych i dążenie do zwiększenia roli innych rodzajów transportu, zwłaszcza kolejowego. Wymaga to oczywiście usprawnienia powiązań kolejowych między głównymi miastami Polski, podniesienia atrakcyjności i konkurencyjności w przewozach o charakterze regionalnym i aglomeracyjnym oraz wspieranie integracji przewozów kolejowych z innymi systemami transportowymi. Wśród działań prośrodowiskowych należy wymienić:

- wprowadzenie różnego rodzaju preferencji (podatkowych, prawnych, administracyjnych) dla osób korzystających z pojazdów zasilanych alternatywnymi źródłami energii;
- zwiększenie skuteczności okresowych przeglądów technicznych pojazdów i wyłączenie z eksploatacji pojazdów niespełniających wymagań dotyczących bezpieczeństwa ruchu i/lub ochrony środowiska;
- wyprowadzanie części ruchu, zwłaszcza ciężkiego, z obszarów najgęściej zaludnionych i jego koncentracja na określonych drogach (obwodnice, trasy średnicowe w miastach);
- wprowadzanie, zwłaszcza na obszarach miejskich, szczególnie wrażliwych na działalność transportu drogowego działań takich jak: wprowadzanie ograniczeń w ruchu pojazdów indywidualnych w centralnych częściach miast i nacisk na korzystanie ze środków komunikacji publicznej, wprowadzanie stref ruchu uspokojonego, wprowadzenie opłat za wjazd do centrów miast czy wyraźne podniesienie opłat za parkowanie;
- dążenie do ograniczenia liczby podróży odbywanych samolotami, zwłaszcza na krótkich (do 500 km) dystansach;
- wdrażanie odpowiedniego sposobu zarządzania ruchem lotniczym m.in. poprzez redukcję lub zaniechanie wykonywania operacji lotniczych w porze nocnej, ustalanie optymalnych z punktu widzenia oddziaływania na lokalne społeczności przebiegów torów lotów czy wprowadzanie „kwot hałasu lotniczego”.

Do tej listy dopisać można wiele działań o mniejszej skali, które będą przyczyniać się do zmniejszenia ingerencji transportu w środowisko i zapewniać większe bezpieczeństwo ruchu, zwłaszcza

drogowego. Jednocześnie jednak powinien być kładziony nacisk na badania i rozwój nowoczesnych technologii w zakresie ograniczania emisji zanieczyszczeń i emisji hałasu, a więc konstrukcji silników i środków transportu, ale również zapewniający ograniczanie zużycia energii, zasobów naturalnych i dążenie do zmniejszania emisji zanieczyszczeń powietrza w całym cyklu życia produktów (środków transportu, podzespołów, infrastruktury transportowej itp.).

Należy oczekiwać, że jakkolwiek dalszy rozwój transportu jest z gospodarczego punktu widzenia nieunikniony, to rozwój ten będzie postępował z poszanowaniem środowiska przyrodniczego i społecznego. Musi on jednak być przemyślany i realizowany systemowo, aby zapewnić oczekiwane efekty. To niepodważalny fakt, że transport wywiera negatywne skutki, zarówno bezpośrednio, jak i pośrednio, na środowisko. Niemniej jednak do pewnego stopnia infrastruktura transportowa powinna być rozwinięta, aby zapewnić odpowiedni poziom gospodarczy, odpowiednie możliwości bezpiecznego i sprawnego przemieszczania się ludności i towarów. W Polsce takiej infrastruktury nadal brakuje, co powoduje, że w niektórych rejonach, a zwłaszcza na obszarach miejskich, wpływ środków transportu na środowisko jest rzeczywiście duży.

{23}



Dr inż. Artur Badyda,

Adiunkt na Wydziale Inżynierii Środowiska Politechniki Warszawskiej. Jego działania naukowo-badawcze skupiają się wokół problemów oddziaływania transportu na środowisko.

Otrzymał dwuletnie stypendium dla młodych doktorów Politechniki Warszawskiej, przyznawane przez Centrum Studiów Zaawansowanych, w ramach projektu Program Rozwojowy PW.

# Po co psychologia studentowi uczelni technicznej?

*Ludzkie zachowania nie biorą się znikąd. Warto poznawać i rozumieć samych siebie - to pozwala efektywnie kierować własnym życiem*

“Choć każdy człowiek intuicyjnie mniej lub bardziej rozumie swe zachowanie, badania psychologiczne dostarczają wiedzy o wielu mechanizmach, które wcale nie są intuicyjne, a często mogą być zaskakujące”

Psychologia jest dziedziną nauk społecznych, zajmującą się zachowaniem człowieka, determinantami, przebiegiem i konsekwencjami tego zachowania. Teorie i badania z zakresu psychologii stawiają sobie za główny cel wyjaśnianie ludzkiego zachowania.

Choć każdy człowiek intuicyjnie mniej lub bardziej rozumie swe zachowanie, badania psychologiczne dostarczają wiedzy o wielu mechanizmach, które wcale nie są intuicyjne, a często mogą być zaskakujące.

Pokazują np., że działamy wielokrotnie nieracjonalnie (choć jesteśmy przekonani o własnej racjonalności), że naszym zachowaniem mogą kierować nieświadomiane motywy, potrzeby czy emocje (choć zaprzeczamy temu, bo nieraz sami nie mamy wglądu w zakamarki swej psychiki, albo to co tam się czai jest zbyt bolesne czy trudne), że bez względu na to kim jesteśmy, nasze zachowanie jest do końca nieprzewidywalne, a sytuacja może skłonić nas do czynów, o które byśmy się nie posądziali. Za sprawą badań psychologicznych wiemy, że ludzie często zachowują się konformistycznie (choć każdy z nas ma pewne złudzenie niezależności) czy że mogą być ślepo posłuszni autorytetowi lub okrutni (choć wcale nie cierpią na żadne zaburzenia psychiczne). Ale wiemy także, że są zdolni do empatii oraz bezinteresownego pomagania in-

nym. Wiemy też, że ludzkie zachowania nie biorą się znikąd – zazwyczaj można wskazać, co skłoniło daną osobę do danego czynu, a w wielu przypadkach pierwotne przyczyny tkwią w otoczeniu, wychowaniu, środowisku czy konkretnej sytuacji, w jakiej ta osoba się znalazła, nie zaś w tym, że „ktoś taki już jest”.

Zatem, psychologia może pomagać lepiej rozumieć przyczyny zachowań, zarówno zachowań innych ludzi, jak i własnych. Rozumienie zachowań innych pozwala (czego dowodzą badania psychologiczne) łatwiej poruszać się w świecie społecznym, ułatwia interakcje, rozwija inteligencję emocjonalną, pomaga w osiągnięciu celów i satysfakcji z życia. Ponadto skłania do tolerancji i akceptowania różnorodności, której wokół coraz więcej. Daje też pewną pokorę w ocenianiu innych – np. zamiast kogoś ocenić jako złą osobę, szukamy wyjaśnień konkretnych zachowań tej osoby. Zachowanie bowiem łatwo zmienić, jeśli się tylko je na początek zidentyfikuje, nazwie i opisz.

“... wiedza psychologiczna nie jest bezpośrednią gwarancją sukcesu i szczęścia, ale z pewnością pomaga je osiągać”

Lepsze rozumienie siebie pozwala efektywniej kierować własnym życiem, angażować się w to, co sprawi, że zrealizujemy tkwiący w nas potencjał, w to co nas cieszy, unikać tego, co wywołuje stres. Pomaga także radzić sobie z trudnościami, nie załamywać się w obliczu problemów, ale dążyć do ich rozwiązywania. Daje nam pewien zdrowy egoizm – dzięki temu dbamy o siebie, szanując jednocześnie innych. Pozwala to lepiej porozumiewać się z bliskimi nam osobami, stajemy się świadomi tego, czego chcemy i wolni

od pretensji do innych: przecież to sami kierujemy własnym życiem.

Z tej perspektywy można powiedzieć, że psychologia przydaje się każdemu. Niektórzy wykorzystują ją na codzień, inni przypominają sobie jakiś jej element w sytuacji kryzysowej. Są także niestety i tacy, którzy wykorzystują ją do manipulowania innymi (wpływania na nich poza ich wiedzą i wolą). Jednak ostrzegam przed tym, gdyż to działanie bardzo krótkowzroczne. Jeśli zależy nam na dobrych relacjach z ludźmi, manipulacja jest wykluczona.

Tytuł tego tekstu brzmi “Po co psychologia studentowi uczelni technicznej?”. Właściwie napisałam o tym, “Po co psychologia człowiekowi?”, bo rzeczywiście wierzę, że osoba o jakimkolwiek wykształceniu i w dowolnym momencie swego życia zawsze może znaleźć dla siebie coś interesującego w psychologii. Ręczę, że ta dziedzina ma wiele do zaoferowania i nie jest jedynie zbiorem intuicyjnych prawd. Jest to rzeczywiście empiryczna dziedzina nauki, w coraz większym stopniu opierająca się także na metodach pochodzących z nauk przyrodniczych (np. badania psychofizjologiczne, badania obrazowania czynności mózgu) i ścisłych (np. metody ilościowej analizy danych, badania nad sztucznymi sieciami neuronowymi).

I choć wiedza psychologiczna nie jest bezpośrednią gwarancją sukcesu i szczęścia, z pewnością pomaga je osiągać. Polecam!



Dr Dorota Kobylińska,

Wydział Psychologii,  
Uniwersytet Warszawski,  
Firma szkoleniowa 6th Sense



# Bycie naukowcem to zawód, do którego trzeba mieć powołanie, aby pogodzić się z wyrzeczeniami

Rozmowa z dr inż. Katarzyną Pawlak, laureatką Medalu Młodego Uczzonego

Jest Pani tegoroczną laureatką Medalu Młodego Uczzonego PW, który jest przyznawany młodym uczonym za wybitne i uznane osiągnięcia w dziedzinie nauki i innowacji technicznej oraz inne wybitne osiągnięcia twórcze.

W Pani dorobku naukowym znajdziemy również wiele innych wyróżnień. Jak wyglądała Pani droga do obecnego szczebla naukowego?

Wszystko zaczęło się od wyjazdu w ramach programu Socrates/Erasmus. Wyjechałam do Francji i realizowałam badania w Instytucie CNRS współpracującym z Uniwersytetem w Pau. Zajmowałam się analizą specyficzną kadmu w roślinach - spodobała mi się tematyka. Wtedy jeszcze laboratoria w Polsce dzieliła przepaść od tych w Europie Zachodniej, wyposażenie robiło ogromne wrażenie. Dużo się nauczyłam, wreszcie znalazłam to coś, czym chciałam się zajmować.

Pani zainteresowania naukowe skierowane są na badanie wpływu metali oraz ich związków na organizmy żywe. Od jak dawna zajmuje się Pani tą problematyką badawczą? Czy badania te mają charakter aplikacyjno-wdrożeniowy, czy bardziej podstawowy?

Badaniem wpływu metali na organizmy żywe param się już ponad 10 lat. Ponieważ zajmuję się analizą specyficzną metali (identyfikacją i oznaczaniem form metali), to można określić charakter tych badań jako aplikacyjno-wdrożeniowy. Lubię jednak dążyć do istoty problemu, więc prowadzę także badania o charakterze podstawowym. Mają się one uzupełniać wzajemnie i stanowić punkt wyjścia do tworzenia bardziej zaawansowanych metod.

Proszę określić trzy, najistotniejsze dla Pani, obszary naukowo-badawcze, które chciałaby Pani zgłębiać i powiedzieć dlaczego?

Interesuje mnie chemia bionieorganiczna w trzech obszarach: badanie mechanizmu dezaktywacji metali przez rośliny, badanie transportu leków metaloorganicznych w organizmie ludzkim oraz

toksyczności związków metali w żywności. Mogę powiedzieć, że to niezwykle ważne dla człowieka, cywilizacji itd.

Ale mogę też przyznać się, że zgłębiam je z powodów wybitnie egoistycznych. Chcę wiedzieć kiedy i jakie metale mogą zaszkodzić moim bliskim, a w jakiej postaci mogą im uratować życie. Nie zajmowałabym się tym, gdybym nie uważała, że jest to ważne. Chętnie dzielę się zdobytą wiedzą, ponieważ każdy ma prawo dbać o siebie i o swoich bliskich.

**“Praca zespołowa jest bardzo trudna, ale warta kompromisu”**



Dr inż. Katarzyna Pawlak, adiunkt na Wydziale Chemicznym PW ↑

**Czy bycie kobietą pomaga, czy przeszkadza w karierze naukowca na uczelni technicznej?**

Przeszkadza, ale uczelnia techniczna sprawy nie utrudnia. Przez wiele lat chodziłam ze śrubokrętem w torebce i nie czułam się gorsza od koleżanki z puderniczką ani kumpla z suwmiarką w kieszeni. Owszem, będąc studentką usłyszałam parę razy, że „dziewczyny na politechnikę przychodzą tylko po to, by znaleźć męża”, ale żadnej z nas nie prze-

szkodziło to skończyć studia. Owszem, czułyśmy się urażone..., ale wiele z nas znalazło tego męża na Politechnice.

Tak na poważnie, to trudne jest bycie kobietą naukowcem, jednostka zatrudniająca nie ma tutaj znaczenia. Jeśli kobieta decyduje się na dziecko, traci rok do dwóch lat i dwa tygodnie urlopu tacierzyńskiego nic tu nie pomoże. Potem wraca do pracy, a czas biegnie i ona musi to nadrobić. W międzyczasie tkwi w cyklonie nowych obowiązków: bieganie z dziećmi do lekarza, do przedszkola, na zebrania, znowu do lekarza, gotowanie obiada, przyszywanie guzików po nocach. Potem stres, bo terminy gonią... A nauka jest niezwykle wymagająca, trzeba się ciągle rozwijać, czytać. To za-

wód, do którego trzeba mieć powołanie, bo czeka nas wiele wyrzeczeń, zwycięstw, porażek - po których trzeba się podźwignąć i zacząć walkę od nowa. W starym dowcipie o profesorze, który miał żonę i kochankę, aby móc spędzać jak najwięcej czasu w bibliotece, jest dużo gorzkiej prawdy. Uznajemy to zjawisko za zabawne a jednocześnie potępimy matkę, która siedzi w bibliotece zamiast w domu z dziećmi... Czyli, kobiety mają dwa razy trudniej i są jeszcze do tego bardziej surowo oceniane. →

Jak ważna jest dla Pani praca zespołowa? Jak Pani odbiera współpracę z innymi zespołami badawczo-naukowymi na Politechnice Warszawskiej i poza nią?

Praca zespołowa jest bardzo trudna, ale warta kompromisu. Potrafi niezwykle stymulować rozwój naukowy i znacząco poprawić poziom pracy naukowej. Dlaczego trudna? Ze względu na kłopoty komunikacyjne - w każdej z dziedzin posługujemy się specyficznym językiem, który jest hermetyczny dla pozostałych. Przy współpracy obie strony muszą się dobrze zrozumieć, jasno zdefiniować problem i określić wspólny cel. W praktyce jest to niezwykle trudne. Z drugiej strony, udział innych zespołów to inny punkt widzenia, który oferuje różnorodność rozwiązań, poszerza perspektywę.

W jaki sposób motywować młodych ludzi do podejmowania działań o charakterze naukowo-badawczym? Czy na Pani drodze naukowej znalazły się osoby-wzorce, które miały wpływ na Panią?

To bardzo trudne pytanie, zwłaszcza z etycznego punktu widzenia. Motywować czy manipulować, gdzie jest granica pomiędzy jednym i drugim? Osobiście wolę motywację przez przykład. Ciężko pracuję, angażuję się, widać moją silną motywację, jeśli ta druga osoba nie zarazi się „wirusem ciekawości naukowca”, to nic nie pomoże.

Osoba – wzorzec, taka rzeczywista? Z mojego punktu widzenia nie istnieje, uważam, że to literaturowy mit. Owszem są nam takie postacie potrzebne

(jak np. Maria Skłodowska), ale w życiu codziennym trudno się zmierzyć nawet z własnym „papierowym wyidealizowanym obrazem”. Życie codzienne bezlitośnie wszystko weryfikuje i uczy pokory. Pewne postawy i zachowania u wielu ludzi, których spotkałam w życiu, skleiłabym w jakiś ideał, do którego chciałabym dążyć. Ale jesteśmy tylko ludźmi i dążenie do ideału można sklasyfikować jako „szyfrową pracę”. Nie mówię, że nie warto, ale mam wrażenie, że zapomina się wtedy, że życiem należy się także cieszyć.

*Rozmawiała mgr inż. Agata Miszczak, doktorantka Wydziału Chemicznego PW*

Warsztaty CSZ

## Fotografia narzędziem promocji

*Kilka słów o pomyśle doktorantów (i nie tylko) Wydziału Fizyki na promocję Politechniki Warszawskiej wśród uczniów warszawskich szkół średnich*

W dniach 14-16 maja br. odbyły się w miejscowości Lipnik wyjazdowe warsztaty naukowo-dydaktyczne pt. „**Systemy realizacji obrazów 2D i 3D, czyli rzecz o fotografii i holografii**”. Wyjazd został zorganizowany przez doktorantów Wydziału Fizyki Politechniki Warszawskiej pod opieką pracowników Laboratorium Informatyki Optycznej WF PW. Wyjazd szkoleniowy został przeprowadzony dzięki Centrum Studiów Zaawansowanych PW. Zajęcia przeprowadzono w ośrodku „Lipnik Park” koło Wyszkowa.

Ośrodek położony jest w przepięknej okolicy pośród lasów Puszczy Białej. Wybór tego miejsca podyktowany był pięknem okolicy oraz stosunkowo bliskim położeniem względem Warszawy. Grupę docelową wyjazdu stanowili studenci studiów III stopnia Pracowni Informatyki Optycznej Wydziału Fizyki PW oraz uczniowie klas drugich i trzecich X Liceum Ogólnokształcącego im. Królowej Jadwigi w Warszawie. W wyjeździe wzięło udział 25 osób. Większą część uczestników stanowili uczniowie

z liceum zaprzyjaźnionego z Wydziałem Fizyki Politechniki Warszawskiej. Były to osoby z najlepszymi wynikami z klas o rozszerzonym programie nauczania matematyki oraz fizyki, dodatkowo deklarujące chęć związania dalszej edukacji z naszą uczelnią.

Harmonogram zajęć przeprowadzonych na wyjeździe był bardzo bogaty oraz zróżnicowany pod względem formy przekazywania wiedzy. Program obejmował zagadnienia z zakresu systemów realizacji obrazów. W czasie trwania wyjazdu odbyło się 7 godzin wykładów oraz 7 godzin warsztatów. W formie wykładów przedstawione zostały tematy z zakresu teorii fotografii w stopniu średniozaawansowanym oraz najnowsze trendy badań z zakresu holograficznej realizacji obrazów. Zajęcia warsztatowe miały za zadanie umożliwienie uczestnikom praktycznego zastosowania wiedzy przyswojonej w czasie zajęć teoretycznych pod okiem prowadzących i przy ich cennych wskazówkach. Pierwszego dnia wyjazdu zostały przypomniane oraz usystematyzowane zagadnienia podstawowe z zakresu fotografii. Odbyły się wykłady dotyczące podstaw użytkowania oraz zasad działania



Uczestnicy warsztatów naukowo-dydaktycznych ↑



aparatów fotograficznych. Omówiono programy automatyczne, zasady korekcy ekspozycji oraz prawidłowego naświetlania zdjęć. Wyjaśniono, jak działa światłomierz i jakie ma tryby pomiaru światła. Poruszono zagadnienia z zakresu sztuki kreowania obrazu, czyli jakie prawa rządzą kompozycją zdjęcia, co to jest temperatura barwowa oraz jak dostosować balans bieli do panującego oświetlenia.

Przybliżone zostały sposoby wykonywania zdjęć panoramicznych, w technice HDR, w makrofotografii i astrofotografii. Omówiona została również najstarsza metoda rejestracji obrazów przy wykorzystaniu camery obscury. W późnych godzinach popołudniowych odbyła się uroczysta kolacja, na której honorowym gościem był dyrektor Centrum Studiów Zaawansowanych prof. dr hab. Stanisław Janeczko wraz z żoną oraz prof. Peter

długich czasach ekspozycji oraz zdjęcia ciał niebieskich.

Ostatniego dnia, ze względu na niesprzyjającą aurę, zamiast zajęć plenerowych odbyły się warsztaty połączone z wykładem z fotoedycji, obróbki cyfrowej oraz archiwizacji zdjęć. Przeprowadzono również wykłady prezentujące inne techniki obrazowania. Zostały omówione współczesne systemy noktowizyjne, idee działania wyświetlaczy holograficznych oraz telewizji trójwymiarowej. Dodatkowo pokazano, jak można samodzielnie w warunkach domowych przygotować zdjęcie trójwymiarowe. Omówione zostały również zasady szybkiej fotografii scen dynamicznych. W godzinach popołudniowych odbyły się warsztaty, w czasie których wskazano typowe błędy popełniane przy fotografowaniu. Każdy z uczestników miał za zadanie dostarczyć 5 najlepszych zdjęć swojego autorstwa, wykonanych podczas szkoły weekendowej. Każde ze zdjęć było omawiane na forum publicznym w czasie otwartej dyskusji. Spośród dostarczonych zdjęć wybrano trzy najlepsze.

Oprócz naukowo-integracyjnych aspektów wyjazdu, należy podkreślić jego zadania promujące Politechnikę Warszawską, a w szczególności Wydział Fizyki, w środowisku uczniów szkół średnich. Bezpośredni kontakt studentów i uczniów ułatwił ukazanie Politechniki Warszawskiej jako uczelni przyjaznej studentowi oraz oferującej kształcenie na najwyższym poziomie. Połowę uczestników z liceum stanowiły dziewczyny. Tym samym wyjazd wpisał się w filozofię promocji nauk ścisłych wśród kobiet (komponował się z akcją „Dziewczyny na Politechniki”) oraz w akcję promującą podejmowanie kształcenia w zakresie nauk ścisłych. Pomimo krótkiego czasu trwania wyjazdu obie grupy uczestników zintegrowały się w znacznym stopniu. Owocem tego były odwiedziny grupy licealistów wraz z nauczycielką na Wydziale Fizyki w celu podziękowania organizatorom za trud włożony w przygotowanie wyjazdu oraz wszystkim doktorantom za poświęcony czas. W ramach uznania organizatorzy otrzymali dyplomy od dyrektora X LO im. Królowej Jadwigi oraz pamiątkowe albumy wydane z okazji 100-lecia szkoły.

{27}



Drugiego dnia pobytu odbyły się pierwsze zajęcia plenerowe, podczas których uczestnicy mieli za zadanie wykonać serię prawidłowo naświetlonych zdjęć zgodnych z zasadami kompozycji. W wykładach wygłoszonych tego dnia wyjaśniono zagadnienia dotyczące zastosowania różnego rodzaju obiektów, doboru odpowiednich wartości ogniskowych, głębi ostrości oraz czasu ekspozycji. Dodatkowo omawiane były techniki specjalne wykorzystywane w fotografii.

Giblin, wybitny matematyk, członek zespołu badawczego teorii osobliwości i jej zastosowań w geometrii, grafice, a także obrazowaniu komputerowym. Wieczorem wszyscy uczestnicy wyjazdu spotkali się w mniej oficjalnej atmosferze z gośćmi honorowymi, gdzie głównym tematem dyskusji były zainteresowania uczniów i ich dalsze plany związane z edukacją. W godzinach wieczornych, kiedy słońce już dawno skryło się za linią horyzontu, wszyscy wyruszyli w plener, aby wykonać zdjęcia przy

→ Dzięki realizowanemu przez Centrum projektowi stypendialnemu **dla Profesorów Wizytujących** w semestrze letnim Politechnika Warszawska gościła ośmiu znakomitych naukowców z całego świata, którzy przeprowadzili liczne wykłady, seminaria, odczyty oraz konsultacje.

Stypendium dla profesorów na pobyt w rozpoczynającym się roku akademickim 2010/2011, otrzymało do tej pory trzech naukowców. (→ str. 10)

→ Zakres dostępnych środków pozwolił na przeprowadzenie w semestrze letnim uzupełniających konkursów o naukowe stypendia wyjazdowe oraz o celowe stypendia wyjazdowe. W czterech konkursach (CAS/ 12, 13, 14 oraz 15), skierowanych zarówno do doktorantów jak i nauczycieli akademickich, Komisja Konkursowa CSZ wyłoniła 10 beneficjentów. Po raz pierwszy przyznano celowe stypendium wyjazdowe. (więcej o konkursach → str. 8)

→ 6 maja 2010 roku odbyła się druga sesja **Wykładów popularnych z matematyki**, organizowanych we współpracy ze Stowarzyszeniem na rzecz Edukacji Matematycznej. Centrum Studiów Zaawansowanych Politechniki Warszawskiej adresuje ten cykl przede wszystkim do uczniów szkół średnich, uczniów kl. III gimnazjum oraz nauczycieli. W ramach spotkania zainteresowani mogli wysłuchać wykładów:

- prof. dr hab. Stanisław Janeczko, PW – „Sieci izogonalne i równowaga ładunków na sferze”
- dr Joanna Jaszuńska, PW – „Grafy”
- prof. dr hab. Marek Kordos, UW – „Inne geometrie”

W semestrze zimowym 2010/2011 odbędzie się już trzecia sesja z tego cyklu. Szczegóły na ten temat pojawią się z kilkutygodniowym wyprzedzeniem na stronie CSZ.

→ W drugiej połowie maja odbyło się pierwsze spotkanie **Kółka matematycznego**, organizowanego przez Centrum Studiów Zaawansowanych oraz Stowarzyszenie na rzecz Edukacji Matematycznej. Tematem zajęć były *Różne sposoby mierzenia odległości*. Od jesieni mamy nadzieję rozwinąć ten cykl tak, aby tego rodzaju zajęcia mogły się odbywać co kilka tygodni. Zgodnie z założeniem spotkania będą się odbywały w wcześniej umówionymi grupami młodzieży ze szkół gimnazjalnych lub licealnych, jednak ich charakter pozostaje otwarty. Tematyka zajęć będzie każdorazowo ustalana z opiekunem grupy. Wszystkie zainteresowane osoby zapraszamy do

kontakty z Centrum w celu ustalenia szczegółów.

→ W czerwcu 2010 r. została podpisana **Deklaracja Współpracy pomiędzy Centrum Studiów Zaawansowanych PW a Instytutem Badań Interdyscyplinarnych „Artes Liberales”**. W czasie tego spotkania poruszono tematy dotyczące idei Uczelnianej Oferty Studiów Zaawansowanych (UOSZ) i możliwości współpracy przy opracowaniu modułów tematycznych, tj. wykładów technicznych dla humanistów i humanistycznych dla inżynierów. Podjęto kwestię tworzenia przy CSZ laboratoriów wspomagających i grup badawczych. W ramach kompetencji tychże projektów będzie możliwe m.in.: tworzenie baz danych – bibliotek, baz słowników, a także tworzenie programów informatycznych mających na celu ochronę rzadkich i zagrożonych języków.

→ W połowie czerwca odbyły się kolejne **szkolenia z zakresu dodatkowych umiejętności „miękkich”**. Tym razem doktoranci mieli okazję uczestniczyć w wykładach i warsztatach, których tematem była komunikacja interpersonalna, asertywność i zarządzanie emocjami oraz umiejętności negocjacyjne i wykorzystywanie inteligencji społecznej w budowaniu relacji interpersonalnych i kierowaniu nimi. Kolejne szkolenia z tej serii planowane są w semestrze zimowym.

→ W lipcu br. na Politechnice gościł laureat Nagrody Nobla w dziedzinie chemii z 1996 roku, **profesor Harold W. Kroto** wraz z małżonką Margaret Kroto. Dzięki współpracy Centrum Studiów Zaawansowanych, Wydziału Inżynierii Chemicznej i Procesowej oraz Wydziału Elektroniki i Technik Informatycznych, mieliśmy okazję wysłuchać specjalnego wykładu w ramach Konwersatorium PW pt. „Science, Society and Sustainability”. W spotkaniu wzięło udział ponad sto osób, zarówno z Politechniki Warszawskiej, jak również liczne grono zaproszonych gości. Pobyt Państwa Kroto uświetnił kameralny koncert w Muzeum Fryderyka Chopina w Żelazowej Woli. Wydarzenie to początkuje cykl Spotkania z Laureatami Nagrody Nobla na Politechnice Warszawskiej. (rozmowa z Profesorem → str. 1)

→ W pierwszej połowie października tego roku, odbędą się **II Warsztaty Metodologiczne CSZ**. Wśród zaproszonych gości są: stypendyści Centrum w ramach realizacji projektu Program Rozwojowy Politechniki Warszawskiej, przedstawiciele władz Uczelni, Komisji

Konkursowej CSZ, Rady Programowej CSZ. W czasie warsztatów będzie okazja do wysłuchania wielu wykładów, a także wymiany doświadczeń w czasie bardziej kameralnych spotkań.

→ „Podstawy fotoniki” autorstwa profesora Mirosława Karpierza to kolejna propozycja Centrum z serii wydawniczej, **Lecture Notes – nauki ścisłe**. Książka jest dostępna m.in. w Bibliotece Głównej. W druku jest obecnie kolejny numer tej samej serii „Algorytmiczna teoria grafów” profesora Zbigniewa Lonca.

→ Centrum Studiów Zaawansowanych, wspólnie z Krajowym Funduszem na rzecz Dzieci, organizuje trzydniowe **warsztaty matematyczne** w dniach 17-19 grudnia b.r. Warsztaty są przeznaczone dla objętych opieką Funduszu uczniów klas III gimnazjum, uczestników programu pomocy wybitnie uzdolnionym. Temat przewodni warsztatów to teoria grafów. W programie przewidziano dziesięć 1,5-godzinnych spotkań oraz wieczorne atrakcje pozamatematyczne.

→ Centrum Studiów Zaawansowanych w czasie realizacji swoich działań dostrzega wielu wybitnych doktorantów PW. Prezentowanie tych młodych indywidualności jest niezwykle istotne dla aktywnej wymiany metod badawczych i motywacji oraz dostarczania dobrych wzorców roboczych w środowisku doktorantów. W semestrze zimowym 2010/2011 zostanie wznowiony cykl **„Seminaria doktorantów”** jako interaktywna forma prezentacji własnych dokonań przez młodych twórców nauki, wyróżniających się samodzielnością koncepcji badawczych i znacznym zaawansowaniem rozprawy doktorskiej.

→ W roku akademickim 2010/2011 UOSZ proponuje 20 autorskich wykładów, które poprowadzą wykładowcy z Politechniki Warszawskiej, Uniwersytetu Warszawskiego, Politechniki Wrocławskiej oraz Polskiej Akademii Nauk. Część wykładów UOSZ realizowana jest w ramach Programu Rozwojowego Politechniki Warszawskiej. (premierowe wykłady w ofercie → str. 30) (szczegółowy wykaz wykładów → str. 32)

→ Na ukończeniu są prace remontowe **nowej siedziby Centrum Studiów Zaawansowanych**. Od października tego roku Centrum zacznie funkcjonować w Gmachu Głównym Politechniki Warszawskiej w pomieszczeniach 152-154. Serdecznie zapraszamy.



z tej pozycji. I to zupełnie niezależnie od tego, czy mamy do czynienia z doktorem, z referatem na konferencję czy z raportem z prac zespołu badawczego. Każdy z tych dokumentów będzie przecież czytany przez określonych odbiorców. Warto więc poświęcić czas, żeby dobrze zastanowić się nad tym, czego ci odbiorcy oczekują i potrzebują, jaki jest ich poziom wiedzy na omawiany temat i jak w związku z tym pisać. Typowym problemem jest posługiwanie się żargonem, brak wyjaśnień pojęć, które dla autora są oczywiste, ale dla czytelnika już nie muszą być. Duże kłopoty sprawia także autorom wybór, a potem konsekwentne stosowanie odpowiednich struktur informacji, bez czego praca może stać się chaotyczna i trudna w „ogarnięciu”. I tu znowu, zazwyczaj jest tak, że autorowi wszystko wydaje się oczywiste i logicznie ułożone, ale czytelnik (mający pierwszy kontakt z tekstem) może odnieść zupełnie inne wrażenie.

Nastawienie na potrzeby odbiorcy jest zresztą uniwersalną, dobrą zasadą działającą także w przypadku przekazów mówionych - prezentacji. Wygłoszenie prezentacji jest zwieńczeniem długiego procesu przygotowań. Długiego - bo dobre przygotowanie wymaga czasu. A brak czasu jest zazwyczaj jednym z największych problemów, z jakimi spotykamy się w życiu. W praktyce może więc - choć nie powinno - być tak, że przez pół roku, rok albo dwa prowadzimy projekt czy badania, a potem nie możemy znaleźć kilkunastu godzin na przygotowanie dobrej prezentacji wyników... W rezultacie piętnaście minut, które mamy na przedstawienie naszych osiągnięć staje się czasem, jeśli nie zmarnowanym, to w każdym razie wy-

korzystanym nieefektywnie. Pomiędzy kilkunastoma miesiącami pracy i kilkunastoma minutami prezentacji jej wyników powinien nastąpić przejściowy etap kilkunastu dni, kiedy przygotowujemy się duchowo i kilkunastu godzin poświęconych na pracę nad prezentacją.

Trzeba poświęcić czas na zastanowienie się, dla kogo jest przeznaczona prezentacja, kto będzie obecny, jakie ma oczekiwania, jaki poziom znajomości przedstawianych zagadnień i przede wszystkim - jaki jest cel. Potem, podporządkowując się tym ustaleniom, trzeba odpowiednio wybrać i przygotować materiał do przekazania. Najczęstszym problemem jest żal rozstania się z częścią informacji, które chcielibyśmy przekazać, ale rozsądek podpowiada, że może na to nie być czasu. Tego rozsądku trzeba słuchać. Zazwyczaj problem polega na tym, że mamy za dużo, a nie za mało do powiedzenia. Trafny wybór tego CO powiedzieć, jest więc początkiem pracy nad prezentacją. Po nim powinien nastąpić

etap: JAK to powiedzieć. No i wreszcie sama prezentacja jako wydarzenie. Wszystkie elementy wystąpienia, począwszy od języka, używanych sformułowań, tempa mówienia, a skończywszy na mowie ciała, zachowaniu się i wyglądzie zewnętrznym mają wpływ na efekt naszego wystąpienia. Dlatego o każdy z tych elementów trzeba dbać i każdy z nich doskonalić.

Wróćmy do postawionego w tytule pytania: „Czy doktorantów trzeba uczyć pisania i mówienia?”. Może nie trzeba, ale można, bo każdy, kto ma predyspozycje do łatwej i skutecznej komunikacji, może je doskonalić. A nie mając predyspozycji - może nabywać stosownych umiejętności, a potem je rozwijać, żeby coraz lepiej pisać i coraz lepiej mówić.

prof. dr hab. inż. Wojciech Kraśniewski  
mgr inż. Wojciech Murzyn



Dr Jean-luc Doumont rozmawia ze słuchaczami seminarium specjalistycznego ↑

Interesującym wydarzeniem związanym z tematyką wykładu „Techniki komunikowania się w działalności naukowej” było seminarium „*Making the most of your presentation*”, zorganizowane w ramach cyklu seminariów specjalistycznych, stanowiących element oferty Konwersatorium PW prowadzonego przez Centrum Studiów Zaawansowanych. Seminarium odbyło się 13 maja br., a prowadził je **dr Jean-luc Doumont**, międzynarodowy ekspert w dziedzinie komunikacji, sztuki pisania i mówienia, autor jednej z najlepszych książek na ten temat - „Trees, maps, and theorems. Effective communication for rational minds”. Seminarium poświęcone było prezentacji jako jednej z form

komunikacji ludzi nauki. Dr Doumont z charakterystyczną dla siebie swobodą i poczuciem humoru omówił najważniejsze zagadnienia z zakresu przygotowania i prowadzenia prezentacji. Powiedział o najczęściej spotykanych problemach (analizując ich źródła i możliwe środki zaradcze).

Dał także wiele prostych, ale skutecznych, praktycznych wskazówek do prac nad prezentacjami.

Jak można się było spodziewać, całe wystąpienie było przykładem doskonale przygotowanej i przeprowadzonej prezentacji. Mimo niekorzystnego terminu - w przeddzień dnia wolnego od zajęć dydaktycznych - przyciągnęło ono

bardzo dużą liczbę słuchaczy, głównie doktorantów. Na pewno nie żałowali oni dwóch godzin poświęconych na wysłuchanie pasjonującej prezentacji i dyskusję z jej autorem.

Prof. dr hab. inż. Andrzej Kraśniewski,  
Wydział Elektroniki i Techniki Informatycznych  
Politechniki Warszawskiej.

Mgr inż. Wojciech Murzyn,  
członek międzynarodowych stowarzyszeń  
IEEE Professional Communication Society  
oraz Society for Technical Communication.

Współautorzy wykładu „Techniki komunikowania się w działalności naukowej”.

# Premiery wykładów Uczelnianej Oferty Studiów Zaawansowanych w roku akademickim 2010/2011

*Po raz pierwszy będziemy mieli okazję wysłuchać wykładów:*

**Półprzewodniki - rola w epoce informacyjnej - prof. Marian Grynberg,  
Uniwersytet Warszawski**

/wykład podstawowy w semestrze zimowym/

W czasie wykładu zostaną przedstawione zagadnienia związane z zastosowaniem i właściwościami półprzewodników. Wśród omawianych tematów znajdują się m.in.: Co to są półprzewodniki? | Skala czystości półprzewodników i ich domieszkowanie. | Tranzystory ostrzowe i stopowe, nagroda Nobla. | Tranzystory polowe, prawo Moora. | Dwuwymiarowe (2D) struktury półprzewodnikowe, metody wytwarzania, podstawowe własności i do czego mogą być użyte. | Zerowymiarowe (0D) struktury półprzewodnikowe, unikalne własności, do czego już są używane. | Struktury półprzewodnikowe jako emiterzy i detektory promieniowania elektromagnetycznego (od nadfioletu do mikrofal). | Unikalne własności przewodnictwa elektrycznego w półprzewodnikach i układach 2D. | Własności w silnych polach magnetycznych. | Grafen - jego struktura i własności, czy może być następcą krzemu? | Elementy spintroniki – czy spin elektronu może być wykorzystany do zwiększenia ilości przesyłanych informacji?

**Narzędzia geometrii - prof. Irmina Herburt,  
Politechnika Warszawska**

/wykład podstawowy w semestrze letnim/

Celem wykładu jest przedstawienie pewnych ważnych narzędzi geometrii z próbą uzasadnienia, dlaczego są ważne i podaniem ich zastosowań. W czasie trzydziestogodzinnego wykładu zostaną poruszone zagadnienia, takie jak geometria metryczna, analityczna, różniczkowa oraz fraktalna topologia geometryczna, twierdzenie Borsuka o antypodach, geometrie nieeuklidesowa czy też tomografia geometryczna.

**Metody biotechnologiczne w ochronie środowiska - dr inż. Katarzyna Chojnacka,  
Politechnika Wrocławska**

/wykład specjalny w semestrze zimowym/

Celem wykładu jest przedstawienie metod biotechnologicznych stosowanych w oczyszczaniu wód, powietrza oraz w unieszkodliwianiu odpadów stałych. Kurs obejmuje dyskusję zagadnień związanych zarówno z tradycyjnymi metodami oczyszczania ścieków komunalnych pracujących na bazie osadu czynnego, jak i nowoczesnych metod usuwania zanieczyszczeń nieorganicznych (w tym metali ciężkich) oraz organicznych (ksenobiotyków) – biosorpcji i bioakumulacji. Zostaną przedstawione również możliwości zastosowania organizmów żywych do uzdatniania powietrza (biofiltry) oraz unieszkodliwiania odpadów stałych (kompostowanie, biodegradacja).

**Charakterystyka materiałów inżynierskich. Zaawansowane techniki badawcze do charakteryzacji mikrostruktury i właściwości materiałów -  
Wydział Inżynierii Materiałowej, Politechnika Warszawska**

/wykład specjalny w semestrze letnim/

Celem wykładu będzie opis mikrostruktury różnych grup materiałów oraz pokazanie relacji mikrostruktura a właściwości mechaniczne i fizyczne materiałów. Zostaną przedstawione i omówione zaawansowane techniki badawcze wykorzystywane do identyfikacji i opisu mikrostruktury oraz do wyznaczania właściwości materiałów mechanicznych i funkcjonalnych.



# Premiery wykładów...

## Podstawy i potencjał informatyki - prof. Mieczysław Muraszkiwicz, Politechnika Warszawska

/wykład podstawowy w semestrze letnim/

Wykład zorganizowany jest w czterech blokach: I - rys historyczny informatyki z wydobyciem głównych problemów i trendów, II - podstawowe pojęcia i terminy informatyki, III - "inteligentne" metody i techniki informatyczne, które znajdują lub mogą znaleźć zastosowanie w projektowaniu i budowaniu zaawansowanych systemów informacyjnych, IV - wybrane zastosowania informatyki w badaniach naukowych (np. grid computing, kognitywistyka, bioinformatyka), gospodarce (e-commerce), zarządzaniu i administracji (modelowanie, e-governance, workflow), edukacji (e-learning), stylu życia (telefonía komórkowa, cloud computing, serwisy społecznościowe). Mottem wykładu jest powiedzenie R. Hamminga: „The purpose of computing is insight, not numbers”.

## Warsztaty z programowania obliczeń symbolicznych - mgr inż. Hassan Babiker, Politechnika Warszawska

/wykład specjalny w semestrze letnim/

Celem warsztatów jest wprowadzenie uczestników do systemów algebry komputerowej, umożliwiających wykonywanie zaawansowanych obliczeń symbolicznych oraz numerycznych pomocnych w prowadzeniu samodzielnej pracy badawczej. Współczesne modele matematyczne niejednokrotnie wymagają złożonych przekształceń i operacji matematycznych, takich jak różniczkowanie, całkowanie, stosowanie transformat, odwracanie szeregów potęgowych, rozwiązywanie równań różniczkowych i wiele innych. Pokażemy na praktycznych przykładach, jak za pomocą systemu Maple można przeprowadzać analizę jakościową złożonych wieloparametrowych modeli, zrealizować wstępne symulacje oraz zwizualizować otrzymane wyniki. Uzyskane w trakcie warsztatów umiejętności pozwolą uczestnikom na samodzielne wykonywanie obliczeń symbolicznych w dalszej pracy naukowo-badawczej.

{31}

## Fizykochemiczne badania materii w kryminalistyce - prof. Piotr Girdwoyń, Uniwersytet Warszawski

/wykład specjalny w semestrze letnim/

Idea zajęć opiera się na pokazaniu konkretnych zastosowań poszczególnych dyscyplin wiedzy dla celów kryminalistycznych, a myślą przewodnią przedmiotu jest pokazanie, jak nauki ścisłe (i techniczne) mogą być używane na potrzeby wymiaru sprawiedliwości. W programie wykładów znajdzie się m.in. szeroki wachlarz zagadnień z zakresu metod analizy materii wykorzystywanych w kryminalistyce, t.j.: jądrowych metod analizy materii, mikroskopii elektronowej, spektroskopii, luminescencji i efektu Ramana, chemicznych badań materiałoznawczych, badań fizykochemicznych mikrośladów, identyfikacji narkotyków i substancji psychotropowych.

## Miary odporności modeli liniowych na zaburzenia w danych obserwacyjnych – obserwacje nieskorelowane i skorelowane - prof. Witold Prószyński, Politechnika Warszawska

/wykład specjalny w semestrze letnim/

Zakres wykładu obejmie przypomnienie pojęć podstawowych, takich jak modele liniowe nieokreślone-niespójne, sposoby prezentowania tych modeli, regresja liniowa, model Gaussa-Markowa, model Gaussa-Markowa z rozszerzeniem na obserwacje skorelowane, operatory rzutowania. W kolejnych częściach wykładu zostaną omówione zagadnienia dotyczące własności numerycznych operatorów rzutowania, interpretacji geometrycznej obu typów operatora, miar odporności – obserwacji nieskorelowanych, miar odporności – obserwacji skorelowanych, układów z pseudoobserwacjami oraz możliwości rozszerzenia obszaru zastosowań prezentowanego w czasie wykładu podejścia. Jednym z elementów wykładu będą także przykłady z rozwiązaniami (dowolne układy równań, układy zaczerpnięte z geodezji, układy zaproponowane przez słuchaczy).

Centrum Studiów Zaawansowanych Politechniki Warszawskiej istnieje od 2008 roku. Zasadniczym celem działalności Centrum Studiów Zaawansowanych jest podnoszenie jakości kształcenia studentów i doktorantów oraz prowadzonych przez nich badań. Znakomita kadra naukowa współpracująca z Centrum, interdyscyplinarność oferty dydaktycznej oraz realizowane programy, w tym również stypendialne, służą wspieraniu naukowej pasji młodych naukowców i pracowników naukowych Politechniki Warszawskiej.

Radę Programową Centrum tworzą naukowcy z Politechniki Warszawskiej, Uniwersytetu Warszawskiego, Uniwersytetu Jagiellońskiego i Centrum Kopernika Badań Interdyscyplinarnych, a także Polskiej Akademii Nauk.

# Uczelniana Oferta Studiów Zaawansowanych - PROPOZYCJE WYKŁADÓW

wykłady podstawowe  
(30 h)



Elementy mechaniki ogólnej - prof. Piotr Przybyłowicz (PW) ☼  
Metody Spektroskopowe\* - prof. Michał Malinowski (PW), prof. Rajmund Bacewicz (PW), prof. Witold Danikiewicz (IChO PAN) ☼  
Półprzewodniki - rola w epoce informacyjnej\* - prof. Marian Grynberg (UW) ☼  
Statystyka matematyczna\* - prof. Ryszard Zieliński (IMPAN) ☼  
Sterowanie układami dynamicznymi\* - prof. Bronisław Jakubczyk (IMPAN) ☼  
Współczesna optyka i fotonika - prof. Mirosław Karpierz (PW) ☼  
Narzędzia geometrii\* - prof. Irmiona Herbert (PW) ☼  
Podstawy i potencjał informatyki\* - prof. Mieczysław Muraszkiewicz (PW) ☼  
Struktura biomolekuł i ich modelowanie - prof. Andrzej Koliński (UW) ☼  
Wstęp do algorytmicznej teorii grafów - prof. Zbigniew Lonc (PW) ☼

wykłady specjalne  
(15 h)

Metody biotechnologiczne w ochronie środowiska\* - dr inż. Katarzyna Chojnacka (PW) ☼  
Psychologia osobowości i wspierania rozwoju osobowości\* - dr Dorota Kobylińska (UW) ☼  
Warsztaty z programowania obliczeń symbolicznych - mgr inż. Hassan Babiker (PW) ☼  
Techniki komunikowania się w działalności naukowców - prof. Andrzej Kraśniewski (PW) ☼  
Zastosowanie metod numerycznych\* - doc. dr hab. Teresa Regińska (IMPAN) ☼  
Fizykochemiczne badania materii w kryminalistyce\* - dr hab. Piotr Girdwoyń, prof. UW, Centrum Nauk Sądowych UW ☼  
Wybrane techniki obrazowania medycznego\* - prof. Krzysztof Zaremba (PW), doc. dr inż. Piotr Brzeski (PW) ☼  
Ogniwa słoneczne - prof. Małgorzata Igalson (PW) ☼  
Miary odporności modeli liniowych na zaburzenia w danych obserwacyjnych - obserwacje nieskorelowane i skorelowane\* - prof. Witold Prószyński (PW) ☼  
Charakterystyka materiałów inżynierskich. Zaawansowane techniki badawcze do charakteryzacji mikrostruktury i właściwości materiałów - Wydział Inżynierii Materiałowej (PW) ☼

*Lista wykładów specjalnych jest w ciągu roku poszerzana.*

☼ - semestr zimowy, ☼ - semestr letni, \* - wykład realizowany w ramach Zadania 4 PRPW

Biuletyn Centrum Studiów Zaawansowanych

Redaguje zespół w składzie: Małgorzata Zielińska - *redaktor naczelna*, Joanna Jaszuńska, Mariusz Klimczak, Patrycja Nieściur, Rafał Ruzik, Ilona Sadowska, Anna Żubrowska | Opieka merytoryczna: prof. Stanisław Janeczko  
Skład i opracowanie graficzne: Małgorzata Zielińska | Projekt graficzny: Emilia Bojańczyk