

# КОРИФЕЙ

## СУЧАСНОЇ ЕЛЕКТРОНІКИ

До 100-річчя від дня народження  
двічі лауреата Нобелівської премії  
**Джона БАРДІНА**

Він більше, ніж будь-хто інший,  
може вважатися “батьком”  
сучасної електроніки.

Проф. Микола Голоняк,  
учень і друг Джона Бардіна



**Джон Бардін (John Bardeen) демонструє перший транзисторний радіоприймач фірми Bell, що зберігається сьогодні як музейний експонат**

Розповідь про корифея сучасної фізики Джона Бардіна розпочну без багатослівного вступу, по-діловому, бо саме такий стиль був йому притаманний. Отже...



**Ярослав Довгий**  
доктор фіз.-мат. наук,  
професор кафедри  
експериментальної фізики  
Львівського національного  
університету  
імені Івана Франка,  
голова Фізичної комісії НТШ,  
м.Львів

### ЕПІЗОД З ІСТОРІЇ ФІЗИКИ

Середина ХХ століття. Таємнича явища надпровідності, відкритого 1911 року, залишається нерозгаданою. Його вже використовують у техніці (надпровідні електромагніти тощо), а механізм — не з'ясовано. Професор Іллінойського університету Джон Бардін як людина масштабного мислення, що вже продемонструвала уміння вивідувати у Природі деякі її таємниці (див. нижче), пильно зосередив свою увагу на цій проблемі. Він розумів, що для розв'язання будь-якої складної задачі треба глянути на неї у ширшому вимірі.

*“Природа завжди готова відповісти на наші запитання, треба тільки кожне питання поставити ясно і недвозначно”.*  
*Галілео Галілей*

І ось відкриття ізотопного ефекту у надпровідності (1950 р.) навело професора Бардіна на думку, що у надпровідності суттєву роль відіграє взаємодія між рухомими електронами та коливаннями кристалічної ґратки (фононами).

Отже, Джон Бардін і *електрон-фононна взаємодія*. Домінантна ідея до розгадки таїни надпровідності! Як це часто буває, на дорозі до великої мети навіть побічні результати мають неабияку вартість. Наприклад, при урахуванні електрон-фононної взаємодії вдалося пояснити явище т. зв. непрямих зона-зонних переходів у напівпровідниках. Це — заслуга Джона Бардіна (1954 р.).

Дозволю собі коротко розповісти про цього славного фізика, доповідь якого я, тодішній аспірант, мав приємність слухати на науковому семінарі в Інституті фізики у Києві.

### ШТРИХИ БІОГРАФІЇ ВЧЕНОГО

Джон Бардін народився 23 травня 1908 р. в м. Медісоні (штат Вісконсин), де його батько д-р *Чарльз Р. Бардін* був професором анатомії і деканом медичної школи при Вісконсинському університеті. Його мати Елсі Бардін була декоратором інтер'єрів і померла, коли Джон був ще малим (1920 р.). Батько одружився вдруге. Сім'я була велика: у Джона було два брати, сестра та звідна сестра.

Початкову освіту Джон здобував у Медісоні. Був надзвичайно здібним учнем, так що на дев'ятому році життя він з третього класу перейшов відразу ... до сьомого. Захоплювався спортом, особливо гольфом та плаванням.

Після закінчення середньої школи (1923 р.) поступив до Вісконсинського університету і в 1928 р. здобув ступінь бакалавра з електротехніки. Наступного року здобув ступінь магістра електротехніки. Докторську дисертацію виконував з квантової фізики металів у Принстонському університеті під керівництвом проф. *Євгена Вігнера*. Після захисту дисертації у 1936 році два роки працював у Гарвардському університеті, де розробляв теорію електропровідності металів.

У 1938 р. одружується з Джейн Максвелл, з якою дружно прожив усе життя. Мали двох синів та дочку. Старший син Джеймс (1939 р.н.) — відомий фізик, професор Каліфорнійського технологічного інституту.

Після Гарварда Джон Бардін у 1938-41 рр. був на посаді ад'юнкт-професора Міннесотського університету, де продовжував дослідження поведінки електронів у металах.

Під час війни (1941-45 рр.) працював цивільним дослідником військово-морської артилерійської лабораторії у Вашингтоні, вивчаючи магнітні поля кораблів.

**ТИЖДЕНЬ, ЩО ЗМІНИВ СВІТ**

Після закінчення війни, у зв'язку з необхідністю збільшення заробітку для зростаючої сім'ї Бардін у 1945 р. переходить до шойно сформованої перспективної групи "Bell Telephone Laboratories" потужної телефонної компанії "Белл". Працював у науковій лабораторії з фізики твердого тіла разом з *Вільямом Шоклі* (1910-1989) та *Волтером Браттейном* (1902-1987).

У 1947 р. на основі ідеї Бардіна про можливість інжекції неосновних носіїв у напівпровідниках вони зробили надзвичайно важливе для науки і техніки відкриття транзисторного ефекту у напівпровідниках. Це епохальне відкриття спричинило революцію в електронній техніці. Це був рубіж, магічний момент, коли електровакуумна електроніка почала різко витіснятися напівпровідниковою електронікою. Неважко зрозуміти, що це означало для електронної техніки з огляду енергоспоживання, габаритів, надійності, довговічності і т. п. Саме з цього часу напівпровідники набули великого значення і популярності.

Нині кожна грамотна людина (не тільки фізик!), котра у своєму побуті користується сучасним телевізором,

комп'ютером, відеомагнітофоном чи мобільним телефоном, повинна знати, що ці шедеври техніки стали можливими завдяки здобуткам твердотільної електроніки, започаткованої ідеєю Джона Бардіна про інжекцію неосновних носіїв, а також здобутками фізики тунельних явищ. Напівпровідникові транзистори, інтегральні схеми, електронні перемикачі, світлодіоди, інжекційні лазери — всі ці пристрої мають в основі відкриття Бардіна.

Перший точково-контактний біполярний транзистор був виготовлений в "Bell Telephone Laboratories" Джоном Бардіном та *Волтером Браттейном* 16 грудня 1947 р., а рівно через тиждень (23 грудня) був продемонстрований у дії перший двотранзисторний генератор-підсилювач. Цей прилад вже став музейним експонатом.

Тиждень від 16 до 23 грудня 1947 року увійшов в історію як тиждень, що започаткував зміну епох — від пост-індустріальної до епохи інформаційної... Авторам у 1956 р. була присуджена Нобелівська премія з фізики.

**"МАТЕМАТИКА — ЦЕ МИСТЕЦТВО НАЗИВАТИ РІЗНІ РЕЧІ ОДНИМ І ТИМ САМИМ ІМ'ЯМ"**

*Анрі Пуанкаре*

Ще з дитинства Джон Бардін мав великий хист до математики. Здобуваючи інженерну освіту (електротехніка), він залюбки опанував і теоретичну фізику, особливо квантову механіку. Детально опрацьовував нові публікації з квантової механіки, а у 1928 р. відвідував у Медісоні лекції *Поля Дірака* (за матеріалами його знаменитої книги, що вийшла в світ через

рік). Така цілеспрямованість й одержимість, таке поєднання в одній особі талантів інженера (стане автором багатьох патентів першорядної вартості), математика, спортсмена (майже на професійному рівні) та геніального фізика, — все це не могло не принести радостей все нових відкриттів.

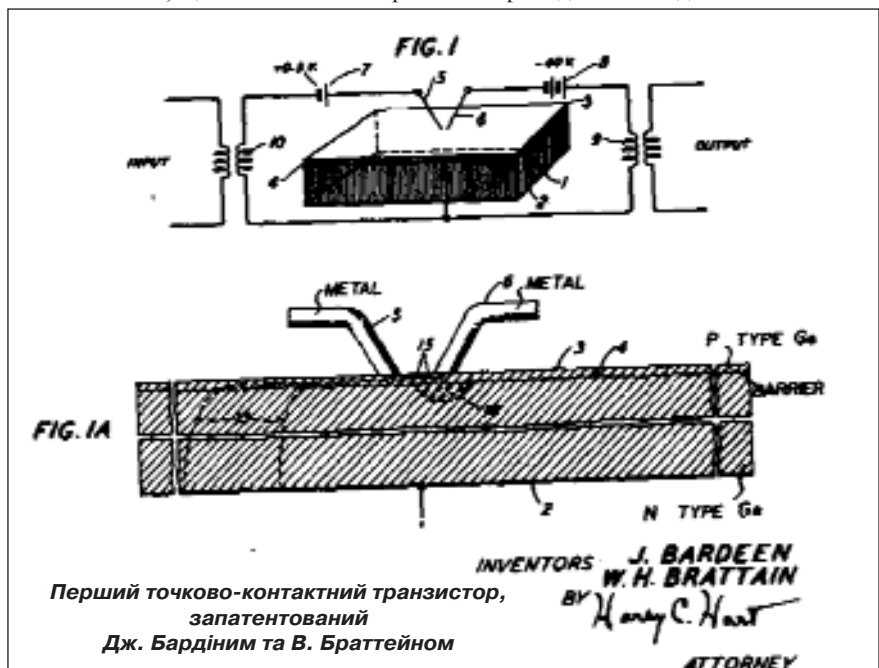
Його ніколи не манили проторовані шляхи, навіть ті, що сам прокладав. Найголовніше — вміти відрізнити визначне від тривіального.

**ПРО МОБІЛЬНІСТЬ У НАУЦІ**

У 1951 р. Бардін приймає запрошення обійняти одночасно дві нові посади: професора електротехніки на електроінженерному факультеті та професора фізики на фізичному факультеті Іллінойського університету в Урбані. Цікаво, чому він полишає цю могутню компанію "Белл" і переїжджає до Урбани? Тут, на мою думку, є три моменти, над котрими повчально буде замислитися не тільки молодим, але й титулованим нашим вченим:

1. Цінність т.зв. "наукової мобільності". Якщо визнаний спеціаліст, фундатор важливого нового наукового напрямку бажає, щоб цей напрям розвивався, він повинен знаходити для цього сприятливий ґрунт і з міркувань відданості науці навіть іти на певні незручності. Бо зародження і плекання наукових шкіл розпочинається із засіву здорового зерна у сприятливий ґрунт. Адже справжній вчений не тільки спроможний розв'язувати відповідні задачі, але й ставити нові важливі проблеми, варті уваги.

2. Джон Бардін переїхав до Урбани тому, що в Чикаго була велика електронна промисловість, з якою він мав намір плідно взаємодіяти.



Перший точково-контактний транзистор, запатентований Дж. Бардіном та В. Браттейном



**Нобелівські лауреати Дж. Бардін, В. Браттейн і В. Шоклі (1956 р.)**

3. Турбота про молоду наукову зміну. Оптимальне (без надуживань!) поєднання професійної праці видатного вченого та його контактів з університетською молоддю (студентами, аспірантами, докторантами) на семінарах, лекціях, диспутах — то і навчання, і приклад для наслідування одночасно.

В Іллінойському університеті, окрім транзисторної проблематики, у проф. Бардіна поновився серйозний інтерес до проблем електропровідності та надпровідності, яким він займався ще в аспірантські роки та змушений був перервати у зв'язку з війною. Спонукальним імпульсом було, як вже згадували, відкриття у 1950 році ізотопного ефекту в надпровідності.

### **КОРИФЕЙ ЗБЛИЗЬКА**

Першим аспірантом проф. Джона Бардіна в Іллінойському університеті був прекрасний експериментатор **Микола Голоняк** (Nick Holonyak, 1928 року. нар.), українець, батьки якого із Закарпаття. Готуючи до друку книгу "Чарівне явище надпровідність", що побачила світ у видавництві "Євро-світ", я 8 серпня 1997 р. написав Миколі Миколайовичу такого листа:

*"Вельмишановний*

*п. Проф. М.Голоняк!*

*З нагоди 10-ої річниці відкриття високотемпературних надпровідників мене попросили написати популярний нарис про явище надпровідності. Обговорюючи теорію Бардіна-Купера-Шріффера (БКШ), я хотів би розповісти і про особистість професора Джона Бардіна.*

*Як мені стало відомо, Ви були чи не першим аспірантом проф. Бардіна в Іллінойському університеті. Тому я був би радий одержати від Вас короткі спогади про ті роки, про Вашого учителя Джона Бардіна як людину, а також деякі матеріали (може й фотографії) про Вас і Вашу творчість. Бо дуже хочеться мені розповісти нашому читачеві як про особистість Джона Бардіна, так і про Вас, українського аспіранта і вихованця цього корифея".*

Відповідь не забарилася: 29 серпня надійшли матеріали зі спогадами професора Голоняка. Нижче подаю фрагменти цих

спогадів (повніше вони опубліковані в журналі "Physics Today" за квітень 1992 р.).

*"Звичайно, — пише проф. М. Голоняк, — за багато років перебування учнем Дж. Бардіна, а пізніше його колегою і другом, я бачив його в різних ситуаціях: на лекціях, в офісі, у лабораторії і на семінарах. Запам'яталися його слова: у будь-якій галузі людської діяльності є золоті ери, під час яких просування вперед йде великими кроками. У розвитку фізики твердого тіла можна виділити три такі ери. Перша ера пов'язана з відкриттями на початку ХХ століття. Це був початок атомної ери. Друга, дуже активна ера зумовлена створенням квантової теорії. Багато провідних теоретиків зі світовим ім'ям працювали над цим. Третя золота ера набула широкого розмаху після Другої світової війни, коли відбувся великий поступ не лише в теорії, але й у техніці і технології".*

Специфічною датою початку "третьої золотої ери" фізики твердого тіла можна вважати день 16 грудня 1947 р.

Відкриття транзистора В. Браттейном та Дж. Бардіним і розроблення теорії *p-n*-переходів **В. Шоклі** визначили початок нової ери в радіотехніці та радіофізиці.

У 1956 р. Дж. Бардін, В. Браттейн і

В. Шоклі справедливо були нагороджені Нобелівською премією з фізики. Формула Нобелівського комітету звучала так: "За дослідження напівпровідників та відкриття транзисторного ефекту".

### **ГЕНІЙ І ЛЕГЕНДИ**

Проф. М. Голоняк продовжує: Бардін був такою ключовою фігурою на початку транзисторної електроніки, що він міг би стати знаменитим, навіть коли б не був автором інших революційних відкриттів, таких як теорія надпровідності.

Неминуче така особа була оточена різними легендами. Можливо, в тому і була якась часточка правди, коли студенти називали його мовчазним Джоном (розмовляв тихо), а співробітники вважали його непогрішимим. Справді, Джон розмовляв тихо, особливо під час тривалої дискусії та коли глибоко замислювався.

З цього приводу дещо іронічно висловився грузинський фізик **Елевтер Андронікашвілі**, який часто зустрічався з Бардіним на конференціях. У книзі "Начинаю с Эльбруса..." (Творческие портреты ученых), виданій у Тбілісі 1982 р., він пише: "...Артикуляція Бардіна така, що він при розмові не ворухить губами. Крізь його майже закриті вуста вилітають не слова, а окремі звуки".

*Якщо мудрий мовчить, то слухай уважно!*

*(Народна приповідка)*

Відомо, що Бардін не говорив багато, але те, що він казав, завжди було обдумане й виважене. Він завжди давав найбільш доречні поради. Ніколи



**Микола Голоняк і Джон Бардін у лабораторії Голоняка в 1973 р.**  
(Проф. М. Голоняк показує вперше створені ним у 1970 р. червоно-оранжево-жовто-зелені світлодіоди)



**Нобелівські лауреати Дж. Бардін, Л. Купер і Дж. Шріффер (1972 р.)**

не був спантеличеним чи заляканим, навіть перед президентською комісією. Мав спокійний характер, завжди був стриманий, замислений.

Як пише М.Голоняк, Джон Бардін був людиною найвищої чесності і ніколи не дозволяв своє ім'я використовувати недоречно чи фальшиво. Мудрість і чесність — такі були його принципи.

Коли хтось звертався до професора за порадою, то відчував, як він негайно схоплює суть проблеми. Навіть якби Джон і помилися, — пише М. Голоняк, — для нас він завжди був непомильним. Репутацію непогрішимого він заслужив із-за величезного таланту, інтуїції, глибокого розуміння квантової фізики, його важкої праці й роздумів над проблемою перед тим, як обнародувати свої думки.

Джон не був із тих, хто носиться з напівспеченими ідеями, а тому він не зробив явних помилок.

З цього приводу, мабуть, доречним буде зазначити: твердження про непомильність того чи іншого вченого — то лише міф. Бо механізм творчого пошуку за своєю сутністю невіддільний від діалектичних протиріч евристичного, психологічного, індуктивно-дедуктивного, раціонально-інтуїтивного плану. Зрештою, при добуванні усякого нового знання найголовнішою, притаманною цьому процесові суперечністю є неозначеність, пов'язана з дефіцитом інформації.

Проте, як стверджує відомий афоризм, “помилки великих є не менш повчальними, ніж їхні успіхи”.

Проф. М. Голоняк згадує, як у 1963 році Дж.Бардін рекомендував йому займатися “синьо-зеленим” лазером на карбіді кремнію (SiC), у якому була нагальна потреба. Однак такий лазер неможливий, оскільки SiC є непрямозонним напівпровідником. “Невдовзі після моєї з Джоном розмови про фіктивність SiC-лазера, він похитав головою і не наполягав більше на своєму”. Пригадуються слова **Стефана Цвейга**: “Першою ознакою

мудрості завжди залишається вміння завчасно відмовитися від недосяжного”.

### **ДЖ. БАРДІН І НАУКОВА МОЛОДЬ**

Він володів тонким почуттям гумору. Був доброю і дуже великодушною людиною. Особливу щедрість проявляв до здібної наукової молоді. Його прекрасна риса — уміння спонукати людей до творчості. Важко оцінити загальну кількість студентів, різних відвідувачів, яких він консулював і які зобов'язані йому своїми початковими здобутками. Здавалося, що його час йому не належить. До останніх днів свого життя він брав участь у семінарах, проводив бесіди, писав наукові праці. Він був Учителем з великої літери, взірцем вищого гатунку. Популярність як самоціль ніколи його не цікавила.

*“Справжній вчений не може не бути скромним”*  
**Анатоль Франс**

На поважних докторантських іспитах він часто був голосом розуму, був у змозі побачити, до чого саме кандидат має здібності і куди він міг би вкласти свій хист. У людях він завжди бачив краще, а не найгірше.

### **РІЗНОБІЧНІСТЬ ТАЛАНТУ**

Дж.Бардін — один з найбільших теоретиків у царині фізики твердого тіла. Але він так само знаменитий як інженер і винахідник. Недарма його названо одним із 11-ти лауреатів американської національної відзнаки під назвою “Премія III століття”, яку присуджують за найвидатніші відкриття, здійснені за 200 років існування патентного права США.

Математичні й аналітичні здібності Бардіна були дивовижні, а інтуїція стосовно “правильної і хибної фізики” — незрівнянна. Він був спроможний розв'язувати надзвичайно важкі (навіть заплутані) проблеми, на яких спотикалися найкращі уми.

Праці Дж. Бардіна мали визначальний вплив практично на всі основні галузі фізики твердого тіла:

електронні процеси в металах і напівпровідниках, магнетизм, фізика поверхні напівпровідників, теорія дифузії атомів у кристалах, фізика низькорозмірних систем, оптоелектроніка, нарешті, проблеми високотемпературної надпровідності. Вплив Бардіна (науковий та організаційний) на технічне й наукове життя нашого часу вважається унікальним. Навіть у розвитку ксерографії відоме його сприяння...

Цінність творчих здобутків вченого визначає час.

Журнал “Лайф” назвав Джона Бардіна серед 100 найвидатніших людей XX століття. А японська компанія “Sony” заснувала кафедру Джона Бардіна з фізики, електроніки та комп'ютерної інженерії Іллінойського університету в Урбані, пожертвувавши університету \$3 млн. Не так часто буває, щоб промислова фірма робила університету такі великі внески.

### **ПІДТРИМКА ПРОГРЕСИВНИХ СУСПІЛЬНИХ ІДЕЙ**

Розуміючи роль науки і культури в суспільстві, Бардін завше підтримував прогресивні ідеї. Як член Наукової ради (1959-1962) при Президентові США **Д. Ейзенгауері** він, зокрема, підтримував ідею про спорудження у Вашингтоні пам'ятника **Тарасові Шевченкові**. Радником Президента США з питань науки був тоді українець за походженням проф. **Юрій Кістяківський**, який був у дружніх стосунках з Бардіним ще з часів їхньої праці у 1930-х роках в Гарвардському університеті.

Рішуче виступав на захист академіка **Андрія Сахарова**.

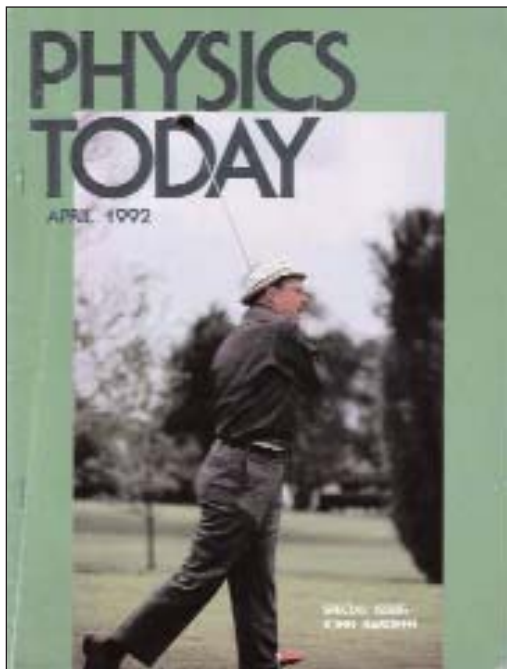
“Він буде нас завжди надихати”, — так завершує спогади про Дж. Бардіна його учень М. Голоняк. “Звичайно, — пише проф. Голоняк, — історикам потрібен буде певний час, щоб сказати все про Бардіна. Один із відомих американських істориків працює над повною біографією Джона Бардіна, але книга ще не скоро буде готова й опублікована.

### **ЦІННІСТЬ НЕСТАНДАРТНИХ ПІДХОДІВ**

Про першу Нобелівську премію з фізики за 1956 р. вже було сказано вище. За що ж друга премія найвищого рангу? В Іллінойському університеті Бардін, окрім продовження досліджень напівпровідників, розгорнув дослідження з теорії надпровідності. До цих робіт енергійно долучилися два його недавні студенти з цього ж університету — **Леон Купер** (1930 р.н.) та **Джон Роберт Шріффер** (1931 р.н.),

— які під керівництвом свого професора розробляли відповідні наукові теми: Л. Купер — як постдокторант, а Дж. Шріффер — як аспірант.

Ці талановиті молоді фізики-теоретики, натхненні ідеями свого вчителя, продемонстрували дивовижну творчу енергію, сказати б, енергію узгоджених дій (синенергію). У 1956 р. 26-річний Леон Купер висуває припущення, що за певних умов електрони, які несуть негативний електричний заряд, можуть у твердих тілах спарюватися... Утворення електронних пар (парних кореляцій) якраз є причиною нестабільності нормальної фази кристала, що призводить до виникнення надпровідності (надпровідної фази). З цього приводу хочеться нагадати один епізод. Того ж таки 1956 р. **Річард Фейнман**, майбутній Нобелівський лауреат, виступаючи на Міжнародній конференції з теоретичної фізики в Сіетлі (США), говорив: *“Квантова механіка була створена 1926 р. і упродовж наступного десятиріччя з величезним якісним успіхом була швидко застосована до різноманітних явищ. Виникли добрі теорії металів, інших твердих тіл, рідин, хімічних явищ. Однак, просуюючи фронтіву ліній нашого знання, ми покиннули в тилу під облогою два міста, що повністю оточені знанням, але самі собою ізольовані і недоступні”*. Під “оточеними містами” Фейнман мав на оці надпровідність і надплинність. Свій виступ американський теоретик завершив такими словами: “Єдина причина того, що ми не можемо впоратися з проблемою надпровідності, полягає у відсутності в нас достатньої фантазії”.



Гольф — улюблена гра Дж. Бардіна

Виступ цей був 18 вересня, а 21 вересня редакція журналу “The Physical Review” дістала листа від молодого теоретика Л. Купера, в котрого якраз виявилось достатньо “наукової фантазії” для того, щоб ввести концепцію електронних пар, які справедливо іменуються куперівськими парами.

Неординарність ідеї Купера полягала ще й у тому, що вона, з іншої точки зору, виглядала начебто банальною, адже у нормальній фазі провідника саме електрон-фононна взаємодія й зумовлює його електроопір.

Найперше виникає запитання: як можуть спарюватися два електрони, якщо однойменно заряджені частинки відштовхуються? А силу відштовхування кожен учень може підрахувати за законом Кулона. Очевидно, крім відштовхування, для утворення куперівської пари мусять виникати й сили притягання. Вони якраз і виникають завдяки взаємодії електронів з іонами, які утворюють каркас кристалічної ґратки.

Іншими словами, може зреалізуватися ситуація, коли двом однойменним носіям електричного заряду (електронам, діркам, поляронам) вигідніше бути динамічно скорельованими у відповідній ділянці ґратки.

Система спарених електронів докорінно відрізняється від системи вільних електронів, утворюючи єдиний квантовий стан, що охоплює весь надпровідник. Збагнувши механізм утворення куперівських пар, важливо було далі дослідити поведінку всіх куперівських пар, тобто всієї системи надпровідних електронів.

На цьому етапі були драматичні моменти. Кажуть, що в грудні 1956 р., коли Бардін збирався до Швеції для одержання першої Нобелівської премії, Шріффер мав песимістичний настрій. У нас в таких випадках кажуть: дарма, безвихідь, “опускаються руки”... Та геніальність Бардіна в тому й полягала, що він знаходив розв’язки надто складних проблем. Він підбадьорив свого молодшого тезку, і Шріффер впорався зі складними обчисленнями. Основна підсумкова праця була опублікована в журналі “The Physical Review” за 1957 р. Нобелівська премія з фізики за 1972 р., присуджена Дж. Бардіну, Л. Куперу та Дж. Шріфферу, мала формулу: “За спільне створення теорії надпровідності, іменованої БКШ-теорією”.

Отже, Джон Бардін є поки що єдиним вченим, якого в галузі фізики відзначено двома Нобе-

лівськими преміями. Двічі Нобелівськими лауреатами були також **Марія Кюрі-Склодовська** (з фізики, а згодом з хімії), **Лайнус Полінг** (з хімії, премія миру), але з однієї галузі двічі Нобелівськими лауреатами є лише Джон Бардін (фізика) і **Фредерик Сенгер** (хімія).

### СЛАВНИЙ НАЩАДОК ШОТЛАНДСЬКИХ БАРДІВ

Зважаючи, що ім’я Джона Бардіна є непересічним навіть серед високо титулованих вчених, зробимо ще один маленький “ліричний відступ”, посилаючись на спогади Е. Андронікашвілі. У книзі “Розпочинаю з Ельбруса...” на стор. 299 він пише: “...У літаку ми з Бардіним летіли разом і сиділи поряд. Розмова йшла, природно, про фізику твердого тіла. На прощання я поцікавився:

— Бардін — це російське прізвище. Серед Ваших предків були росіяни?

— Ні, — відповів він, — я не **Bardin**, а **Bardeen**. Мої предки шотландці, і хтось із них, мабуть, був бардом...”

### ДЖОН БАРДІН І ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНА НАДПРОВІДНІСТЬ (ВТНП)

Минуло 22 роки від часу відкриття ВТНП. Нобелівська премія з фізики за 1987 рік, присуджена **Й.Г. Беднорцу** і **К.А. Мюллеру** “за відкриття у галузі надпровідності керамічних матеріалів”, — щось виняткове. Справді, на пам’яті фізиків не було такого відкриття, яке за декілька місяців викликало б небувалий ентузіазм серед учених. Нас цікавить, як відгукнувся на ці події патріарх надпровідності Джон Бардін. На конгресі в Берклі у червні 1987 р. він висловив декілька зауваг, що прозвучали врівноважено, природно, як то завше буває у мудрих людей. Бардін сказав:

*“Надто ризикованим є намагання прямо порівнювати експериментальні дані з БКШ-теорією чи іншими теоретичними моделями. Правильніший шлях — достовірно визначити з експериментів несуперечливий набір параметрів ВТНП. Іншими словами, маємо новий простір експериментальних параметрів і теоретичних моделей, що виходять за рамки попереднього стану. І в цьому просторі згодом визріють загальніші концепції”*.

Досвід минулих років підтвердив думки Джона Бардіна.

#### Література

1. Лауреаты Нобелевской премии. Энциклопедия. В 2 т. М.: Прогресс, 1992.
2. Довгий Я. Чарівне явище надпровідність. Львів: Євросвіт, 2000.
3. Комнатная сверхпроводимость. Материалы научной сессии РАН // Успехи физ. наук, 2008, т.178, №2, с.175-210.