

# MIĘDZYNARODOWE LABORATORIUM SILNYCH PÓŁ MAGNETYCZNYCH I NISKICH TEMPERATUR\*

## Powstanie i rozwój laboratorium

Idea sformułowana przez profesorów R.S. Ingardena i W. Trzebiatowskiego, aby we Wrocławiu zorganizować międzynarodowy ośrodek badań fizycznych właściwości materii w silnych polach magnetycznych i niskich temperaturach, została przedstawiona po raz pierwszy w 1964 r. w czasie narady pochodzących z krajów RWPG ekspertów z dziedziny fizyki ciała stałego w niskich temperaturach, a w następnym roku na podobnej naradzie w Dreźnie zyskała akceptację uczonych. W owym czasie we Wrocławiu istniały odpowiednio silne źródła prądu stałego, były pomieszczenia do wykorzystania, pewne elementy wyposażenia i naukowa kadra mająca doświadczenie kriotechniczne.

W ciągu dwóch kolejnych lat opracowano projekt porozumienia o powołaniu do życia laboratorium, ustalono zasady finansowania, przygotowano statut laboratorium i zaakceptowano podstawowe zasady organizacji badań. Ostateczną decyzję o powstaniu laboratorium podpisały cztery akademie nauk: Bułgarii, NRD, Polski i ZSRR. Aktu podpisania dokonano 11 maja 1968 we Wrocławiu.

Zgodnie z zapowiedziami Polacy rozpoczęli organizację laboratorium w pomieszczeniach przy ul. Próchnika 95 (obecnie ul. Gajowicka). Pomieszczenia otrzymano bezpłatnie od Instytutu Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych PAN, podobnie jak dwa magnesy typu Bittera wytwarzające stałe pola magnetyczne o natężeniach nie przekraczających 4 i 10 tesli (T), a także zasilacze prądu stałego do tych magnesów. Ponadto instytut przekazał część kadry naukowej. W latach 70. skonstruowano już własnymi siłami kolejne dwa magnesy bitterowskie, generujące silniejsze pola magnetyczne, w pierwszym do 14 T, a w drugim nawet do 20 T. Zakupiono także magnes nadprzewodzący, dający bardzo stabilne pola do 15 T. Wspólnie z estońskimi i rosyjskimi fizykami skonstruowano magnes impulsowy generujący krótkotrwałe pola do 47 T. Fundusz w dolarach, utworzony przez wpłaty dewizowe czterech członków laboratorium, pozwolił na zakup aparatury kontrolno-pomiarowej wysokiej klasy jak na ówczesne czasy. Tania energia elektryczna i tani ciekły hel z Odolanowa pozwalał na niczym nieograniczoną pracę wszystkich urządzeń, co w rezultacie spowodowało, iż na przełomie lat 70. i 80., a potem ponownie pod koniec lat 90. XX w. laboratorium stało się jedną z lepszych tego typu placówek w Europie i zajmowało 3–4 miejsce w świecie. Laboratorium w l. 1990–2000 modernizowano, zbudowano nowy budynek i uruchomiono nowy zasilacz prądu stałego o docelowej mocy 30 MW. W l. 1998–2004 w laboratorium skonstruowano nowe magnesy o wydłużonym

czasie trwania impulsu pola, które pozwalają na wytworzenie pól magnetycznych o natężeniach do 60 T. Zakupiono również nowy magnes nadprzewodzący o natężeniu stałego pola magnetycznego do 15 T.

## Struktura organizacyjna

Laboratorium jest wspólną placówką naukowo-eksperymentalną, utworzoną na mocy porozumienia jej członków, które określa zasadnicze zręby jego struktury organizacyjnej, zasady funkcjonowania i obszary działalności laboratorium i które może być zmienione tylko za zgodą jego członków (obecnie członków rzeczywistych). Drugi ważny dokument, statut laboratorium, który może być zmieniany postanowieniami Rady Naukowej laboratorium, uszczegółowia postanowienia porozumienia. Najwyższym organem placówki jest Rada Naukowa, zbierająca się raz w roku we Wrocławiu i składająca się z przedstawicieli członków laboratorium, rzeczywistych i stowarzyszonych, oraz samodzielnych pracowników naukowych zatrudnionych w laboratorium. Rada wybiera ze swego grona na dwuletnie okresy przewodniczącego oraz na trzyletnie okresy dyrektora laboratorium, który jest proponowany przez PAN spośród polskich naukowców.

Pierwszym przewodniczącym Rady Naukowej laboratorium był prof. N.E. Aleksiejewski z Instytutu Problemów Fizycznych Akademii Nauk ZSRR z Moskwy, który pełnił tę funkcję w l. 1968–1993. Następnie pełnił ją prof. A.S. Borowik-Romanow z tegoż samego instytutu (IPF RAN) w Moskwie w l. 1993–1997. Pierwszym dyrektorem w l. 1968–1982 był profesor W. Trzebiatowski z INTiBS PAN z Wrocławia. Po jego tragicznej śmierci w 1982 r. stanowisko to powierzono prof. B. Stalińskiemu z tego samego instytutu, który zajmował je także do śmierci, tj. do 1993 r. Od 1993 r. na stanowisko dyrektora wybrano prof. J. Klamutę z INTiBS PAN z Wrocławia. Funkcje zastępcy dyrektora pełnili naukowcy z różnych krajów, aktualnie zastępcą dyrektora jest dr hab. T. Palewski (Polska). Przez wiele lat struktura organizacyjna laboratorium pozostawała niezmienna i była nastawiona na sprawną obsługę pracowni silnych pól magnetycznych i przyjeżdżających na pomiary osób spoza laboratorium, jednakże od 1993 r. zdecydowano się na uruchomienie własnej tematyki badawczej i powołano do życia dwie samodzielne grupy badawcze zajmujące się badaniem właściwości magnetyków i nadprzewodników. Oczywiście nadal kontynuowano działalność serwisową.

\* Z dniem 1 stycznia 2006 Międzynarodowe Laboratorium uzyskało status międzynarodowego instytutu Polskiej Akademii Nauk.

Aktualnie w laboratorium zatrudnione są 43 osoby, z czego 33 bezpośrednio w działach związanych z badaniami naukowymi. Kierownikami samodzielnych grup badawczych są: prof. dr hab. W. Suski – grupa badań magnetyków i prof. W.I. Niżankowski – grupa badań nadprzewodników, grupa konstruktorów magnesów. Kierownikiem pracowni silnych pól magnetycznych jest doc. dr hab. T. Palewski. Na potrzeby naukowców spoza Wrocławia placówka wynajmuje trzy mieszkania wyposażone w podstawowy sprzęt domowy, które pozwalają jednorazowo zakwaterować do 6–8 osób.

Rada Naukowa: prof. A.F. Andriejew (Rosyjska Akademia Nauk) – przewodniczący Rady Naukowej; prof. W.M. Dmitriew (Narodowa Akademia Nauk Ukrainy\*); dr G. Fuchs (IFC, Dresden, Niemcy); dr B.A. Głowacki (Cambridge, Anglia); dr J.P. Chłytow (Rosyjska Akademia Nauk); prof. J. Klamut (Międzynarodowe Laboratorium) – dyrektor laboratorium, prof. W. Kowaczew (Bułgarska Akademia Nauk); dr W. Łowczynow (Bułgarska Akademia Nauk); dr O. Mironow (Wydział Fizyki Uniwersytetu Warwick, Coventry, Anglia); prof. F. Muntianu (Akademia Nauk Republiki Mołdowa); prof. W.I. Niżankowski (Międzynarodowe Laboratorium); doc. dr hab. T. Palewski (Międzynarodowe Laboratorium) – zastępca dyrektora ML; prof. R.W. Parfieniew (Rosyjska Akademia Nauk); prof. J. Stankowski (PAN); prof. W. Suski (Międzynarodowe Laboratorium); prof. J. Sznajd (PAN); prof. H. Szymczak (PAN).

### **Formy działalności laboratorium**

Międzynarodowe laboratorium zajmuje się badaniami właściwości fizycznych: magnetycznych, elektrycznych i cieplnych, a także optycznych, ciał stałych w niskich temperaturach (także z wykorzystaniem  $^3\text{He}$ ) i w obecności silnych pól magnetycznych. Badane są głównie metaliczne połączenia aktywnowców i lantanowców z pierwiastkami *p*- i *d*-elektronowymi oraz materiały nadprzewodzące, półprzewodnikowe i niektóre dielektryki.

Jak to już wspomniano uprzednio, przez ponad 30 lat swego istnienia z wyłączeniem lat ostatnich, laboratorium spełniało głównie rolę serwisową i nie było zainteresowane rozwojem naukowym stałej kadry naukowej. W związku z tym można doliczyć się niespełna 15 przewodów doktorskich, wliczając w to 5 przewodów dotyczących osób z zagranicy, które oparły się na eksperymentach wykonanych w laboratorium, jednego mianowania na stanowisko docenta bez uzyskanej habilitacji, oraz czterech habilitacji, w tym tylko jednej stałego pracownika placówki, podczas gdy trzy pozostałe habilitacje to przewody osób z rosyjskich ośrodków naukowych. W laboratorium pod kierunkiem jego pracowników wykonano też kilka prac doktorskich i magisterskich.

Naukowi pracownicy laboratorium mają na swoim koncie dość znaczną liczbę publikacji i prezentacji na konferencjach, a kilku z nich także monografie. Niektórzy z nich są autorami lub współautorami książek czy skryptów dla studentów, jednakże są to osiągnięcia związane z ich zatrudnieniem w innej placówce naukowej czy naukowo-dydaktycznej. Z podobnych, jak powyższe, względów laboratorium nie ubiegało się ani nie było organizatorem cyklicznych im-

prez naukowych jak konferencje, seminaria, warsztaty naukowe itp.

Laboratorium nie prowadziło i nie prowadzi studium doktoranckiego, niemniej udostępniało swoje pracownie na potrzeby pokazowych ćwiczeń dla studentów PWr i UWr oraz opiekowało się studentami, zarówno polskimi, jak i zagranicznymi, którzy odbywali w placówce praktyki studenckie. W laboratorium często goszczą uczniowie szkół średnich, którzy w trakcie naukowych wycieczek stykają się tutaj po raz pierwszy z cieczami kriogenicznymi, jak ciekły azot lub hel, oraz tak dużymi magnesami. Laboratorium posiada niewielką bibliotekę naukową, zawierającą głównie pozycje książkowe, natomiast w ramach umowy o współpracy z INTiBS PAN we Wrocławiu pracownicy i goście laboratorium mają do swojej dyspozycji dobrze wyposażoną bibliotekę tego instytutu, a ponadto mogą także korzystać z jego bazy laboratoryjnej.

W placówce naukowej są obecnie następujące pracownie i laboratoria: laboratorium magnesów bitterowskich generujących stałe pola magnetyczne o natężeniu 10, 15 i 20 T; laboratorium magnesów nadprzewodzących, pola stałe do 15 T; laboratorium magnesów wytwarzających pola *quasi*-stacjonarne do 55 T; pracownia magnesu impulsowego o maksymalnym polu 42 T; pracownia konstrukcji magnesów bitterowskich i *quasi*-stałych; pracownia pomiarów podatności i namagnesowania w stałych polach do 1 T; pracownia syntez wysokotemperaturowych.

### **Ważniejsze osiągnięcia naukowo-badawcze**

W ciągu ponad 30 lat istnienia dorobek naukowy laboratorium wyraża ponad 1000 artykułów naukowych, które opublikowano jako wynik eksperymentów prowadzonych przez naukowców z krajów, których akademie nauk lub instytucje naukowe były członkami laboratorium. Należy podkreślić, że liczba prezentacji naukowych w ostatnich dziesięciu latach wzrosła w porównaniu z okresem poprzednim i zwykle przekracza 50 pozycji rocznie. Poniżej przedstawiono niektóre z osiągnięć, jakie zanotowano w l. 2001–2004.

Rok 2001: 71 prezentacji wyników badań, w tym 58 artykułów naukowych – z czego 47 to pozycje z listy filadelfijskiej, 13 – doniesienia i materiały konferencyjne; zrealizowano 36 różnych tematów badawczych oraz 6 tematów związanych z generacją silnych pól magnetycznych, z tego 35 to tematy realizowane przez zespoły międzynarodowe. Najważniejsze osiągnięcia to: konstrukcja nowego magnesu *quasi*-stacjonarnego o generowanych polach do 50 T; zakończenie badań monokrystalicznych połączeń lantanowców z żelazem i tytanem w postaci czystej ( $\text{HoFe}_{11}\text{Ti}$ ) i jako wodorku  $\text{HoFe}_{11}\text{TiH}$  oraz badania właściwości elektrycznych w silnych polach magnetycznych cienkowarstwowych heterostruktur na bazie GaAs.

Rok 2002: 83 prezentacji wyników badań, w tym 52 artykuły naukowe z czego 42 to pozycje z listy filadelfijskiej, 31 – doniesienia i materiały konferencyjne; zrealizowano 45 różnych tematów badawczych oraz 3 tematy związane z generacją silnych pól magnetycznych, z tego 33 to tematy realizowane przez zespoły międzynarodowe. Na podkreślenie zasługuje zakończenie cyklu badań monokrystalicznych

\* Narodowa Akademia Ukrainy została przyjęta do grona stałych członków w dniu 25 maja 2005, po 5 latach starań kierownictwa laboratorium.

połączeń typu  $\text{Ln}_3\text{M}$ , gdzie Ln – to lantanowiec, a M to Co lub Ni, a wyniki oprócz publikacji zaprezentowano w postaci pracy doktorskiej; udoskonalenie metody pomiaru prądów krytycznych ceramicznych nadprzewodników w polach magnetycznych powyżej 20 T oraz badania syntetycznych opali zawierających w tworzących je sferach atomy metalu czy semimetalu. Te ostatnie badania pozwalają na badania właściwości elektrycznych zespołów atomów metali w postaci oddzielnych klasterów, które stanowią obiekt pośredni pomiędzy normalnym metalem a jego rozcieńczonym roztworem.

Rok 2003: 66 prezentacji wyników eksperymentów, z tego 49 to artykuły naukowe, a 17 to prezentacje na konferencjach. W ciągu roku zrealizowano 45 tematów badawczych, z czego 6 dotyczyło wytwarzania silnych pól magnetycznych, a 38 stanowiły tematy realizowane we współpracy międzynarodowej. Należy podkreślić, że rok ten zaowocował także ukazaniem się trzech monograficznych opracowań w serii Landolta-Börnsteina, którego autorami byli dwaj pracownicy

laboratorium. W tymże roku kupiono nowy magnes nadprzewodzący o maksymalnym polu rzędu 15 T oraz skonstruowano nowy magnes *quasi*-stacjonarny, który pozwala osiągać pola do 60 T. Prace eksperymentalne prowadzone w laboratorium pozwoliły jednej osobie z Rosji obronić na wydziale fizyki Państwowego Uniwersytetu Moskiewskiego pracę doktorską (odpowiednik naszej habilitacji) oraz jedną dysertację kandydacką naukowca z Ukrainy we Lwowie.

Rok 2004: ukazało się drukiem 60 artykułów naukowych oraz zaprezentowano na konferencjach 37 prezentacji. Z osiągnięć można wymienić cykl artykułów o badaniach właściwości magnetycznych, elektrycznych i cieplnych roztworów stałych  $\text{HoNi}_2$  z niemagnetycznymi związkami:  $\text{ScNi}_2$ ,  $\text{YNi}_2$ ,  $\text{LaNi}_2$  oraz  $\text{LuNi}_2$  oraz prezentacje wyników badań metalicznych związków o strukturze  $\text{ThMn}_{12}$ . Laboratorium wzbogaciło się o unikatowe stanowisko do badań magneto optycznych, pozwalające rejestrować promieniowanie przechodzące lub odbite od próbki znajdującej się w polu *quasi*-stacjonarnym w zakresie 300–900 nm.