

Хроніка

До 125-ї річниці від дня народження Л. В. Шубникова: хроніка наукового тріумфу у Харкові



Лев Васильович Шубников (1901–1937) — титан експериментальної фізики, чия коротка, але стрімка кар'єра вивела на світовий рівень фізичні дослідження при низьких температурах в Україні. Хоча його життя трагічно обірвалося політичними чистками, шість років (1931–1937), які він провів у Харкові, являють собою «золотий вік» наукових відкриттів, що й досі резонують у сучасній фізиці конденсованого стану. За участю Льва Шубникова Український фізико-технічний інститут (УФТИ) перетворився на міжнародний епіцентр кріогеніки, який став *alma mater* для нових інститутів у Харкові, зокрема Фізико-технічного інституту низьких температур, Інституту радіофізики та електроніки, Інституту радіоастрономії.

До вирішального переїзду Льва Шубникова до Харкова в 1930 році його освіта та науковий шлях були зумовлені навчанням у Петрограді й періодом досліджень у Нідерландах, що мав визначальний вплив. Восени 1918 року, у шістнадцятирічному віці, Лев Шубников вступив на математичний факультет Петроградського університету. Щоб забезпечити себе в цей період надзвичайних труднощів, у 1919 році він почав працювати лаборантом в Оптичному інституті. Після часу, проведеного у Фінляндії та Німеччині між 1921 і 1923 роками, Л. В. Шубников повернувся до Петрограда, щоб навчатися в Політехнічному інституті, одночасно проводячи

дослідження в лабораторії Івана Обреїмова у Фізико-технічному інституті. Ця співпраця з метром призвела до публікації в 1924 році методу Обреїмова–Шубникова для вирощування високоякісних металевих монокристалів. У липні 1926 року він успішно захистив дипломну роботу, присвячену використанню оптичних методів для вивчення деформацій кристалів.

За рекомендацією Абрама Іоффе та Пауля Еренфеста Льва Шубникова було запрошено до провідної у світі Лейденської кріогенної лабораторії під керівництвом Вандера Йоханнеса де Гааза. Туди він прибув у листопаді 1926 року, де протягом чотирьох років набував досвіду в застосуванні кріогенних методів та надточних електричних вимірюваннях. Головним науковим досягненням Льва Шубникова в Лейдені стало відкриття ефекту Шубникова–де Гааза. Отримавши монокристали вісмуту унікальної чистоти, він здійснив експериментальне спостереження квантових осциляцій електричного опору вісмуту залежно від магнітного поля. Відкриття в Лейдені, разом із пов'язаною з ними роботою з магнітної сприйнятливості, заклали експериментальну основу для вивчення електронних властивостей металів і напівпровідників, галузі, що пізніше отримала назву «ферміологія».

Лев Шубников покинув Лейден і повернувся додому влітку 1930 року, щоб використати отриманий досвід

для заснування у Харкові першої в країні кріогенної лабораторії з досліджень при низьких температурах. Вибір Харкова був стратегічним: місто переживало масштабну індустріалізацію завдяки будівництву ковальських заводів, таких як Тракторний та Турбінний. «Хрещений батько» вітчизняної фізики Абрам Іоффе планував створення мережі інститутів поблизу промислових центрів, і УФТІ був флагманом цих зусиль.

Восени 1931 року Льва Шубникова було призначено керівником кріогенної лабораторії УФТІ. Він спроектував нову лабораторію за зразком лейденської, надаючи пріоритет створенню сучасної майстерні з висококваліфікованими фахівцями.

Важливої віхи харківського періоду було досягнуто наприкінці 1932 року. Використовуючи скраплювачі, засновані на методі Саймона, Лев Шубников та його команда вперше в країні успішно отримали рідкий гелій. Це був подвиг величезної технічної складності. На той час гелій скраплювали лише в Лейдені, Торонто та Берліні. Цей успіх одразу ж зробив УФТІ одним зі провідних кріогенних центрів світового рівня.

Лев Шубников був не лише менеджером, а й майстром-експериментатором із «золотими руками», який чудово знався на приладах та експериментальній апаратурі. Він сприяв формуванню унікального духу «штурму та натиску» в харківській фізиці на той період, що характеризувався інтенсивною роботою, високими теоретичними стандартами та повною відсутністю наукової бюрократії.

Найвищим досягненням харківської групи вченого стало відкриття надпровідності II типу, явища, яке наразі відоме як фаза Шубникова. У той час наукова спільнота зосереджувалася на чистих металах (надпровідниках I типу), які різко втрачають свою надпровідність у магнітному полі, але Лев Шубников звернув увагу на сплави. Працюючи з Юрієм Рябініним, Володимиром Хоткевичем та Георгієм Шепелевим, він вивчав сплави свинець-талій та свинець-вісмут. Дослідники виявили, що ці матеріали мають два критичні магнітні поля. Нижче поля H_{c1} сплав поводить себе як ідеальний діамagnetик, але між критичними полями H_{c1} і H_{c2} магнітне поле починає проникати в матеріал, тоді як електричний опір залишається нульовим.

Це відкриття випередило свій час на десятиліття. Провідні теоретики, в тому числі Лев Ландау, ставилися до сплавів скептично, вважаючи їх «неприємною справою» через складність приготування хороших зразків. Однак група Шубникова володіла найкращими у світі металургійними знаннями, що дозволило науковцям створювати однорідні сплави й довести, що цей ефект був внутрішньою властивістю матеріалу, а не результатом дефектів кристалічної решітки. Лише у 1957 році Абрикосов надав теоретичне пояснення цих ефектів у роботі, за яке згодом було присуджено Нобелівську премію.

У 1936 році Лев Шубников та Борис Лазарєв провели дослідження, яке згодом було названо «одним із найкрасивіших експериментів у фізиці». Вони прагнули виміряти магнітний момент протона, використовуючи твердий водень при температурі близько 2 К. Експеримент був неймовірним технічним завданням, що вимагало експериментального виявлення ядерного парамагнетизму. Науковці використовували баланс Гуї для вимірювання магнітної сприйнятливості твердого водню, визначивши величину магнітного моменту протона, яка знаходилася в межах 10% від сучасно прийнятого значення. Цей результат виправив помилкові теоретичні оцінки на тринадцять порядків, що стало приголомшливим тріумфом експериментальної точності.

У Харкові Лев Шубников також зробив фундаментальний внесок у вивчення магнетизму. Разом зі своєю дружиною Ольгою Трапезніковою вони використовували спеціально розроблений адіабатичний калориметр для вивчення безводних солей, зокрема хлориду заліза (FeCl_2). Вони експериментально спостерігали аномалію питомої теплоємності, що підтвердило існування фазового переходу в антиферомагнітний стан, теоретично передбаченого Ландау. Температури переходу, встановлені ними для цих солей, досі наводяться в підручниках з фізики.

Крім того, у 1936 році Лев Шубников спільно з Абрамом Кікоїном опублікував перші в країні результати щодо властивостей рідкого гелію II. Вони провели оптичні дослідження надплинної фази, що започаткували масштабну програму вивчення конденсованих фаз гелію.

Під керівництвом Льва Шубникова та його близького друга Льва Ландау, який прибув до Харкова у 1932 році, УФТІ став динамічним міжнародним центром. Науковий союз Шубникова, блискучого експериментатора, та Ландау, видатного теоретика, був унікальним в історії фізики. Вони залишалися до ночі в кріогенній лабораторії, обговорюючи результати досліджень, які могли призвести до нових відкриттів.

Харків став обов'язковим місцем відвідування для світової еліти фізиків, серед яких були Нільс Бор, Пауль Дірак, Вольфганг Паулі та Віктор Вайскопф. У 1935 році С. І. Вавілов зробив відому оцінку, що чверть усіх фізичних досліджень у країні проводиться саме в Харкові. Лев Шубников також сприяв заснуванню *Physikalische Zeitschrift der Sowjetunion* — рецензованого наукового журналу, який видавався в країні з 1932 по 1938 рік. Журнал публікував дослідження німецькою, англійською та французькою мовами, що забезпечувало їх доступність для світової аудиторії.

Лев Шубников був також вченим-практиком, який добре розумів потреби вітчизняної промисловості. Він усвідомлював, що його лабораторія була замалою для роботи на пілотній установці, тому заснував недалеко від Харкова Дослідну станцію глибокого охолодження.



У першому ряду: друга зліва О. М. Трапезнікова — дружина Л. В. Шубникова, третій зліва М. Л. Шубников — син Л. В. Шубникова, четвертий зліва Б. І. Веркін — директор ФТІНТ у 1960–1988 роках. Фото зроблене під час святкування 25-річчя ФТІНТ (1985 р.).

Станцію створили для подолання розриву між фундаментальними дослідженнями та промисловим застосуванням, щоб зосередитися на розділенні газових сумішей, зокрема на вилученні водню з коксового газу та кисню з повітря. Для Наркомату важкої промисловості Лев Шубников сформулював завдання досліджень технічної фізики в кріогеніці, і таким чином фізика низьких температур почала сприяти економічному розвитку країни.

Блиск харківського наукового тріумфу зробив його руйнування ще більш спустошливим. Коли НКВС (попередник КДБ) посилив «Велику чистку», незалежний дух та міжнародні зв'язки УФТІ стали тягарем. «Справа УФТІ» була цілеспрямованим нападом на керівництво інституту.

Вранці 6 серпня 1937 року Льва Васильовича Шубникова викликали у «терміновій» справі до інституту, і він так і не повернувся. Його хибно звинуватили в участі в «контрреволюційній троцькістській групі» під керівництвом Льва Ландау та в тому, що він був шпигуном на користь Німеччини.

Під психологічним тиском, імовірно пов'язаним із погрозами щодо його вагітної дружини, Шубников підписав зізнання. Його засудили до «найвищої міри покарання» та розстріляли 10 листопада 1937 року у віці тридцяти шести років.

Після втрати на ім'я Льва Васильовича Шубникова опустилася «стіна мовчання». Його оголосили «ворогом народу», а прізвище викреслили з фізичної літератури. У статтях, опублікованих групою Шубникова після 1937 року, його ім'я було вилучено зі списку авторів.

Наукову спадщину вченого врятувала від забуття лише мужність його колег. У 1950 році Борис Веркін, Борис Лазарєв та Микола Руденко нарешті запровадили термін «ефект Шубникова–де Гааза» у науковій статті — акт значної громадянської мужності в умовах політичних репресій.

У 1957 році Л. В. Шубникова було посмертно реабілітовано. Того ж року в знаковій статті Абрикосова про надпровідність II типу було визнано результати Льва Шубникова 1937 року, повернувши вченому належне місце в історії. Засновник Фізико-технічного інституту низьких температур (ФТІНТ) у Харкові Борис Веркін присвятив останню частину життя забезпеченню визнання наукових праць і поверненню імені Льва Шубникова, вважаючи відновлення честі вченого одним із своїх найбільших життєвих досягнень.

Сьогодні, відзначаючи 125-річчя Льва Шубникова, знову підтверджується, що він є справжнім піонером вітчизняної кріогеніки. Видатна діяльність вченого в Харкові заклала основи сучасних досліджень надпровідності, магнітних і електронних властивостей металів.

Життя Льва Васильовича Шубникова є трагічним нагадуванням про те, як безжальний режим зруйнував долю видатного вченого. Наукова школа, яку було засновано у Харкові, вижила і створила один із найважливіших центрів досліджень з фізики низьких температур. Лев Шубников залишається символом наукової допитливості, технічної майстерності та безкомпромісної відданості науці.

1. L. J. Reinders, *The Life, Science and Times of L. V. Shubnikov*, Springer Biographies (2018).
2. S. A. Gredeskul, L. A. Pastur and Yu. A. Freiman, *The last accomplishment of B. I. Verkin*, *Low Temp. Phys.* **47**, 794 (2021) [*Fiz. Nizk. Temp.* **47**, 862 (2021)].
3. О. М. Трапезнікова, *Спогади*, у кн.: Л. В. Шубников, *Вибрані праці. Спогади*, Наукова думка, Київ (1990).

Ю. Г. Найдюк