

ANNALES  
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA  
LUBLIN — POLONIA

VOL. XLIX, 14

SECTIO AAA

1994

Instytut Fizyki UMCS  
Zakład Fizyki Teoretycznej

Ewa TARANKO, Ryszard TARANKO,  
Karol I. WYSOKIŃSKI, Mirosław ZAŁUŻNY

**Od fotoemisji do nadprzewodnictwa**

From Photoemission to Superconductivity

Artykuł niniejszy powstał z okazji obchodów 50-lecia Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej i Wydziału Mat.-Fiz., ma więc specjalny charakter.

Do kogo jest adresowany i jaka jest jego rola? Odpowiedź na to pytanie sprawia nam trudności. Nie jest to bowiem praca ściśle historyczna — nie jest też ściśle naukowa. Jest to nasz obrachunek z tą przeszłością, którą w znacznej mierze wypełniliśmy swoją obecnością i pracą. Jest to też nasz hołd złożony prof. Maksymilianowi Piłatowi, który tworzył nasz Zespół Fizyki Teoretycznej. Jest to wreszcie nasz ukłon w stronę koleżanek i kolegów, którzy z nami pracowali lub współpracowali i chęć utrwalenia — na kartach tej książki — czasu wspólnie spędzonego.

Trudno wyobrazić sobie taki artykuł, w którym nie byłoby nic o ludziach, o radościach i troskach pracy twórczej. Postanowiliśmy więc napisać go w formie podsumowania tego okresu, który pamiętamy bądź jako pracownicy, bądź nawet studenci.

Nie chcemy sięgać w dalszą przeszłość, omawiać prace poprzedników — ludzi, których nie znaleźliśmy osobiście lub znaleźliśmy bardzo słabo. Dlatego to podsumowanie będzie obejmowało okres ostatnich 25 lat — taki bowiem czas upłynął od powołania Instytutu Fizyki oraz Zakładu Fizyki Teoretycznej, w ramach którego przez cały ten okres rozwijały się nasze badania. Tytuł tej pracy: *Od fotoemisji do nadprzewodnictwa* w sposób symboliczny podkreśla zainteresowania naukowe Zespołu w ciągu minionego ćwierćwiecza. Druga część tytułu mogłaby być zmieniona na *do studni kwantowych* lub *do kwantowego efektu Halla*, jednakże zjawisku fotoemisji należy się szczególna uwaga.

Od badań bowiem związanych z fotoemisją, emisją polową i fotopolową rozpoczęły się prace teoretyczne Zespołu. Tematyka ta była intensywnie badana eksperymentalnie i teoretycznie na całym świecie właśnie pod koniec lat sześćdziesiątych i na początku siedemdziesiątych. W naszym ośrodku badania te zapoczątkował śp. profesor (wówczas docent) Maksymilian Piłat. Potem włączyli się inni, a wśród nich autorzy niniejszego artykułu.

Należy podkreślić, że prof. Piłat wcześniej specjalizował się w mechanice ośrodków ciągłych. Tematyce tej pozostał zresztą wierny do końca swej działalności naukowej. Pod jego kierunkiem jeden z członków naszego Zespołu, Jacek Szymona, wykonał pracę doktorską z zakresu dynamiki cieczy nieściśliwych z dyssypatywnym oddziaływaniem nielokalnym (obrona odbyła się w r. 1987 r.).

Nie możemy jednoznacznie stwierdzić, czy zainteresowanie prof. Piłata fizyką fazy skondensowanej, a szczególnie fotoemisją wynikało jedynie z jego fascynacji zagadnieniem, nad którym pracował podczas podoktorskiego stażu w Moskwie, czy też związane było z głębszą obserwacją i przeżuciem, że ta właśnie dziedzina wkracza, po fizyce jądrowej, na arenę naukowych dziejów. Zapewne w Moskwie właśnie, gdzie pracowało tylu wybitnych fizyków — specjalistów z fizyki statystycznej i teorii pola, stosujących metody tych działów fizyki do opisu fazy skondensowanej — można było takiego przekonania łatwo nabyć. To, że prowadząc badania ośrodków ciągłych (Maksymilian Piłat, R. T.)<sup>1</sup> zaczęto jednocześnie pracować nad teorią emisji elektronów z metali i półprzewodników było niewątpliwie bezpośrednią konsekwencją pracy prof. Piłata nad tym zagadnieniem podczas stażu. Fascynującymi wtedy problemami były odpowiedzi na pytania:

— Jak wytłumaczyć oscylacje prądu fotopolowego, emitowanego z ostrza wolframowego w zależności od przyłożonego z zewnątrz pola elektrycznego i czy można je powiązać z kwantowo-mechaniczną interferencją fal elektromagnetycznych w pobliżu wierzchołka bariery potencjału?

— Czym spowodowany jest *garb* na krzywej zależności prądu polowo emitowanych elektronów z wolframu w funkcji energii odpowiadający kilku elektronowoltom poniżej poziomu Fermiego?

Oryginalnym pomysłem, jaki się wówczas zrodził w naszym Zespole (R. T.) było powiązanie tego ostatniego efektu ze strukturą energetyczną elektronów w metalu. Obliczenie takiej struktury w obecności powierzchni jest wciąż sprawą trudną. Wtedy szybko zdecydowano się na model jednowymiarowy z potencjałem sinusoidalnym (model Mathieu). Później odkry-

<sup>1</sup> W całym niniejszym artykule inicjały podane w nawiasie okrągłym odnoszą się do nazwisk autorów tego tekstu.

liśmy, że podobna idea narodziła się wcześniej u innych autorów. Wykonali oni jednak obliczenia dla bardziej *prymitywnego* potencjału krystalicznego typu Kroniga–Penneya. Wnioski wynikające z obu modeli były zbieżne.

Tu warto wspomnieć, że publikacja na temat modelu Mathieu była pierwszą w Zespole i chyba jedną z pierwszych z dziedziny ciała stałego powstałych w Instytucie Fizyki i wydanych w czasopiśmie o cyrkulacji światowej.

Jedną z charakterystycznych cech stylu pracy okresu lat siedemdziesiątych obok swobody doboru tematyki badań było wykorzystanie możliwości, jakie dawała instytucja staży krajowych oraz różnych form współpracy z innymi ośrodkami. Dzięki temu zakres badań rozszerzał się znacznie. Pobyt członków naszego Zespołu (E. T., R. T.) na stażu naukowym w Instytucie Fizyki Doświadczalnej Uniwersytetu Wrocławskiego (1973/1974), gdzie pracowali pod kierunkiem prof. Kazimierza F. Wojciechowkiego, wpłynął w istotny sposób na pogłębienie ich wiedzy na temat zjawisk emisji polowej elektronów z metali oraz fizyki powierzchni. Współpraca mgr Ewy Sommer, która w r. 1975 dołączyła do Zespołu, z wybitnym fizykiem teoretykiem, nieżyjącym już prof. Jerzym Mycielskim z Uniwersytetu Warszawskiego zaowocowała szeregiem prac naukowych na temat procesów rozproszeniowych w półprzewodnikach z wąską przerwą energetyczną, jej doktoratem, którego promotorem był wyżej wymieniony profesor oraz wyjazdem do Kanady. Tak się złożyło, że ze względów osobistych dr Sommer pozostała na stałe w Kanadzie, co uszczupliło kadrę Zespołu Teorii Ciała Stałego — nieformalnej grupy pracującej w Zakładzie Fizyki Teoretycznej.

Podsumowaniem kilkuletniego okresu pracy oprócz szeregu publikacji, jakie się w tym czasie pojawiły, były obrony trzech prac doktorskich:

- Mirosława Załużnego *Fotoemisja z półprzewodników w polach elektromagnetycznych* (promotor Maksymilian Piłat), r. 1976;
- Ewy Taranko *Fotopolowa emisja elektronów z metali* (promotor Maksymilian Piłat), r. 1978;
- Ryszarda Taranko *Wpływ modelowego potencjału krystalicznego na emisję polową elektronów z metali* (promotor Kazimierz F. Wojciechowski z Uniw. Wrocławskiego), r. 1978.

Gdy zagadnienia związane z emisją przestały fascynować swoją nowością i tajemniczością, Zespół zwrócił się ku innym problemom. Wybór tematyki badań był w pewnej mierze syntezą naszych gustów i zainteresowań. Mieliśmy możliwość swobodnego wyboru kierunku dalszych badań. Zaowocowało to znaczną i wciąż utrzymującą się różnorodnością problematyki badawczej. Zainteresowania Zespołu skoncentrowały się wówczas na teorii układów nieuporządkowanych (w szczególności stopów metali) oraz teorii cienkowar-

stwowych układów półprzewodnikowych. Oba zagadnienia okazały się fascynującymi problemami o nieprzewidywalnym pięknie i dynamice rozwoju.

Pozwólmy sobie w tym miejscu na dygresję związaną z mającymi długą historię badaniami układów nieuporządkowanych.

Otóż od początku badań nad ciałami stałymi, a szczególnie ich własnościami elektrycznymi, było jasne, że stopień nieuporządkowania odgrywa istotną rolę. Badania przynosiły często zaskakujące wyniki. Historia zna takie sytuacje jak ta, gdy próba odpowiedzi na pytanie, czy opór bardzo czystej próbki spadnie do zera, czy osiągnie niezerową wartość przy obniżeniu temperatury do 0 K doprowadziła K. H. Onnesa w r. 1911 do odkrycia zjawiska nadprzewodnictwa. Podobnie sporą niespodzianką było odkrycie przez Andersona (późniejszego laureata nagrody Nobla) możliwości przejścia układu nieuporządkowanego ze stanu metalu do stanu izolatora. W tym czasie, gdy zaczęliśmy zajmować się układami nieuporządkowanymi, interesujące było sformułowanie teorii, która pozwoliłaby opisywać własności *silnie* nieuporządkowanych układów, takich jak stopy (o dowolnej koncentracji składników) metali przejściowych. Pierwszą taką teorią okazała się teoria potencjału koherentnego (CPA). Zaczęliśmy intensywnie pracować nad zastosowaniem omawianej metody do opisu nowych sytuacji (stopy trójskładnikowe) i nowych zjawisk (zmiennie-prądowe przewodnictwo elektryczne). Pojawiły się prace dokonujące uogólnień metody na przypadki, gdy w układzie istnieje nieporządek *diagonalny, pozadiagonalny* (typu średniej geometrycznej) oraz *dynamiczny* (związany z oddziaływaniem elektron- fonon).

Zagadnienia te były na tyle aktualne, że wyniki badań były publikowane w najlepszych czasopismach specjalistycznych („J. Phys. C.”, „Z. Phys.”, „Phys. Stat. Sol. b”). Powstała wtedy praca doktorska (K. I. W. *Własności elektronowe stopów w przybliżeniu potencjału koherentnego* — promotor Maksymilian Piłat, obrona w r. 1979) całkowicie poświęcona tej tematyce i będąca swoistym podsumowaniem tego okresu badań.

Tak się składa, że problemy opisu układów nieuporządkowanych wciąż spędzają sen z oczu wielu badaczom na całym świecie. Co więcej, okazuje się, że takie zjawiska, jak słaba lokalizacja występują w dość czystych układach, a fizyka zjawisk zachodzących w pobliżu przejścia metal-izolator jest tak bogata, że wciąż dokonywane są nowe odkrycia. Jednym z ciekawszych nurtów badań są badania zjawisk kolektywnych w układach nieuporządkowanych, a głównie badania wpływu nieporządku na różne charakterystyki nadprzewodnictwa. Wrócimy jeszcze do tego tematu w kontekście badań nadprzewodnictwa wysokotemperaturowego.

Podobnie zresztą jak z teorią układów nieuporządkowanych rzecz się miała z problematyką cienkowarstwową.

Już w latach pięćdziesiątych zdawano sobie sprawę, że z chwilą gdy grubości cienkich warstw krystalicznych będą porównywalne z długością fali de Broglie'a ( $10\text{--}1000 \text{ \AA}$ ) zjawisko kwantowania ruchu nośników, w kierunku prostopadłym do powierzchni warstwy, powinno odgrywać istotną rolę. Efekt ten nazwano kwantowym efektem rozmiarowym (KER), a układy w których on występuje — układami quasi-dwuwymiarowymi (Q2D). Układy tego typu powinny przejawiać własności nie obserwowane w maszynych kryształach. Warunkiem koniecznym do zaistnienia KER jest jednak wysoka jakość próbek. Sprawilo to, że dopiero pod koniec lat sześćdziesiątych efekt ten udało się zaobserwować w cienkich warstwach Bi. Po kilku latach ukazały się prace eksperymentalne wskazujące na występowanie KER również w cienkich warstwach półprzewodników z wąską przerwą energetyczną. Kilka prac wskazujących jednoznacznie na występowanie KER w cienkich warstwach PbTe powstało w naszym Instytucie w grupie prof. Mieczysława Subotowicza. Ponieważ w naszym Zespole prowadzono już od pewnego czasu badania teoretyczne nad układami cienkowarstwowymi, pojawiła się możliwość współpracy. Jeden z członków naszego Zespołu (M. Z.), mający już pewne doświadczenie w badaniach teoretycznych nad wpływem KER na własności optyczne cienkich warstw, został zaproszony do opracowania wyników pomiarów, które były następnie zaprezentowane na IV Międzynarodowej Konferencji Półprzewodników w Edynburgu (1978 r.). Sprawilo to, że jeszcze przez wiele lat jednym z głównych tematów prac teoretycznych (dotyczących struktur niskowymiarowych) były własności elektronowe i optyczne układów Q2D otrzymywanych w oparciu o związki IV–VI (głównie PbTe). Niestety, duże trudności technologiczne sprawily, że jakość cienkich warstw i heterostruktur na bazie chalcogenidków ołowiu pozostawała w tyle za jakością heterostruktur otrzymywanych w oparciu o związki III–V, a przede wszystkim GaAs i GaAlAs.

Dlatego też w ostatnich latach tego typu układy dwuwymiarowe stały się głównym obiektem zainteresowań niektórych członków Zespołu (M. Z. oraz doktorantów). Znaczna część opublikowanych prac poświęcona jest analizie wpływu oddziaływania elektron–elektron na liniowe i nieliniowe własności optyczne studni kwantowych typu GaAsAl/GaAs/GaAsAl.

W tym miejscu należy podkreślić, że badanie własności elektronowych i optycznych układów Q2D jest interesujące nie tylko ze względów czysto poznawczych (krystalizacja Wignera, całkowity i ułamkowy efekt Halla itd.). Okazuje się bowiem, że dokładne poznanie wyżej wymienionych układów jest również niezmiernie ważne dla dalszego rozwoju mikro- i optoelektroniki, w szczególności przy projektowaniu i budowie nowej generacji układów elektronicznych tzw. *quantum-effect devices*, w których działanie KER od-

grywa decydującą rolę, na przykład w laserach półprzewodnikowych, detektorach i modulatorach podczerwieni ze studniami kwantowymi. Wszystko to sprawia, że dział fizyki ciała stałego poświęcony układom niskorozmiarowym należy obecnie do jednego z najszybciej rozwijających się, a liczba prac publikowanych rocznie sięga już tysięcy. Z tym większą przyjemnością należy odnotować, iż badania teoretyczne półprzewodnikowych układów 2D zapoczątkowane w naszej grupie były jednymi z pierwszych w Polsce. Potwierdzeniem tego są cytaty w prestiżowej pracy przeglądowej T. Ando, A. Fowlera i F. Sterna *Electronic properties of two-dimensional systems* opublikowanej w „Review of Modern Physics” 52, 437 (1982).

Równolegle nie mniej intensywnie rozwijane były w Zespole badania wpływu oddziaływań elektron–elektron na strukturę pasmową metali przejściowych. Badania te zapoczątkowane zostały podczas pobytu członków naszego Zespołu (E. T., R. T.) na stażu naukowym w ZIBJ (Dubna — w latach 1984–1987).

Dokładniejsze eksperymenty, głównie fotoemisyjne, wskazywały na bardzo dużą rozbieżność między teoretycznymi a otrzymanymi z doświadczeń charakterystykami struktury elektronowej metali przejściowych. Nieoczekiwanym wynikiem pomiarów było pojawienie się silnej struktury satelitarnej (około 6 eV poniżej poziomu Fermiego) na krzywej gęstości stanów niklu. Objasnieniu genezy wierzchołka, który nie mógł być otrzymany w ramach modelu jednocząstkowego, poświęcono wiele prac teoretycznych. Powszechnie przyjmowano, że źródłem rozbieżności między eksperymentem a teorią są korelacje elektronowe w częściowo zapełnionym pasmie elektronowym  $d$ . Problem korelacji najczęściej rozważano w ramach hamiltonianu Hubbarda i rachunku zaburzeń II rzędu, ale w sposób niesamozgodniony.

W celu wyjaśnienia istniejącej kontrowersji wokół satelitarnego wierzchołka na krzywej gęstości stanów kwazicząstkowych Ni przeprowadzono samouzgodnione badania tej struktury. Otrzymany wynik („J. Phys. F”, (1988)) nie potwierdził istnienia struktury satelitarnej, chociaż inne własności struktury energetycznej były zgodne z oczekiwaniami (np. znaczne zwięźenie pasm). Wynik ten został potwierdzony przez innych autorów, którzy przeprowadzili samouzgodnione rachunki w kontekście badań dotyczących periodycznego modelu Andersona oraz modelu Hubbarda i jest często cytowany w literaturze.

Metody stosowane przy rozważaniu korelacji elektronowych w modelu Hubbarda (formalizm funkcji Greena) mogły być z powodzeniem przeniesione na podobne badania z wykorzystaniem hamiltonianów typu Andersona–Isinga.

Na przestrzeni ostatnich 10 lat obserwowano znaczny wzrost teoretycznych i eksperymentalnych badań nad własnościami powierzchni metali pokrytych warstwami zaadsorbowanymi. Można to wyjaśnić dużą różnorodnością zjawisk fizycznych tu zachodzących, jak również potrzebami praktycznymi związanymi m.in. z katalizą i korozją. Największą uwagę zwracano na dwa aspekty: opis struktury elektronowej powierzchni pokrytych adsorbatem oraz własności termodynamiczne samych zaadsorbowanych warstw. Dość płodną metodą badań teoretycznych własności powierzchni metali okazała się metoda hamiltonianów modelowych, a w szczególności zastosowanie hamiltonianu Andersona zaadaptowanego przez Newnsa do problemu chemisorpcji.

Z udziałem członków naszego Zespołu (R. T., E. T.) zaproponowano uogólnienie modelu Newnsa-Andersona i w jego ramach przeprowadzono badania własności elektronowych powierzchni metali prostych i przejściowych z zaadsorbowanymi na nich atomami wodoru. Uogólniony hamiltonian zastosowano do przypadku pokryć  $\theta \neq 0$  (poniżej jednej monowarstwy), a także również do obliczeń izoterm adsorpcji. Wyniki otrzymane w ramach tego modelu dobrze zgadzają się z doświadczeniem (adsorpcja wodoru w stanie prawie neutralnym), a także są równoważne wynikom otrzymanym przez innych autorów w ramach przybliżenia CPA.

Należy podkreślić, że właśnie w naszym Zespole prowadzone są pionierskie badania własności termodynamicznych warstw zaadsorbowanych z jednoczesnym uwzględnieniem wpływu podukładu elektronowego na te własności.

Tematyka chemisorpcji w dalszym ciągu jest kontynuowana. W przygotowaniu jest rozprawa habilitacyjna z tego zakresu badań.

Najbliżej *pierwszej linii* badań udało się znaleźć jednemu z nas (K. I. W.), gdy za przyczyną prof. Stanisława Szpikowskiego, kierownika Zakładu Fizyki Teoretycznej, pojawiła się w r. 1983 możliwość odbycia stażu u prof. Wilhelma Breniga (członka Bawarskiej Akademii Nauk) w Technicznym Uniwersytecie w Monachium i pracy nad kwantowym efektem Halla — zjawiskiem odkrytym w r. 1980 przez innego profesora tegoż Uniwersytetu, Klausa von Klitzinga, późniejszego laureata nagrody Nobla (r. 1985). Nieoczekiwane kwantowanie oporu Halla w gazie dwuwymiarowym i niezwykle precyzyja zjawiska przyciągnęła uwagę wielu badaczy. Pierwsze teorie pojawiły się już w r. 1982. Podstawowym problemem, jaki pojawił się w r. 1983, związanym z nowymi doświadczeniami von Klitzinga, było objaśnienie różnych zależności od temperatury składowych  $\rho_{xx}$  i  $\rho_{xy}$  oporu elektrycznego. Eksperyment pokazywał, że  $\rho_{xx} \sim \exp[(T_o/T)^{1/2}]$  oraz  $\rho_{xy} \sim \exp[(T_o/T)]$ . Różne potęgi temperatury wskazywały na różne fizyczne mechanizmy trans-

portu dające wkład do  $\rho_{xx}$  i  $\rho_{xy}$ . Wydawało się to niemożliwe! Wyjaśnienie okazało się proste. W jednym z artykułów („Z. Phys.” B53, 14 (1983)) wykazano, że mechanizm transportu w niskich temperaturach polega na przeskokach zmiennozasięgowych (*variable range hopping*), natomiast wyraźnie inny charakter niezerowej zależności  $\rho_{xy}(T)$  związany jest z liczbowym czynnikiem  $3/2$  w eksponencie, który sprawia, że doświadczalne punkty opisujące  $\rho_{xy}(T)$  równie dobrze można opisać funkcją  $\exp[(T_0/T)]$ , jak i  $\exp[3/2(T_0/T)^{1/2}]$ . Współpraca z prof. Wilhelmem Brenigiem zaowocowała kilkunastoma publikacjami i jest wciąż kontynuowana.

Tematyka związana z badaniem nadprzewodnictwa pojawiła się w wyniku pobytu na stażu w Dubnej jednego z członków naszego Zespołu (K. I. W.). W tym czasie w Dubnej wyprowadzono równania Eliashberga metodą nieprzywiedlnych funkcji Greena w reprezentacji położeniowej. Współpraca na tym polu okazała się bardzo owocna. Połączenie bowiem tej metody wyprowadzenia równań dla układu nieuporządkowanego z metodą CPA ich uśredniania pozwoliło w dość interesujący sposób opisać stopy nadprzewodnikowe. Problem ten nabrał szczególnego znaczenia po odkryciu w r. 1986 nadprzewodnictwa wysokotemperaturowego w wieloskładnikowych tlenkach:  $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_{4-\sigma}$ ,  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\sigma}$ ,  $\text{BiSrCaCuO}$  itp. Materiały te są silnie nieuporządkowane, co dodatkowo utrudnia ich opis.

Badania nadprzewodników wysokotemperaturowych prowadzone są przez nas od momentu odkrycia tych materiałów. Opublikowaliśmy kilkadziesiąt prac naukowych, a wyniki były dodatkowo przedstawiane na różnych konferencjach. Prezentowano je m.in. na prestiżowych konferencjach Low Temperature Physics LT20 w Eugene (USA) w r. 1993 i na International Conference on Magnetism ICM-94 w Warszawie.

W roku jubileuszu 50-lecia Uniwersytetu zostały obronione dwie prace doktorskie poświęcone nadprzewodnikom wysokotemperaturowym. Grzegorz Litak obronił rozprawę *Teoria nadprzewodnictwa w układach nieuporządkowanych*, natomiast Tadeusz Domański — *Teoretyczne badania elektromagnetycznych własności nadprzewodników wysokotemperaturowych*. Promotorem w obu przypadkach był Karol I. Wysokiński.

Nie będziemy dokładnie wnikać w dziedzinę fizyki nadprzewodników, stwierdzimy tylko, że zagadnienie jest fascynujące, a w opinii takich naukowców, jak laureaci nagrody Nobla J. R. Schrieffer i P. W. Anderson opis nadprzewodnictwa wysokotemperaturowego jest jednym z większych problemów teorii fazy skondensowanej.



## PODSUMOWANIE

Na przestrzeni 25 ostatnich lat teorię fazy skondensowanej w Zakładzie Fizyki Teoretycznej Instytutu Fizyki UMCS oprócz autorów tego artykułu zajmowali się także: prof. M. Piłat, dr E. Sommer, dr J. J. Szymona, wcześniej wymienieni słuchacze Studium Doktoranckiego dr G. Litak, dr T. Domański, obecny słuchacz mgr Cezary Nalewajko oraz wielu nie wymienionych z nazwiska magistrantów. Już kolejne pokolenie fizyków (szkoda, że tylko słuchacze Studium Doktoranckiego) zdobyło pierwszy stopień naukowy wykonując prace doktorskie z tej tematyki. Warto dodać, że pracownik Akademii Medycznej w Lublinie, dr Witold Okulski, wykonał pracę doktorską w naszym Zespole (promotor M. Z.).

Powstało w tym okresie około 300 prac naukowych w większości zamieszczonych w najlepszych czasopismach. Wygłoszono kilkanaście referatów na zaproszenie organizatorów różnych krajowych i międzynarodowych szkół, sympozjów, warsztatów itp. Prowadzono seminaria w różnych ośrodkach w kraju i za granicą. Wykonano 5 doktoratów i 3 habilitacje. Członkowie Zespołu byli promotorami 3 prac doktorskich i kilkudziesięciu prac magisterskich. Kierowali tematami badawczymi CPBR, RPBP, CPBP, pięcioma grantami KBN oraz dwoma grantami Wspólnoty Europejskiej. Współpracowali lub współpracują z wieloma ośrodkami w kraju i za granicą (Triest, Dubna, Monachium, Kijów, Eugene, Maryland, Turyn).

## SUMMARY

In this article, written on the occasion of the 50th Anniversary of our University, we focus on the history of Theoretical Condensed Matter Group and the research conducted.

Roughly 25 years ago, late prof. M. Piłat has initiated the solid state research in the newly established Department of Theoretical Physics. All of the present authors have started their scientific career with the subject "emission of electrons from solids" either as their Ph.D. program (three of us) or Diploma work (one of us). The freedom of choosing the subject of our study, offered to us by prof. Piłat has lead to the wide spread of problems we have been engaged in.

In the initial period the main points of interest were: photoemission of electrons from semiconductors and field and photofield emission from metals. Later some of us moved and started the study of disordered systems, thin films, mobilities of electrons in semiconductors, dynamical properties of incompressible liquids.

In more recent years we have been involved in research connected with electron correlations in narrow band materials, chemisorption of gases on metal surfaces, electron mobilities in gases, quantum Hall effect, linear and nonlinear optical response of quantum wells and other low dimensional structures and, last but not least, the theory of high temperature superconductivity.

When asked about the achievements we count our post-doctoral dissertations and PhD degrees, the theses of our Ph.D. students, diplomas of our graduate students, over 300 scientific papers and numerous friends we have in our Country and all over the world.