

БОНДАРЕНКО

Станіслав Іванович –
доктор технічних наук,
професор, провідний науковий
співробітник відділу
надпровідних та мезоскопічних
структур Фізико-технічного
інституту низьких температур
ім. Б.І. Веркіна НАН України

БОРИС ІЄРЕМІЙОВИЧ ВЕРКІН – ОРГАНІЗАТОР І КЕРІВНИК НАУКОВО-ТЕХНІЧНИХ РОЗРОБОК ФТІНТу*

**До 100-річчя від дня народження
академіка Б.І. Веркіна**

8 серпня виповнилося 100 років від дня народження відомого українського вченого в галузі фізики низьких температур, видатного організатора науки, засновника і першого директора (1960–1988) Фізико-технічного інституту низьких температур НАН України, названого сьогодні його ім'ям, лауреата Державних премій СРСР (1978) та УРСР (1973) в галузі науки і техніки, доктора фізико-математичних наук (1957), професора (1963), академіка АН УРСР (1972) Бориса Ієремійовича Веркіна.

Наукові досягнення академіка Б.І. Веркіна в галузі фізики низьких температур і криогенної техніки здобули широке визнання наукової спільноти не лише в нашій країні, а й за кордоном. Борис Ієремійович був фізиком-експериментатором, як кажуть, від бога, талановитим педагогом і просвітителем, але передовсім – видатним організатором науки. Цьому сприяв його рідкісний дар передбачення в науці, оснований на глибокому розумінні фізики, розвиненій науковій інтуїції, широті наукового і загальнокультурного світогляду, а також наполегливість у досягненні поставлених цілей, вміння наводити мости між фундаментальними науковими дослідженнями та їх практичним застосуванням.

Ще однією характерною рисою Бориса Ієремійовича було його природне вміння організувати людей навколо якоїсь справи, зацікавлювати і мотивувати співробітників на реалізацію ідей, створювати в колективі творчу і дружню атмо-

*Про наукову діяльність академіка Б.І. Веркіна написано вже досить багато, зокрема в 2007 р. у видавництві «Наукова думка» вийшла друком книга «Б.І. Веркин, каким мы его помним». Тому автор статті, будучи директором СКТБ ФТІНТу в 1991–1999 рр., зосередив основну увагу на науково-технічних роботах, які здійснювалися там під на керівництвом Бориса Ієремійовича.



Борис Ієремійович Веркін
(1919–1990)



Фото 1. Стенд термовакуумних випробувань космічних апаратів у КБ «Південне» і його розробники з СКТБ Фізико-технічного інституту низьких температур

сферу. Йому завжди вдавалося знайти потрібних фахівців, захопити їх своїм ентузіазмом і масштабом особистості, «заразити» бажанням неодмінно розв'язати якусь «загадку природи». Саме завдяки організаційному таланту Б.І. Веркіна у ФТНТі склалася потужна співдружність фізиків, математиків і конструкторів, було започатковано дослідження світового рівня з багатьох фундаментальних наукових проблем і побудовано дієву систему впровадження наукових розробок у виробничу практику.

Борис Ієреміїнович Веркін народився в Харкові 8 серпня 1919 р. в учительській сім'ї. Батько довгі роки викладав фізику в різних навчальних закладах міста. Після закінчення середньої школи перед Борисом постала дилема — присвятити себе музиці (а він дуже добре і професійно грав на фортепіано) чи науці. Він вибрав науку і в 1935 р. вступив на фізико-математичний факультет Харківського державного університету, але любов до музики зберіг на все життя.

Після короткого періоду служби в армії Б.І. Веркін у 1940 р. став аспірантом кріогенної лабораторії Харківського фізико-технічного

інституту. Це була потужна, відома у світі лабораторія, яку в 1931 р. заснував видатний фізик-експериментатор, один з піонерів фізики низьких температур Лев Васильович Шубніков. Втім, наукову роботу перервала війна. Борис Ієреміїнович потрапив на фронт, під Сталінградом був важко поранений, лікувався в госпіталі і до 1946 р. викладав у військовому училищі.

Після демобілізації повернувся до ХФТІ, де під керівництвом відомого фізика Бориса Георгійовича Лазарева займався дослідженням низькотемпературного квантового ефекту Шубнікова — де Гааза в металах. Отримав Б.І. Веркіним вагомі результати в цій галузі лягли в основу його кандидатської (1951), а потім і докторської дисертації, захищеної в 1958 р.

Наприкінці 1950-х років керівництво Радянського Союзу, усвідомлюючи провідну роль науки у зміцненні обороноздатності держави, приймає рішення про широкомасштабну підтримку і розвиток новітніх напрямів науки і техніки, для освоєння яких було заплановано створити в країні понад 1000 науково-дослідних інститутів у таких галузях, як ядерна фізика, радіоелектроніка, біофізика,



Фото 2. Перші польові випробування надпровідного квантового магнітометра. Біля приладу С.І. Бондаренко (праворуч) і Є.М. Тільченко. 1974 р.

космічні дослідження, фізика високих енергій і прискорювачі заряджених частинок, дослідження і застосування напівпровідників, надпровідники і магнітні матеріали, розроблення нових багатокомпонентних матеріалів та ін. Однак найбільшу увагу тоді почали приділяти космічним дослідженням, вагоме значення для розвитку яких мали результати робіт за всіма зазначеними вище напрямками.

Одним із розділів космічних досліджень були роботи в галузі фізики низьких температур, низькотемпературного матеріалознавства і створення апаратів для освоєння людиною космічного простору. Крім того, в ті роки вже було зрозуміло, що саме за низьких і наднизьких температур стає можливим вивчення і використання нових квантових явищ у речовинах (квантовий опір і сприйнятливність, надпровідність, рідкий гелій тощо). Отже, фізика низьких температур стала затребуваним напрямом, який обіцяв країні подальший науковий і технічний прогрес.

У цей період Б.І. Веркін був уже доктором наук, знаним ученим-фізиком, фахівцем у галузі фізики низьких температур, відомим своїм широким науковим кругозором. І він до-

бре розумів величезні перспективи розвитку низькотемпературної науки та широкоюсяжні можливості її застосування у різних галузях техніки. Тому, коли Борис Ієреміївич виступив з пропозицією про створення в Україні спеціалізованого, єдиного в країні академічного Фізико-технічного інституту низьких температур, до неї поставилися серйозно. Крім того, ця ініціатива здобула підтримку одного з керівників космічної програми Радянського Союзу академіка АН СРСР Сергія Павловича Корольова. Авторитет його був величезним, оскільки в 1957 р. під його керівництвом уперше у світі на навколосемну орбіту було виведено штучний супутник Землі.

Отже, в 1960 р. було створено Фізико-технічний інститут низьких температур АН УРСР, який і очолив Б.І. Веркін. За погодженням з С.П. Корольовим затвердили основні завдання для нової установи — дослідження і лабораторні випробування матеріалів та вузлів космічних апаратів під впливом космічного середовища. Для цього потрібно було зімітувати умови відкритого космосу в обмеженому просторі за допомогою наземних установок, які й мали розроблятися в Інституті. Для виконан-

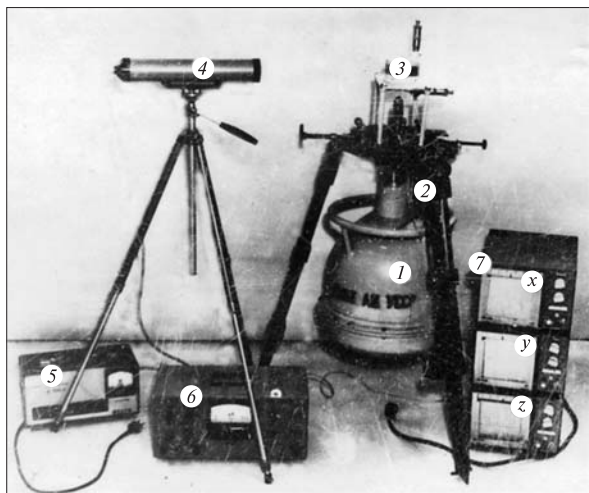


Фото 3. Трикомпонентний надпровідний квантовий магнітометр для польових геофізичних вимірювань

ня поставлених завдань Б.І. Веркін залучив не лише вчених-фізиків, а й фахівців інженерно-технічних спеціальностей. Уже в перші роки після заснування Інституту з метою забезпечення ефективності досліджень і випробувань наукових розробок за ініціативою Бориса Ієремійовича при ФТІНТі було створено госпрозрахункове Спеціальне конструкторсько-технологічне бюро (СКТБ), тематика робіт якого згодом охопила й багато інших важливих і перспективних науково-технічних напрямів. Незмінним науковим керівником усіх робіт СКТБ протягом 1960–1990 рр. був Б.І. Веркін (між собою співробітники ФТІНТу називали його просто Б.І.).

Зважаючи на визначні наукові досягнення в галузі фізики й техніки низьких температур, у вивченні електронних властивостей твердих тіл, надпровідності, низькотемпературного і вакуумного матеріалознавства, кріогенної біології і медицини у 1961 р. Бориса Ієремійовича Веркіна було обрано членом-кореспондентом, а згодом, у 1972 р., — дійсним членом Академії наук УРСР.

Космічні розробки. Першим із завдань, поставлених перед новоствореним Інститутом, було з'ясування причин значного збільшення зносу пар тертя в умовах космосу. Виявилося, що прийнята методика наземних випробувань

вузлів тертя у вакуумі непридатна для забезпечення їх працездатності в космосі. Причина полягала в тому, що космічний вакуум сильно відрізняється від традиційно створюваного в наземних умовах, оскільки у випробувальну вакуумну камеру потрапляє мастило вакуумних насосів, що полегшує роботу вузлів тертя. В особливо чистому вакуумі, отриманому у ФТІНТі, такого мастила немає, внаслідок чого тертя значно підвищується. Для зниження тертя в умовах космосу довелося створити абсолютно нові види мастил. Їх ефективність було продемонстровано в період участі ФТІНТу в розробленні коліс транспортного засобу (місяцехода), який успішно працював на Місяці.

Прямим наслідком першої роботи з вивчення тертя в космосі стало наступне завдання для Інституту з розроблення вакуумних випробувальних камер великого об'єму, в яких створювали космічний вакуум. Згодом ці камери виготовляли і використовували на кількох космічних підприємствах країни. Серцем камер стали розроблені в СКТБ конденсаційні кріогенні вакуумні насоси великої продуктивності, які й забезпечують газовий тиск, у мільярди разів менший від атмосферного.

Логічним продовженням робіт зі створення вакуумних камер стало оснащення їх іншими пристроями, що імітують вплив космосу на матеріали та обладнання космічного призначення. Так, було розроблено камери, в яких відтворюються потоки електронів і протонів, ультрафіолетове випромінювання Сонця, низькі температури та інші умови роботи матеріалів та конструкцій, характерні для їх перебування в космічному просторі. Розроблені в СКТБ імітаційні камери застосовуються в космічних дослідженнях в Україні, Німеччині та Китаї (фото 1).

Подальшим кроком у космічних розробках СКТБ стало виконання завдання зі створення цілої серії орбітальних систем глибокого охолодження і кріостатування електронних бортових пристроїв різного призначення. Головним досягненням у цій галузі було створення високонадійних бортових кріостатів з твердими газами (азотом, метаном та ін.), розрахованих

на тривалу (місяці і роки) роботу на космічних апаратах без обслуговування. Зокрема, системи глибокого охолодження успішно працювали на космічній станції «Салют». До 1990 р. було розроблено і успішно випробувано найдовговічнішу у світі космічну систему охолодження до 65 К з п'ятирічним ресурсом роботи на орбіті.

Паралельно з твердотільними космічними системами охолодження в СКТБ проводилися фундаментальні та прикладні дослідження з тепло- і масообміну в криогенних рідинах ракетних і космічних систем. Було виконано величезний обсяг дослідних робіт, у більшості своїй піонерних, з вивчення процесів кипіння рідких кисню, водню, азоту, гелію при різних теплових завантаженнях та за різних гравітаційних впливів — від невагомості до прискорень, які в сотні й тисячі разів перевищують прискорення, що визначає силу тяжіння на Землі.

Будь-які дослідження в галузі криогенних процесів і пристроїв неможливі без використання низькотемпературних термометрів. Як правило, до таких вимірювальних приладів висувають жорсткі вимоги щодо їх мініатюризації, чутливості та надійності. Під керівництвом Б.І. Веркіна було розгорнуто масштабні роботи зі створення цілого спектра таких термометрів. Ці мініатюрні, найчастіше напівпровідникові прилади здатні вимірювати температури від часток градуса за шкалою Кельвіна до кімнатних значень, працюючи в найрізноманітніших системах — від стаціонарних лабораторних криостатів до космічних апаратів різного призначення. Низькотемпературні термометри СКТБ ФТІНТ отримали державний сертифікат на серійне виробництво.

Крім призначених для роботи в космосі систем охолодження і термометрів, на міжпланетній станції «Венера» було успішно використано космічний мас-спектрометр, розроблений і виготовлений в СКТБ. За допомогою цього мас-спектрометра вчені вперше надійно встановили газовий склад атмосфери Венери.

Формування криогенного газового, рідкого і твердого середовищ з температурою 90 К і ниж-

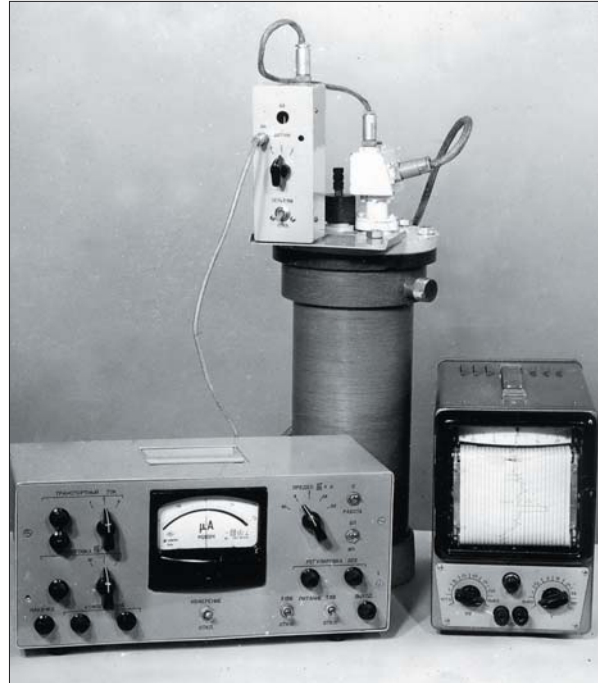


Фото 4. Комплект вимірювальної апаратури на основі надпровідного квантового градієнтметра для авіаційних геофізичних робіт. 1982 р.

че в будь-якій області, яка оточена або теплою атмосферою Землі, або штучно створеним середовищем проживання людини (наприклад, на космічному кораблі), потребує розроблення спеціальної конструкції термічної ізоляції цієї області від навколишнього середовища з температурою порядку 300 К. З цією метою в СКТБ було проведено дослідження зі створення спеціальної екранно-вакуумної термічної ізоляції, призначеної для роботи на різних об'єктах з використанням криогеніки.

Екранно-вакуумна термічна ізоляція являє собою багатошаровий пакет зі спеціального паперу та органічної плівки, які погано проводять тепло, вкритий тонким шаром алюмінію. Алюміній відбиває інфрачервоне випромінювання нагрітих тіл і зовнішнього теплового середовища, в результаті чого зменшується приплив теплового випромінювання до криорідин і охолоджуваних конструкцій. Зокрема, в СКТБ було створено безазотний гелієвий криостат, що містить 10 л рідкого гелію. Саме за-

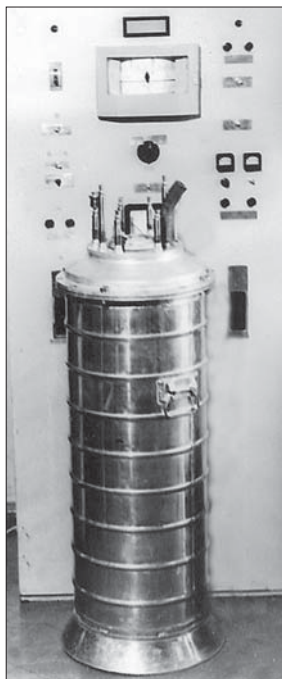


Фото 5. Гелієвий кріостат з надпровідним магнітним екраном з діаметром вхідного отвору 150 мм для метрологічних випробувань надпровідних квантових магніметрів

вдяки розробленій нами конструкції екранно-вакуумної термічної ізоляції в цьому кріостаті можна було зберігати рідкий гелій протягом одного року. За наявними на сьогодні відомостями, цей кріостат має найменшу у світі швидкість випаровування рідкого гелію в наземних стаціонарних умовах.

Надпровідна електроніка. Одним з двох основних напрямів у галузі прикладної надпровідності є надпровідна електроніка. Про другий напрям — надпровідність великих потужностей — йтиметься далі. Переваги і перспективність надпровідної електроніки порівняно з традиційною «теплою», найчастіше напівпровідниковою, електронікою ґрунтуються на істотно меншому енергоспоживанні, можливості нанорозмірної реалізації найважливіших компонентів приладів, а також на досяжності квантових границь за чутливістю вимірювань різних фізичних величин.

У 1971 р. Б.І. Веркін прийняв рішення про організацію в СКТБ чотирьох нових відділів: надпровідникової квантової магнітометрії, надпровідних резонансних пристроїв, надпровідних приймачів інфрачервоного випро-

мінювання і відділу кріогенної термометрії. Очолили ці підрозділи вихідці з відділу Ігоря Михайловича Дмитренка, які захищали свої кандидатські дисертації за цими новими науковими напрямами. Діяльність новостворених відділів була спрямована на розроблення і якнайскоріше впровадження високочутливих надпровідних електронних пристроїв, створених за результатами фундаментальних досліджень ФТІНТу.

У найкоротші терміни співробітники відділу надпровідникової квантової магнітометрії розробили й виготовили трикомпонентні надпровідні квантові магніметри на основі ефекту Джозефсона з чутливістю 10^{-12} Тл, які не мали аналогів не лише в країні, а й за кордоном. Призначалися ці магніметри для польових геофізичних робіт (фото 2, 3). Їх ефективно використовували для геофізичних досліджень кімберлітових трубок і залізородних родовищ у Східному Сибіру та Якутії. У відділі також уперше у світі було розроблено і випробувано авіаційні надпровідні квантові градієнтметри з чутливістю 10^{-12} Тл/м (фото 4). Крім того, фахівці відділу розробили і виготовили унікальні за своїми параметрами надпровідні магнітні екрани для екранування постійного і змінного магнітного поля (фото 5). Зокрема, за допомогою таких екранів вдалося досягти магнітного вакууму із залишковим полем 10^{-13} Тл в об'ємі 1000 см^3 . Це досягнення стало свого часу світовим рекордом у галузі створення магнітного вакууму. Вперше в світі під керівництвом Б.І. Веркіна було досліджено і виявлено вплив магнітного вакууму на розвиток бактерій.

У відділі надпровідних резонансних пристроїв з 1971 по 1991 р. розроблено і виготовлено надпровідні НВЧ-резонатори з найвищою в країні добротністю (10^{10} – 10^{11}), а також електромагнітні підвіси. На їх основі було створено унікальні високостабільні генератори НВЧ-випромінювання з потужністю до 1 Вт. Співробітники відділу розробили також надпровідні резонатори на частоти від 1 МГц до 1 ГГц, які було використано для створення вузькосмугових фільтрів для систем зв'язку різного призначення. Надпровідні підвіси у



Фото 6. Біля надпровідного радіометра (справа наліво): В.О. Ководченко, В.Г. Білан, В.М. Овчаренко

вигляді сферичного тіла в центрі електромагнітних котушок дали змогу розробити і виготовити експериментальний зразок високочутливого гравіметра. За допомогою такого гравіметра вперше в країні на спеціально створеному для цього стенді було виміряно з високою точністю зміни сили тяжіння на Землі під дією місячного притягання.

У відділі надпровідних приймачів інфрачервоного випромінювання в той самий період було виконано комплекс наукових і прикладних досліджень властивостей та характеристик надпровідних болометрів на основі різних металевих плівок. За результатами досліджень було створено оригінальні конструкції надпровідних болометрів (Зоря-1, Зоря-2, Рубін-1, Рубін-2) для реєстрації інфрачервоного випромінювання з довжиною хвилі від 1 до 12 мкм та з чутливістю, що не поступається найкращим зарубіжним зразкам, а в деяких випадках навіть з рекордною величиною чутливості в діапазоні 10^{-17} – 10^{-10} Вт/Гц^{0,5} (для різної довжини хвилі). Ці прилади широко застосовували для геофізичного моніторингу земної поверхні з літаків або повітряних куль, а також у прак-

тиці метрологічного забезпечення при розробленні ГЧ-лазерів на підприємствах країни (фото 6).

Серійно виготовлялися розроблені у відділі кріогенної термометрії мініатюрні термодіоди АД-302 на основі арсеніду галію, що забезпечують високоточні вимірювання температури в діапазоні 1,5–300 К, а також термометри типу ТСАД. Дослідний завод ФТІНТу випустив їх понад 3000 штук. Іншим типом кріогенних термометрів найвищої надійності були датчики температури на основі литих мікродротів з міді, нікелю, платини, заліза з родієм, індію діаметром від 3 до 20 мкм. Дослідні зразки цих датчиків мали аббревіатурну назву ТСМФ. Похибка вимірювання температури становила не більше 0,01 К.

Дещо пізніше від зазначених вище відділів було створено відділ надпровідних антен. Його фахівці виконали розрахункові і модельні дослідження впливу явища надпровідності на габаритні та енергетичні властивості НВЧ-антен різного типу — від елементарних до ґраткових. Було показано, що надпровідність дозволяє збільшити ККД антен та випромінювану по-

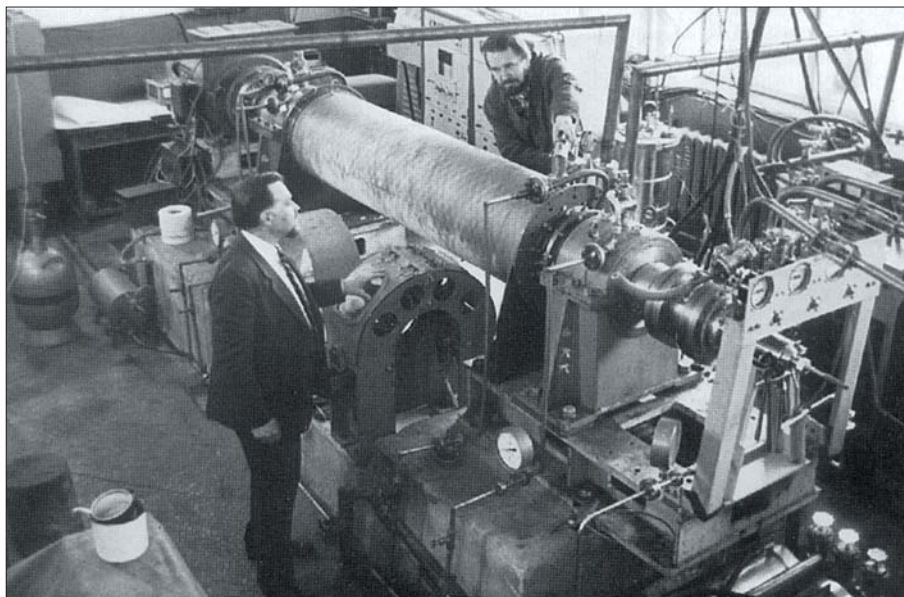


Фото 7. Стенд для випробувань ротора надпровідного генератора потужністю 300 МВт; праворуч – провідний фахівець з випробувань М.М. Левченко

тужність (у 10–100 разів), а також істотно зменшити розміри антенних випромінювачів (приблизно на порядок).

Надпровідні електричні машини. Виготовлення обмоток електричних машин з надпровідного дроту дозволяє збільшити струм, що проходить через них, і створити в зазорі між статором і ротором магнітне поле, яке в багато разів перевищує магнітне поле в традиційних генераторах і двигунах. А це означає, що багаторазово збільшується потужність цих машин. При цьому з'являється можливість значно зменшити габарити і масу електромашин. Однією з перших організацій у країні, що почали розробляти надпровідні генератори і електродвигуни великої потужності, було СКТБ ФТІНТу. Під керівництвом Б.І. Веркіна в період з 1970 по 1985 р. було створено оригінальні надпровідні ротори генераторів змінної напруги потужністю від 2 до 300 МВт (фото 7), розроблено унікальні обертальні кріостати для роторів генераторів і уніполярних двигунів. Спільно з ленінградським об'єднанням «Електросила» та Харківським електромашинобудівним заводом були виготовлені та успішно пройшли стендові випробування експериментальні зразки надпровідних генераторів ве-

ликої потужності і двигунів з потужністю до 132 кВт.

Кріогенні медичні пристрої. Локальне охолодження ділянок тканин людського організму до низької температури (від -50 до -160°C) дозволяє проводити безболісне і здебільшого безкровне лікування. Для цього в СКТБ було розроблено кріохірургічні інструменти для стоматології, отоларингології, гінекології, дерматології, неврології, офтальмології тощо. Виробляли їх за документацією СКТБ не лише на заводі ФТІНТу, а й на інших підприємствах країни у вигляді як автономних малогабаритних кріодеструкторів, так і стаціонарних пристроїв, що працюють з використанням рідкого азоту та закису азоту.

За ініціативою Б.І. Веркіна група конструкторів СКТБ спільно з широковідомим в Україні та за кордоном видатним судинним хірургом Миколою Леонтійовичем Володосем розробили й виготовили унікальний апарат штучного кровообігу, який не мав аналогів у світі, а також винайшли синтетичний самофіксувальний протез для великих кровоносних судин (аорти та ін.). Такий протез у вигляді стента вперше у світовій практиці був успішно застосований професором М.Л. Володосем для

лікування аневризми грудної аорти і клубової артерії. За ці піонерні роботи М.Л. Володося було удостоєно державної премії імені академіка О.М. Бакулева.

Низькотемпературне середовище у вигляді рідкого охолодженого газоподібного азоту забезпечує унікальну і високоефективну консервацію біопродуктів (крові, кісткового мозку) та ендокринно-ферментної сировини. СКТБ зробило значний внесок у розроблення кріогенного обладнання для кріоконсервації зазначених матеріалів. Було створено оригінальні кріобіокомплекси, які застосовувалися в багатьох медичних організаціях країни.

За розробки в галузі кріомедицини авторський колектив співробітників ФТІНТу на чолі з академіком Борисом Ієреміївичем Веркіним у 1978 р. було відзначено Державною премією СРСР. Крім того, зазначені роботи зі створення кріогенних медичних пристроїв заклали основу для організації в Харкові з ініціативи Б.І. Веркіна спеціалізованого академічного Інституту проблем кріобіології та кріомедицини.

Транспортування і низькотемпературне зберігання продуктів харчування. Протягом 1970–1980 рр. в СКТБ виконувалися роботи з розроблення низькотемпературних азотних систем термостатування (НАСТ) з азотною атмосферою для далеких і внутрішньоміських перевезень різноманітних продуктів харчування, які швидко псуються. Ці системи засвідчили свою істотну перевагу порівняно з традиційними транспортними системами охолодження з холодильними машинами на основі фреону. Збереженість продуктів зросла вдвічі. На Дослідному виробництві ФТІНТу і на заводі ФТІНТу в м. Валки Харківської області було вироблено близько тисячі установок НАСТ для вантажних машин різної вантажопідйомності (фото 8).

Автономні кріогенні системи кондиціонування і підводні дихальні апарати. Можливість зберігати повітря в рідкому стані у відносно невеликому об'ємі дозволяє створювати автономні системи для забезпечення чистої атмосфери з нормальною температурою



Фото 8. Автомобіль з азотною системою охолодження (НАСТ-3) для тривалого зберігання продуктів харчування під час їх перевезень

в кабінах транспортних засобів на ділянках зі шкідливим для здоров'я рівнем загазованості, в підводних дихальних апаратах тощо. Ґрунтуючись на зазначеному принципі, в СКТБ було розроблено пристрої для кондиціонування повітря та експериментальні підводні апарати. Зокрема, створена індивідуальна система дихання (СІД) з 20-літровим об'ємом рідкого повітря забезпечувала можливість дихати чистим повітрям упродовж 8 годин за температури 15–25 °С і з витратою 30–60 л/хв.

Кріогенне подрібнення сировини. Більшість матеріалів за низьких температур втрачають пластичність і стають крихкими, особливо якщо охолодження відбувається до наднизьких температур на рівні температури кипіння рідкого азоту (–196 °С). Крихкі матеріали при цьому можна механічно подрібнювати до дрібнодисперсних порошків. З використанням досить дешевого рідкого азоту можна отримувати мікро- і нанопорошки цементу, гуми, харчових

продуктів, лікарських засобів і різних металів. Такі можливості було продемонстровано за допомогою розроблених у СКТБ кріометалів різних конструкцій. Отримані при цьому кріопорошки, як правило, мають переваги перед порошками, одержаними традиційними методами, завдяки їх високій однорідності та меншим розмірам частинок.

Лабораторні та спеціальні кріостати.

Використання кріогенних температур донедавна було неможливим без пристроїв для зберігання рідких газів (гелію, водню, азоту) – кріостатів. Якщо в 1950–1960-х роках у лабораторіях кріостати були скляними (посудиною Дьюара), то вже в 1970-х роках почали з'являтися високонадійні металеві кріостати як для лабораторних, так і для польових робіт. З цього часу СКТБ стає одним з головних у країні розробників, а разом з Дослідним виробництвом ФТІНТу – і одним з головних виробників кріостатів різного призначення з нержавіючої сталі, переважно для зберігання рідкого гелію. У 1970–1985 рр. було розроблено понад сотню типів металевих кріостатів різного призначення, які постачалися як для потреб ФТІНТу, так і для багатьох інших організацій країни. У 1980-х роках у ФТІНТі було започатковано роботи з розроблення гелієвих немагнітних кріостатів зі склопластиків. У цей період фахівці СКТБ виконали значний обсяг робіт з дослідження властивостей таких кріостатів та провели їх випробування в польових умовах. Один із типів таких кріостатів успішно застосовувався в складі польового геофізичного СКВІД-магнітометра для магнітної розвідки корисних копалин на території Якутії. Ще однією з перспективних розробок СКТБ у цей період стало створення металевого кріостата у вигляді паливного бака (на 200 л) з рідким метаном для вантажних автомобілів. Ця розробка була частиною державної програми, яка передбачала перехід до 2000 р. всього вантажного транспорту країни на рідкий метан як більш дешеве і екологічно чисте паливо.

Газоструминне джерело електромагнітного випромінювання. У 1960-х роках відомий харківський фізик доктор фізико-

математичних наук Я.М. Фогель запропонував використовувати опромінення електронами високошвидкісного газового струменя з метою отримання гальмівного електромагнітного випромінювання. З ініціативи Б.І. Веркіна в СКТБ було проведено роботи під керівництвом доктора наук Е.Т. Верховцевої, результатом яких стало створення абсолютно нового унікального газоструминного джерела вакуумного ультрафіолету і м'якого рентгенівського випромінювання. Цей генератор електромагнітного випромінювання назвали ГИС (від рос. *газоструйный источник солнечного излучения*), оскільки спектральний склад отриманого випромінювання був близьким до випромінювання Сонця у вакуумному середовищі, зокрема в космосі. Поряд з новими фундаментальними фізичними результатами щодо механізмів формування такого електромагнітного випромінювання було запропоновано використання ГИС у прикладних роботах. Цей пристрій може успішно застосовуватися для вивчення впливу сонячного випромінювання на матеріали або в космічній техніці. Одним з найважливіших результатів, отриманих під час дослідження ГИС, було досягнення кріогенної температури (10 К) надзвукового струменя аргону, що витікає з сопла у вакуум.

Природа такого випромінювання близька до процесів, що виникають в іоносфері і, можливо, в атмосфері Землі внаслідок гальмування ними сонячного вітру, який складається зі швидких електронів і протонів. Як відомо, сонячний вітер максимізується під час сплесків сонячної активності, що спричинює виникнення на Землі так званих електромагнітних бур. Вивчення впливу спектра випромінювання такого типу на земні біологічні системи і людину є актуальним завданням сучасної науки.

Отже, за період з 1960 по 1990 р. госпрозрахункове СКТБ ФТІНТу під керівництвом Бориса Ієремійовича Веркіна виросло в унікальне в масштабах країни науково-технічне об'єднання, яке на високому науковому і технічному рівні виконувало розробки з цілої низки актуальних на той час напрямів кріоген-

ної техніки. Чисельність співробітників СКТБ наприкінці 1980-х років досягла 1200 осіб. Це була одна з найбільших в Академії наук організацій такого типу. У штаті СКТБ у цей період налічувалося 10 докторів і 30 кандидатів наук, кілька співробітників стали лауреатами державних премій, розробки регулярно здобували дипломи на численних всесоюзних науково-технічних виставках. На всесоюзних конференціях секції з прикладної надпровідності, криогенної та космічної техніки найчастіше очолювали провідні фахівці СКТБ.

За редакцією Б.І. Веркіна було видано кілька монографій з проблем криогенної науки і техніки. Борис Ієремійович підтримував тісні наукові контакти із зарубіжними колегами і завжди тримав співробітників у курсі всіх світових новинок відповідного напрямку. Все це сприяло тому, що СКТБ впевнено посідало

передові позиції в країні у сфері конструкторсько-технологічних розробок. Співробітники СКТБ зареєстрували понад тисячу авторських свідоцтв на винаходи, опублікували сотні наукових статей в авторитетних фахових журналах, зробили більш як тисячу наукових доповідей на всесоюзних науково-технічних конференціях. Фахівці провідних наукових установ з усієї країни, а також із зарубіжжя відвідували ФТІНТ з бажанням перейняти досвід організації робіт у галузі прикладної надпровідності та криогенної техніки. Не випадково Борис Ієремійович в останні роки його діяльності серйозно розглядав ідею створення на базі СКТБ спеціалізованого інституту криогенної техніки.

СКТБ ФТІНТу є гідною пам'яттю про академіка Б.І. Веркіна, завзята й самовіддана натура якого породила цю організацію і великою мірою визначила її успіхи.