

MATERIALS ON THE ANNIVERSARY OF FOUNDATION OF THE G. V. KURDYUMOV INSTITUTE FOR METAL PHYSICS OF THE N.A.S. OF UKRAINE

PACS numbers: 01.30.Rr, 01.30.Ww, 01.65.+g, 01.75.+m

Етапи 75-річного розвитку та напрями досліджень Інституту металофізики ім. Г. В. Курдюмова НАН України

О. М. Івасишин, Є. Г. Лен, В. В. Лізунов, В. А. Татаренко, Г. С. Фірстов

*Інститут металофізики ім. Г. В. Курдюмова НАН України,
бульв. Акад. Вернадського, 36,
03142 Київ, Україна*

Дано історичний нарис створення й основних етапів розвитку Інституту металофізики ім. Г. В. Курдюмова НАН України, якому наприкінці 2020 року виповнилося 75 років. Викладено основні наукові напрями та досягнення вчених-металофізиків Інституту за останні десятиліття та зазначено перспективні напрями металофізичних досліджень в Україні.

Ключові слова: фізика металів, металофізика, металографія, металознавство, перспективні напрями металофізичних досліджень, історія науки.

A short historical review of stages of formation of the G. V. Kurdyumov Institute for Metal Physics (N.A.S. of Ukraine) in connection with its 75th anniversary is presented. (According to both the decree of the Council of Peoples Commissars of the Ukrainian S.S.R. of 15 November, 1945 and the decision of Presidium of the Academy of Sciences of the Ukrainian S.S.R. of 21 December, 1945, Laboratory of Metal Physics at the Academy of Sciences of the Ukrainian S.S.R. began to work since 1 January, 1946.) The basic achievements of metal physicists of the Institute along the past decades are briefly identified, and

Corresponding author: Valentyn Andriyovych Tatarenko
E-mail: tatar@imp.kiev.ua

*G. V. Kurdyumov Institute for Metal Physics, N.A.S. of Ukraine,
36 Academician Vernadsky Blvd., UA-03142 Kyiv, Ukraine*

Please cite this article as: O. M. Ivasishin, E. G. Len, V. V. Lizunov, V. A. Tatarenko, and G. S. Firstov, Stages of 75-Year Development and Research Directions of the G. V. Kurdyumov Institute for Metal Physics of the N.A.S. of Ukraine, *Metallofiz. Noveishie Tekhnol.*, **43**, No. 4: 435–454 (2021) (in Ukrainian), DOI: [10.15407/mfint.43.04.0435](https://doi.org/10.15407/mfint.43.04.0435).

promising trends of metal physics research in Ukraine are outlined.

Key words: physics of metals, metal physics, metallography, physical metallurgy, promising trends of metal physics research, history of science.

(Отримано 2 січня 2021 р.)

Оброблення металів відоме людству вже більше семи з половиною тисяч років. Воно активно використовувало і використовує особливі хемічні та фізичні, зокрема механічні, електричні та магнетні, властивості металів. Проте в окрему наукову дисципліну металознавства, як один з розділів фізики конденсованого стану речовини та, зокрема, фізики твердого тіла. Переходу від якісного до кількісного опису металів і сплавів, а також метод їх одержання й оброблення передували тривалий розвиток хемії та створення цілої низки фізичних інструментів, зокрема, мікроскопа (XVI–XVII ст.) і термометра (XVIII ст.). Та лише з середини XIX ст. фізичний інструментарій почав масово застосовуватися з метою дослідження металів. У цей самий час відбувалося становлення теоретичних та експериментальних основ термодинаміки та фізичної кінетики, які, аж до створення на початку XX ст. квантової механіки, визначали головні напрями досліджень металів. Отже, металознавство, як самостійний напрям, виникло і сформувалося наприкінці XIX ст., коли макроскопічними методами термодинаміки, механіки суцільних середовищ тощо було досліджено основні фізичні та хемічні властивості багатьох металів і сплавів. Власне фізика металів сформувалася лише на початку XX ст.

Промислова революція зумовила прискорений розвиток металургії в Європі. Але з часів «батька металургії» Г. Агріколи до середини XIX ст. як у Європі, так і на теренах тодішньої Російської імперії панували лише описові методи при дослідженні структури та властивостей металів і сплавів. Так, мікроскоп було вперше застосовано для дослідження сталей тільки у 1830-х рр. російським ученим-металургом П. П. Аносовим, який не тільки розкрив втрачений секрет булатної сталі, а й став першим металургом, розпочавши планомірне дослідження впливу домішок різних хемічних елементів на властивості сталі, і довів наявність зв'язку між будовою та властивостями сталі. Слід зауважити, що спеціальний мікроскоп для спостереження непрозорих тіл у відбитих променях, у тому числі для металографії, було винайдено лише в 1850 р. американцем Дж. Л. Смітом та у 1863 р. вдосконалено і застосовано власне для дослідження металів англійським ученим Г. К. Сорбі, який пізніше за його допомогою ідентифікував та описав такі фазові складові структури як перліт, ферит та ін. Німецький металознавець

А. Мартенс у 1878–1880 рр. незалежно охарактеризував внутрішню структуру сталі за допомогою нового мікроскопу, придатного для зйомок із великими збільшеннями з використанням фотографічних пластин і методик приготування металевих зразків, що включали їх щавлення. У 1898 р. французький учений Ф. Осмонд опублікував роботу, що описувала загальну методу мікроструктурної аналізи вуглецевих сталей, описав металографічні характеристики цілого ряду складових у сталях і з використанням мінералогічного підходу надав назви цим складовим: сорбіт (на честь Г. К. Сорбі), троостит (на честь французького науковця Л. Ж. Трооста) та мартенсит (на честь А. Мартенса). Серед першопрохідників в галузі дослідження металів почесне місце займає російський учений — Д. К. Чернов, якого не без підстав вважають засновником сучасного металознавства за відкриття ним у 1866–68 рр. поліморфних перетворень у сталі та побудову найважливіших ліній діаграми стану системи Fe–C. Хоча це й були лише контури фазової діаграми, бо лінії на ній будувалися не в координатах концентрація–температура, а у «змінних» концентрація–колір розжарення сталі, проте роботи Д. К. Чернова визначили новий напрям металознавчих досліджень. Його послідовник француз Ф. Осмонд за допомогою термоелектричного пірометра визначив у 1888 р. температури відкритих Д. К. Черновим критичних точок заліза та його стопів із вуглецем. Крім того, Ф. Осмонд істотно удосконалив техніку мікроскопічної металографії та у 1909 р. розробив номенклатуру структурних складових сталі та чавуну. У становлення металознавства не менш значним виявився і внесок англійського ученого В. Юм-Розері, який встановив, що кристалічна структура стопів визначається співвідношенням радіусів атомів компонентів, числом валентних електронів і різницею електронегативностей, що уможливило сформулювати правила Юм-Розері утворення твердих розчинів. У 20-х рр. ХХ ст. він також відкрив цілий ряд фаз (фаз Юм-Розері) — так званих електронних сполук, в яких зміни кристалічної структури визначаються середнім числом валентних електронів.

На початку ХХ ст. розвиток дифракційних метод дослідження та квантово-механічний опис твердого тіла задля з'ясування будови та пояснення властивостей кристалів, зокрема металевих, зумовили становлення металофізики як окремої галузі науки. Тут варто відмітити внески таких учених, як М. фон Лауе, батько та син Бреггі, уродженця м. Ніжина Г. В. Вульфа, А. Зоммерфельда, Ф. Зейтца, Ф. Блоха, В. Паулі, Н. Ф. Мотта та ін. Сучасна металофізика являє собою синтезу мікроскопічної теорії, що пояснює властивості реальних металічних матеріалів особливостями їхньої атомної будови, та класичного металознавства.

Розвивалися металознавство та фізика металів і на теренах сучасної України. Ще до заснування 14 листопада 1918 р. у Києві

Української Академії наук (УАН) на території України, як складової частини Російської імперії, існували численні громадські об'єднання учених, до яких входили і науковці, які зробили значний внесок у розвиток сучасного металознавства та металофізики. Здебільшого вони працювали у вищих навчальних закладах: Львівському, Харківському, Київському, Новоросійському (в Одесі), Чернівецькому університетах; Харківському технологічному, Львівському і Київському політехнічних інститутах, Катеринославському вищому гірничому училищі і Катеринославському (з 1926 р. — Дніпропетровському) металургійному інституті.

Немає особливого сенсу виділяти окремий внесок України в розвиток науки за часів панування імперій, між якими тривалий час були розділені її сучасна територія та люди. Проте варто підкреслити, що люди, які жили і працювали на цій землі, зробили вагомий внесок як в економічне і політичне, так і в наукове життя тогочасних Європи та світу. Зокрема, перші на теренах України дослідження в галузі металознавства було проведено у другій половині XIX ст. М. М. Бекетовим (Харківський університет). Вони стосувалися методи одержання металів — алюмінотермії. У Львові в 1872 р. було засновано катедру «Технологія металів» (нині — катедра прикладної фізики і наноматеріалознавства), яка стала осередком навчання з металознавчих дисциплін у Львівській політехніці та пов'язана з іменами С. Зембінського, Ю. Биховського, С. Анчица та В. Вражея. А у 1880–1882 рр. (задовго до Н. Тесли (1887 р.) та В. К. Рентгена (1895 р.)) уродженець Тернопільщини І. П. Пулюй опублікував серію з 4 статей 'Strahlende Elektrodenmaterie' в журналі 'Wiener Berichte', в яких описав катодні промені у «Пулюєвій рурці», яку згодом було визнано прототипом рентгенівської трубки.

Події 1917–1922 рр. на теренах колишньої Російської імперії фізично знищили або примусили емігрувати значну кількість освічених людей; тривала громадянська війна практично вщент зруйнувала не тільки промисловість, а й наукове та освітянське середовище. І перед республіками, на той час вже радянськими, гостро постало питання підготовки власних викладачів і наукових кадрів; тому в перші роки радянської влади усі наявні ресурси були зосереджені у навчальних закладах. Розвитку науки, особливо металознавства, сприяла індустріялізація, яку було розпочато в СРСР. В радянській Україні, як і в решті союзних республік, окремі питання, важливі для металознавства, спочатку розв'язувалися в університетах, вищих технічних навчальних закладах, а з 1922–1923 рр. — на науково-дослідних кафедрах, організованих в системі НКО УРСР; зокрема, при Київському політехнічному інституті (КПІ) такий осередок було створено для структурних досліджень за допомогою Рентгенових променів (С. Д. Герцрікен), при Дніпропетровсь-

ких гірничому та металургійному інститутах для досліджень у галузі фізичної й електронної хемії металів (А. Е. Малиновський) та теорії пружності анізотропних середовищ під загальним керівництвом Л. В. Писаржевського (1874–1938) та О. М. Динника (1876–1950) відповідно.

У сорокових роках ХХ ст. центр металофізичних досліджень змістився в академічні установи, зокрема у Відділення фізики і астрономії та Відділення фізико-технічних проблем матеріалознавства Академії наук (АН) УРСР. А за часів незалежності Національна академія наук (НАН) України, спільно із ЗВО та галузевими установами, розвиває багато напрямів фундаментальних досліджень у галузі сучасного металознавства та металофізики, впроваджує новітні розробки у виробництво.

Наукове металознавство в УАН (з 1921 р. — ВУАН, з 1936 р. — АН УСРР, з 1937 р. — АН УРСР, з 1991 р. — АН України, з 1994 р. — НАН України), як і в Україні загалом, пройшло тривалий і складний шлях, який характеризується досягненнями та недооцінкою важливості металофізичних досліджень, успіхами та сумними сторінками. Деякий час в УАН і ВУАН не було самостійних установ, що проводили б дослідження з фізики металів, не вистачало наукових кадрів і відповідного обладнання, випускалося недостатньо фахової літератури. Серед понад 1000 науковців України, репресованих у 30–40-х рр. ХХ ст., були й видатні вчені-металофізики: В. С. Горський (1905–1937), Л. В. Шубников (1901–1937), Л. В. Розенкевич (1905–1937), А. Е. Малиновський (1884–1937) та ін. Сучасний стан металофізичних досліджень в Україні також віддзеркалює загальні проблеми, що стоять перед академічною наукою в нинішніх складних політико-економічних умовах.

Та становлення металофізики в Україні багате й значними подіями. Так, в жовтні 1928 р. почав працювати Український фізико-технічний інститут (УФТІ; тепер — ННЦ «Харківський фізико-технічний інститут» НАН України) у Харкові (тодішній столиці УРСР), де наприкінці 1920-х рр. було розпочато перші в Україні роботи в галузі власне металофізики.

Від початку 1930-х рр. у різних фізичних і технологічних установах і вищих навчальних закладах почали створюватися групи та лабораторії металофізичного профілю. Так, одним з ініціаторів організації нових науково-дослідних інститутів в АН УРСР був Є. О. Патон (1870–1953). Він розгорнув дослідження у галузі електричного зварювання металів, що в 1930-х рр. являло собою нову, перспективну й мало вивчену галузь технічної науки.

У 1931 р. за ініціативою Б. М. Фінкельштейна і А. Е. Малиновського було засновано філію УФТІ у Дніпропетровську, яку згодом у 1932 р. було реорганізовано у Дніпропетровський фізико-технічний інститут (ДФТІ). Першим директором ДФТІ став фізик-теоретик

Б. М. Фінкельштейн.

Вже протягом 1932–1933 рр. Г. В. Курдюмовим у створеному ДФТІ було згуртовано вчених, що разом з ним заклали підвалини української школи металофізики. Основу наукових кадрів цього напрямку в ті часи складали науковці різних відділів Інституту: В. І. Данилов, Д. А. Штанько, А. І. Красніков, В. М. Свечников, А. С. Рева, В. Н. Гріднев, В. Д. Нескучаєв та інші вчені.

Г. В. Курдюмов і створена ним школа з досліджень у напрямі фізики фазових перетворень і фазових рівноваг з використанням рентгенометалографії встановили бездифузійний кооперативний характер мартенситного перетворення в сталях, виявили і дослідили мартенситні перетворення в стопах кольорових металів, чим підтвердили загальний характер цих перетворень й утвердили їх рівноправними з дифузійними. Було встановлено явище оборотності цих фазових перетворень, що ініціювало побудову сучасної теорії термічного оброблення (гартування і відпускання) сталі та стопів. Згодом Г. В. Курдюмов, В. Н. Гріднев, Л. І. Лисак, Л. Г. Хандрос, М. П. Арбузов зробили вагомий внесок у розвиток рентгенографічних досліджень процесів гартування і відпускання сталей, мартенситних перетворень у кольорових стопах. В. І. Данилов першим у світі застосував рентгеновську методику для дослідження структури рідин і дослідив фізичну природу явища зародження центрів кристалізації, що відкрило можливості впливу на структуру литого металу. Разом з Д. Ю. Овсієнком та ін. він встановив закономірності формування структури твердого тіла при кристалізації розтопленого металу з урахуванням зовнішнього впливу.

У 1941 р. ДФТІ було евакуйовано в Магнітогорськ (Російська Федерація), звідки після війни більшість вчених-металофізиків ДФТІ повернулася до Києва, де за постановою № 1809 Ради Народних Комісарів УРСР від 15 листопада 1945 р. цей Інститут мав організаційно продовжити своє існування, але як Лабораторія металофізики АН УРСР зі статусом окремої науково-дослідної установи. На виконання рішення Президії АН УРСР від 21 грудня 1945 р. Лабораторія запрацювала з 1 січня 1946 р. У цій Лабораторії здобули свій подальший розвиток основні напрями досліджень ДФТІ — фазові перетворення та процеси кристалізації в металах і стопах.



Засновник Інституту металофізики академік АН УРСР та АН СРСР Г. В. Курдюмов.

Лабораторія складалася з трьох відділів: фазових перетворень, дифузії та

кристалізації. Її засновник — академік АН УРСР, професор Г. В. Курдюмов — став першим директором. Саме вчені з ДФТІ й склали кістяк Лабораторії, а згодом (з 4 березня 1955 р.) — Інституту металофізики (ІМФ) АН УРСР, який став основною науковою установою України у відповідній галузі досліджень структури та властивостей металів і металічних систем [1].

В різні роки Інститутом керували провідні вчені-металофізики: академік АН УРСР та АН СРСР Г. В. Курдюмов, академік АН УРСР В. І. Данилов, академік АН України А. А. Смирнов, академік АН УРСР В. Н. Гріднев, академіки НАН України В. Г. Бар'яхтар, В. В. Немошкаленко, А. П. Шпак, О. М. Івасишин. Від 2019 р. Інститут очолює член-кореспондент НАН України В. А. Татаренко.

Завдяки організаційній і творчій ініціативам та науковим традиціям, започаткованим майже 90 років тому, а також багаторічним напруженим зусиллям їхніх творців і послідовників невеликий гурт учених із Дніпропетровська, об'єднавши навколо себе інших українських металознавців, трансформувався в Києві у найбільший в Україні колектив металофізиків, а ДФТІ 30-х рр. ХХ ст. — у теперішній, один з провідних в Європі наукових центрів фундаментальних досліджень в галузі фізики металів — Інститут металофізики ім. Г. В. Курдюмова НАН України.

Нині ІМФ ім. Г. В. Курдюмова НАН України — це академічна установа з потужним науковим потенціалом; в ньому працює 374 співробітники і серед них 236 науковців, з яких 110 кандидатів і 56 докторів наук (понад 30 з них мають звання професора); О. М. Івасишин є дійсним членом Національної академії наук України, В. М. Антонов, Ю. М. Коваль, Ю. Я. Мешков, В. Б. Молодкін, В. А. Татаренко, В. М. Уваров — членами-кореспондентами НАН України. (За сумісництвом в ІМФ також працюють члени-кореспонденти НАН України О. А. Кордюк, Б. К. Остафійчук та О. П. Федоров.)

В різні часи в Інституті працювали такі видатні українські фізики як академіки Г. В. Курдюмов, В. І. Данилов, А. А. Смирнов, В. М. Свечников, В. Н. Гріднев, В. Г. Бар'яхтар, В. В. Немошкаленко, А. П. Шпак, В. І. Трефілов, В. Ю. Сторіжко, С. О. Фірстов, члени-кореспонденти АН УРСР М. П. Арбузов, М. О. Кривоглаз та А. Г. Лесник, члени-кореспонденти НАН України С. П. Ошкадьоров, В. Т. Черепін, Б. О. Іванов, Ю. В. Мільман, А. М. Погорілий.

Науковці Інституту металофізики понад 50 разів вшановувалися найвищими державними преміями України й УРСР, СРСР, РРФСР та іменними науковими преміями. Доробок учених Інституту зосереджено у понад 235 монографіях і довідниках. Індекс цитування праць науковців Інституту згідно з наукометричною базою даних Google Scholar нині складає понад $CI = 56700$ із індексом Гірша $h = 104$.

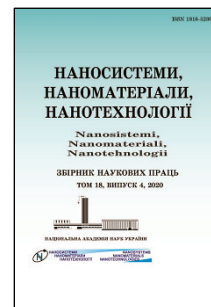
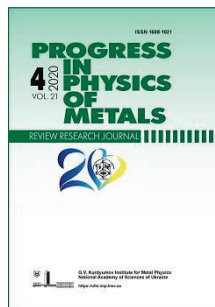
У стінах Інституту зародилися і з часом стали самостійними дві

академічні установи — Інститут прикладної фізики НАН України на чолі з академіком НАН України В. Ю. Сторіжком та Інститут магнетизму НАН України та МОН України, першим директором якого був академік НАН України В. Г. Бар'яхтар.

Як це повелося ще за перших років становлення металофізичної науки в Україні, науковці-металофізики беруть активну участь у підготовці молодих кадрів. Кафедри металофізичного спрямування є у провідних українських ЗВО — КНУ імені Тараса Шевченка, НТУ України «КПІ імені Ігоря Сікорського», НТУ «ХПІ», ЛНУ імені Івана Франка, НУ «Львівська політехніка», СумДУ, ДНУ імені Олеса Гончара, ЗНУ, ЗНТУ, ПДТУ, Національній металургійній академії України та ін. До викладання на цих кафедрах активно залучаються провідні науковці НАН України та галузевих наукових установ, що уможливорює ефективно спрямовувати навчальний процес на найбільш актуальні напрями розвитку сучасної металофізики. Понад 20 докторів і кандидатів наук, які працюють в ІМФ ім. Г. В. Курдюмова НАН України, задіяно у навчальному процесі ЗВО. За різних часів в ІМФ організовувалися спільні лабораторії та кафедри із КНУ імені Тараса Шевченка, ЧНУ імені Юрія Федьковича, ДУ «МФТІ», ПНУ імені Василя Стефаника. Нині діють створена ще у 1988 р. спільна навчально-наукова лабораторія фізики магнітних плівок Інституту металофізики ім. Г. В. Курдюмова НАН України і ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника» МОН України та спільна науково-дослідна лабораторія динаміки електронних процесів в гібридних структурах Інституту металофізики ім. Г. В. Курдюмова НАН України і Донецького національного університету імені Василя Стуса МОН України, а також спільна кафедра прикладної фізики та наноматеріалів Інституту металофізики ім. Г. В. Курдюмова НАН України і Державної наукової установи «Київський академічний університет» НАН України та МОН України, яка здійснює цільову підготовку фахівців вищої кваліфікації фізико-технічного профілю в рамках магістратури ЗВО IV рівня акредитації для НАН України.

За держзамовленням при Інституті металофізики ім. Г. В. Курдюмова НАН України здійснюється подальша підготовка молодих науковців в аспірантурі та докторантурі, переважна більшість з яких за результатами своєї наукової роботи захищають дисертації й поповнюють колективи науковців ІМФ та інших провідних наукових і освітянських установ, промислових підприємств України. Наразі в Інституті діють дві спеціалізовані докторські ради з «фізики металів», «металознавства і термічної обробки металів» та «фізики твердого тіла», «надпровідності», «фізики і хімії поверхні».

Інститут випускає три періодичних наукових фахових видання: щомісячний науковий журнал «Металофізика та новітні технології», започаткований у 1979 р. і вже двадцять п'ять років індексо-



Періодичні наукові фахові видання Інституту металофізики ім. Г. В. Курдюмова, що індексуються наукометричними базами даних Web of Science та/або Scopus.

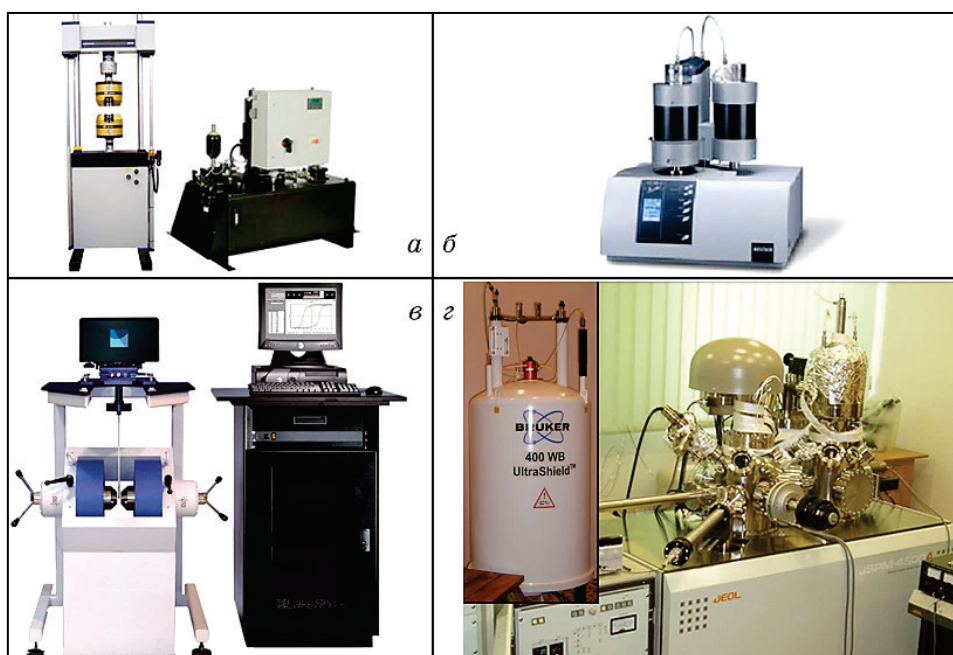
ваний наукометричною базою даних Scopus, та щоквартальний (єдиний в Україні оглядовий) науковий журнал «Успіхи фізики металів» (від 2000 р.), індексований наукометричними базами даних Scopus (від 2015 р.) та Web of Science (від 2017 р.), які друкуються Видавничим домом «Академперіодика» НАН України, а також щоквартальний міждисциплінарний збірник наукових праць «Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології» (від 2003 р.), який друкується на власній поліграфічній базі ІМФ ім. Г. В. Курдюмова НАН України (останнє видання від 2015 р. також індексується у Scopus).

При Інституті діють п'ять центрів колективного користування науковим обладнанням: центр «Дослідження механічних властивостей», центр сканувальної зондової мікроскопії та резонансної спектроскопії «SPM&RS-Центр», центр диференційної сканувальної калориметрії «ДСК-Центр», центр «Вібраційний магнетометр 7404 VSM», а також «Центр мессбауерівської спектроскопії».

Розробки Інституту знайшли широке застосування практично в усіх галузях промисловості, де використовуються метали, зокрема в металургії, судно-, машино- та приладобудуванні, медицині, авіації та освоєнні космосу. Їх та науково-дослідну базу Інституту використовують провідні підприємства України, такі як: ДП «Антонов», Крюківський вагонобудівний завод (м. Кременчук), Запорізька АЕС, ВАТ «Мотор-Січ», ДП «ЗМКБ "Прогрес" імені академіка О. Г. Івченка», ТОВ «МЕЛТА» тощо.

Різноманіття наукових досліджень, що проводяться нині в Інституті, умовно можна поділити на чотири наукових напрями, у межах кожного з яких зосереджено науковців найвищого кваліфікаційного ґатунку:

- електронна структура та властивості металів і сполук на їх основі;
- наномасштабні та наноструктуровані системи;
- атомна будова металів і металовмісних гетерофазних структур;
- фізика міцності та пластичності металів і сплавів.



Наукове обладнання 4 центрів колективного користування при ІМФ НАН України: машина INSTRON 8802 для дослідження механічних властивостей (а); диференціальний сканувальний калориметер DSC 404 F1 Pegasus® фірми NETZSCH (б); вібраційний магнетометер 7404 VSM (в); надвисоковакуумний сканувальний зондовий мікроскоп JSPM-4610 та спектрометр ядерного магнетного резонансу Bruker AVANCE 400 (рис. з та вставка на ньому відповідно).

Інститут металофізики ім. Г. В. Курдюмова Національної академії наук України, як провідний науково-дослідний центр фізики металів в Україні, посідає гідне місце й серед наукових центрів світового наукового товариства. Він співпрацює з провідними науковими центрами та університетами Німеччини, США, Чехії, КНР, Польщі, Франції, Казахстану, Білорусі, РФ.

Саме в ньому за роки його діяльності істотно розширилося дослідження фазових перетворень у стопах і механізмів структурних змін, що супроводжують ці перетворення. Дослідження кінетики фазових перетворень сталей і сплавів при швидкісному нагріванні привело до виявлення в них сімейства метастабільних станів, що уможливило одержувати термозміцнені матеріали з заданими механічними властивостями (В. Н. Гріднев, Ю. Я. Мешков, С. П. Ошкардоров, В. І. Трефілов, О. М. Івасишин та ін.). Для побудови фазових діаграм важкоплавких і рідкісних металів та фізико-хімічної аналізи металічних систем було розроблено нові методи і створено

унікальні прилади (В. М. Свечников, В. Т. Черепін, А. К. Шурін, В. Г. Іванченко, О. М. Барабаш та ін.). Відкрите у 40-х рр. ХХ ст. Г. В. Курдюмовим і Л. Г. Хандросом явище термопружної рівноваги фаз у твердому стані лежить в основі ефектів пам'яті форми та надпружності стопів, що і сьогодні інтенсивно досліджуються Ю. М. Ковалем, О. А. Ліхачовим, В. А. Лободюком, Г. С. Фірстовим та ін. і широко застосовуються у світовій практиці. Проводилися та проводяться також дослідження виявленого порівняно недавно ефекту магнетної «пам'яті форми» в стопах, коли за допомогою магнетного поля, а не температурних змін, можна керувати формозміною виробів з цих стопів (В. В. Кокорін, О. А. Ліхачов, В. А. Черненко, Н. І. Главацька та ін.). Традиційно в Інституті проводилися дослідження та розробки інварних стопів — металічних матеріалів з розміростабільними властивостями за змінних температур (Л. Н. Ларіков, В. М. Надутов, Л. М. Бакланова, Є. О. Свистунов).

Від моменту заснування Інституту проводилися та проводяться дослідження структурних і фазових перетворень у стопах і сталях (Г. В. Курдюмов, В. Н. Гріднєв, Л. І. Лисак, Л. Г. Хандрос, Б. І. Николин, В. Т. Черепін, Я. М. Вовк, В. А. Лободюк, В. І. Коломицев, В. В. Мартинов, В. Ю. Данільченко, Г. Д. Драчинська, А. І. Устінов, П. В. Титов, Р. В. Тельович, Ю. М. Петров, П. Ю. Волосевич, О. В. Перелома, В. А. Андрющенко, М. С. Косенко), у тому числі у високоазотистих сталях (В. Г. Гаврилюк, В. М. Надутов, В. А. Дузь, Ю. М. Ягодзинський, В. М. Шиванюк) і в алюмінієвих стопах при старінні (К. В. Чуїстов, А. Л. Березіна, Т. О. Монастирська та ін.), а також процесів кристалізації (Д. Ю. Овсієнко, І. К. Засимчук, О. М. Барабаш, В. В. Маслов, О. П. Федоров, В. К. Носенко, К. І. Сосніна), дифузії, в тому числі аномального масоперенесення (С. Д. Герцрик, І. Я. Дехтяр, Л. Н. Ларіков, В. М. Фальченко, В. М. Тишкевич, О. А. Шматко, В. Б. Брик, С. В. Дивинський, В. Ф. Мазанко, Ю. Ф. Юрченко, Л. О. Зворикін, О. В. Філатов, О. Є. Погорелов).

В останні роки вченими Інституту (В. М. Надутов, Ю. М. Коваль, Г. С. Фірстов) активно велися роботи з дослідження нового класу матеріалів — так званих високоентропійних (багатокомпонентних) стопів, які демонструють властивості, незвичні для одно-, дво- та трикомпонентних металічних систем. Ю. М. Ковалем і Г. С. Фірстовим вперше було цілеспрямовано одержано мартенситне перетворення у багатокомпонентній («високоентропійній») системі та показано, що воно супроводжується ефектом пам'яті форми.

Ученими Інституту започатковано нові підходи в дослідженні дефектної будови металічних кристалів (Л. В. Тихонов, О. Е. Засимчук, Г. І. Прокопенко, Ю. М. Петров, П. Ю. Волосевич, В. Л. Свечников та ін.), міцності та руйнування стопів і сталей (В. Н. Гріднєв, Ю. Я. Мешков, С. П. Ошкадьоров, В. Г. Гаврилюк, С. О. Котречко, М. Ф. Черненко, Д. Й. Ніконенко та ін.), їхньої плазучості

(В. А. Кононенко, В. К. Піщак, О. І. Дехтяр та ін.), а також розроблено неруйнівні дифракційні методи дослідження структурної недосконалості кристалів (В. Б. Молодкін, Є. М. Кисловський, Г. І. Низкова, О. С. Скакунова, О. П. Карасевська та ін.), ультразвукові й акустичні методи контролю та діагностики металічних матеріалів (Л. В. Тихонов, Г. І. Прокопенко, М. С. Мордюк, Б. М. Мордюк, Г. Я. Базелюк, О. І. Запорожець, Н. І. Хріпта).

Для вивчення стану металічної поверхні в Інституті металофізики ім. Г. В. Курдюмова НАН України проводилися та проводяться дослідження за допомогою методи, яка ґрунтується на явищі анігіляції позитронів (І. Я. Дехтяр, В. С. Михаленков, М. М. Нищенко, Є. А. Цапко, І. Є. Галстян та ін.). Широко застосовуються емісійні методи дослідження. Зокрема, для визначення зонної структури металів і сполук на їхній основі, встановлення фізико-хімічної природи явищ, що відбуваються на межі поділу різних фаз учені ІМФ зробили вагомий внесок у дослідження рентгенівських фотоелектронних спектрів (В. В. Немошкаленко, А. П. Шпак, В. В. Горський, Б. К. Остафійчук, В. М. Уваров та ін.). Результати досліджень впливу стану поверхні на розсіяння електронів провідності та вторинну йон-йонну емісію впроваджено в нових приладах для визначення елементного складу й атомарної будови поверхні твердих тіл (В. Т. Черепін, М. О. Васильєв, С. П. Ченакін, С. Д. Городецький, О. О. Косячков, О. Л. Пивоваров, В. Л. Карбівський, О. М. Кордубан, І. М. Макеєва та ін.).

Науковці ІМФ ім. Г. В. Курдюмова НАН України разом із колегами з Харківського фізико-технічного інституту НАН України, Фізико-технічного інституту низьких температур ім. Б. І. Веркіна НАН України, Інституту радіофізики і електроніки ім. О. Я. Усикова НАН України, Харківського національного університету ім. В. Н. Каразіна, а також Київського університету імені Тараса Шевченка зробили вагомий внесок у розвиток таких галузей фізики металів, як електронна теорія металів і сполук (А. А. Смирнов, М. О. Кривоглаз), фізика феро- й антиферомагнетизму (В. Г. Бар'яхтар, А. Г. Лесник, А. М. Погорілий та ін.), теорія реальних кристалів (М. О. Кривоглаз, К. П. Рябошапка, В. Б. Молодкін, М. О. Іванов, В. А. Татаренко та ін.), фізика низьких температур, кріогенне металознавство, електроніка надпровідників (В. М. Пан, Е. М. Руденко, В. Г. Прохоров, О. А. Кордюк).

Сучасний рівень досліджень електронної будови й елементарних збуджень у металах характеризується комплексом метод експериментальної, обчислювальної та теоретичної фізики, започаткованих в ІМФ ім. Г. В. Курдюмова НАН України В. В. Немошкаленком і В. Г. Альошиним та ін.; нині їх розвивають В. М. Антонов, Ю. М. Кучеренко, В. М. Уваров, М. О. Іванов, А. І. Карасевський, І. М. Карнаухов, Є. Г. Лень, В. В. Лізунов, Т. М. Радченко, В. А. Татаренко.

нко, А. М. Тимошевський та ін.). Дослідження науковців Інституту разом із вченими РРФСР привели до відкриття властивості неокиснюваності ультрадисперсних форм простих речовин, що знаходяться на поверхні космічних тіл (В. В. Немошкаленко, В. Г. Альошин та ін.).

Важливе теоретичне та практичне значення мають роботи вчених ІМФ ім. Г. В. Курдюмова НАН України в рамках цільових комплексних науково-технічних державних програм і програм НАН України, спрямованих на дослідження і розробку наноматеріалів і нанотехнологій. Під керівництвом А. П. Шпака співробітники Інституту розпочали розв'язувати проблеми синтезу та розроблення наноматеріалів: нанокомпозитів, металовмісних наноплівки і гетероструктур на їхній основі (В. М. Пан, Е. М. Руденко, Б. К. Остафійчук, В. М. Уваров, Ю. В. Кудрявцев, С. А. Беспалов, В. В. Маслов, В. К. Носенко, О. Д. Рудь, В. Л. Карбівський, Н. А. Курган, М. М. Нищенко, Є. Г. Лень, С. А. Муленко, І. Є. Галстян, Г. Ю. Михайлова); створення наноструктурованих металічних матеріалів і покриттів (М. О. Васильєв, В. Є. Панарін, В. Л. Свечников, С. П. Ченакін, О. Г. Ільїнський, О. М. Івасишин, О. І. Дехтяр, В. Г. Гаврилюк, Н. І. Главацька, В. Ю. Данильченко, В. М. Надутов, А. О. Перекос, О. І. Слуховський, О. М. Кордубан, В. В. Тихонович, О. М. Грипачевський, О. А. Шматко, С. М. Захаров); діагностики та розроблення методу і апаратури для дослідження наносистем і наноструктур (Е. М. Руденко, І. В. Короташ, В. Є. Шатернік, В. Б. Молодкін, О. Ю. Гавєвський, Є. М. Кисловський, В. В. Трачевський); впровадження наноматеріалів у машинобудуванні, приладобудуванні, наноелектроніці, спецтехніці, медицині (В. В. Маслов, В. К. Носенко, В. Л. Карбівський, А. Д. Шевченко, І. В. Плюто); моделювання наномасштабних систем (В. М. Антонов, Л. В. Бекєнов, М. О. Іванов, А. І. Карасевський, С. О. Котречко, Ю. М. Кучеренко, О. Б. Мельник, Т. М. Радченко, В. А. Татаренко, А. М. Тимошевський, В. М. Уваров). Вчені Інституту зробили вагомий внесок в теорію ефектів кореляції й упорядкування дефектів структури у транспортних та ін. властивостях низьковимірних систем, наприклад, графеноподібних (А. Х. Журавльов, І. М. Карнаухов, Т. М. Радченко, Ю. В. Скрипник, В. А. Татаренко).

Проведення вченими Інституту досліджень впливу магнетної анізотропії та магнетострикції (як природних, так і наведених) на властивості магнетиків (А. Г. Лесник, О. І. Міцек, Ю. В. Кудрявцев, А. Х. Журавльов та ін.) уможливили створення зразків із заданою магнетною анізотропією. Нові уявлення про природу наведеної магнетної анізотропії, ядерного магнетного резонансу та закономірності утворення доменної структури (А. Г. Лесник, А. М. Погорілий, О. І. Міцек, А. Х. Журавльов, Ю. В. Кудрявцев, Г. А. Такзей, А. Б. Шевченко та ін.) уможливили розроблення матеріалів для мікрое-

лектроніки та спінтроніки.

Значний вплив на розуміння природи магнетизму мало відкриття українськими фізиками магнетоакустичного резонансу, виявлення і дослідження проміжного стану в антиферромагнетиках. Учені ж ІМФ ім. Г. В. Курдюмова НАН України дослідили вплив ангармонізму на декремент згасання магнітонів, локальні та квазілокальні спінові рівні у ферромагнетиках (М. О. Кривоглаз, М. О. Іванов, В. Ф. Лось та ін.); ними виконано ряд пріоритетних робіт з теорії нелінійних хвиль у магнетовпорядкованих кристалах (В. Г. Бар'яхтар, Є. Д. Білококос, Ю. І. Горобець, Б. О. Іванов); встановлено (І. М. Дубровський), що ідея О. Я. Хінчина про необхідність врахування закону збереження кутового моменту в статистичній механіці істотно змінює теорію газу заряджених частинок у магнетному полі.

Роботи з криогенної фізики металів та надпровідності в Україні розпочалися після створення в 1930 р. у складі УФТІ за ініціативою його першого директора І. В. Обреїмова криогенної лабораторії, яку очолив Л. В. Шубников. Згодом надпровідність активно досліджувалася і в ІМФ ім. Г. В. Курдюмова НАН України, зокрема нестаціонарні, нелінійні і нерівноважні явища, надпровідники II роду, надпровідні матеріали з високими критичними параметрами, високотемпературні надпровідники, в тому числі й залізовмісні (В. М. Пан, В. Г. Прохоров, О. А. Кордюк, Е. М. Руденко, В. Є. Шатернік, С. Є. Шафранюк, А. С. Шпигель, О. Л. Касаткін, І. П. Невирковець, А. Д. Шевченко та ін.). Явище надпровідності використовується у сучасній техніці і уможливорює створювати надпровідні магнетні системи для електромашинобудування, термоядерної енергетики, магнетодинамічних генераторів тощо. Розвиток досліджень слабкої надпровідності спонукав створення високочутливих вимірювальних приладів для потреб медицини, геофізики, астрономії.

Велику увагу приділяли і приділяють фізики Інституту металофізики ім. Г. В. Курдюмова НАН України реальним кристалом з дефектами. Вони розвинули загальну теорію енергетичних спектрів і квантових станів у неупорядкованих системах (М. О. Іванов, В. Ф. Лось, С. П. Репецький та ін.). Широко відомі розроблені вченими Інституту статистично-термодинамічні та кінетичні теорії атомового впорядкування, розпаду та дифузії в стопах, в тому числі магнетних (А. А. Смирнов, М. О. Кривоглаз, З. А. Матисіна, Д. Р. Різдва-нецький, О. І. Міцек, А. І. Носар, В. В. Гейченко, А. К. Канюка, В. М. Бугаєв, В. А. Татаренко, К. Л. Цинман, Р. В. Чепульський, Т. М. Радченко та ін.), метода флюктуаційних хвиль (М. О. Кривоглаз, К. Л. Цинман, В. А. Татаренко, Р. В. Чепульський, В. М. Бугаєв та ін.), кінематична та динамічна теорії розсіяння різного типу хвиль у неідеальних кристалах (А. А. Смирнов, М. О. Кривоглаз, З. А. Матисіна, В. М. Даниленко, В. Б. Молодкін, О. О. Тихонова,

С. Й. Оліховський, М. Є. Осинівський, Р. І. Барабаш, Д. О. Григорьев, О. Ю. Гаєвський, Є. Г. Лень, С. В. Дмитрієв, Б. В. Шелудченко, В. А. Татаренко, К. Л. Цинман та ін.), теорії взаємодії та руху точкових дефектів і дислокацій у кристалах, а також теорія коалесценції включень і пор у твердих тілах (М. О. Кривоглаз, М. Є. Осинівський, М. О. Іванов, К. П. Рябошапка, А. Х. Журавльов, Ю. В. Корнюшин, В. А. Татаренко та ін.).

Ще починаючи з часів І. Пулюя та В. Рентгена винаходи учених-металофізиків знаходять широке застосування у суміжних з фізикою галузях біології та медицини; зокрема, розробки учених ІМФ використовуються в імплантології (С. П. Ошкадъоров, Ю. М. Коваль, М. О. Васильєв, В. Л. Карбівський та ін.) і діагностиці патологій людських тканин за допомогою рентгенівської топографії некристалічних об'єктів (В. Б. Молодкін, С. Й. Оліховський, В. В. Лізунов, Б. В. Шелудченко, С. В. Лізунова), контролю сітківки методом транслюмінації біонаносистем (І. В. Плюто, А. П. Шпак) тощо.

Важливе теоретичне та практичне значення мають дослідження вчених ІМФ ім. Г. В. Курдюмова НАН України у співпраці з Інститутом проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича НАН України, Донецьким фізико-технічним інститутом ім. О. О. Галкіна НАН України, Київським національним університетом імені Тараса Шевченка, науковими установами та вищими навчальними закладами Харкова, Львова, Дніпропетровська та ін. міст України металів у рідкому стані. Вченими ІМФ ім. Г. В. Курдюмова НАН України встановлено фундаментальні фізичні закономірності близького атомного впорядкування розтоплених металів і процесів, що мають місце в розтопах за температур, вищих за температуру топлення (В. І. Данилов, В. М. Свечников, О. В. Романова, О. Г. Ільїнський, П. П. Кузьменко та ін.), і які стали теоретичною основою практичної металургії. Вагомий внесок у розроблення та впровадження нових метод термічного оброблення сталей зробили В. Н. Гріднев, Ю. Я. Мешков, В. Г. Гаврилюк, С. П. Ошкадъоров, Ю. М. Петров, Р. В. Тельович, Ю. А. Гарасим та ін.), титанових стопів — О. М. Івашишин, П. Є. Марковський, Д. Г. Саввакін та ін., тяжкотопких металів і стопів — В. І. Трефілов, Ю. В. Мільман, С. О. Фірстов та ін.

Учені ІМФ ім. Г. В. Курдюмова НАН України стояли у витоків створення матеріалів для автономних високострумівих джерел енергії — прямих термодіелектричних перетворювачів (ТДЕР) енергії на високотемпературних стадіях згоряння органічного й ядерного палива у електричну (І. Я. Дехтяр, В. І. Силантьєв, М. Я. Шевченко, В. І. Патока, В. М. Колесник, Є. І. Соснина, М. І. Дехтяр, Д. Є. Овсієнко, Р. Г. Федченко та ін.). Одержані ними наукові результати стосовно емісійних і сублімаційних властивостей тяжкотопких металів і стопів дали змогу зрозуміти складні процеси, які визначають ефективність і тривалість роботи зазначених матеріалів в екстре-

мальних умовах надвисоких температур і надвисокого вакууму, і тим самим уможливили створення та випробування відповідних установок бортового живлення космічних апаратів. Одержані результати залишаються актуальними донині, коли гостро постали питання розробки стійких до випаровування матеріалів для внутрішніх захисних оболонок термоядерних реакторів. Нині також проводяться дослідження нових нанокompatитних матеріалів для ТЕПів з «холодними» (до 600°C) катодами, що навіть за порівняно низьких температур уможливають перетворювати у електрику, наприклад, помірно концентровану сонячну енергію (М. М. Нищенко, Є. Г. Лень, Є. А. Цапко, М. Я. Шевченко, І. Є. Галстян, Г. Ю. Михайлова та ін.).

Широкого розвитку в Україні, у тому числі й в ІМФ ім. Г. В. Курдюмова НАН України, набув фізико-хімічний напрям у металознавстві: побудова діаграм стану металічних систем, термодинаміка розтопів, міжфазна взаємодія й адгезія рідких розтопів, внутрішня адсорбція у твердих тілах (В. І. Данилов, В. М. Свечников, Ю. О. Краковецький-Кочержинський, А. К. Шурін, В. Г. Іванченко, О. Г. Ільїнський, Т. В. Прядко та ін.).

Співробітниками ІМФ ім. Г. В. Курдюмова НАН України спільно з Інститутом електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України розроблено і удосконалено технології створення захисних покриттів та оброблення металічних поверхонь, які надають нових якостей конструкційним матеріалам. Наприклад, розвиток технології йонно-плазмового осадження металу в мікрокрапельному режимі уможливив створення зносостійких покриттів з евтектичних і квазикристалічних стопів (В. Є. Панарін, О. А. Шматко, С. М. Захаров та ін.). Набули широкого застосування в промисловості розроблені в ІМФ ім. Г. В. Курдюмова НАН України ультразвукове обладнання і спільно з ІЕЗ ім. Є. О. Патона НАН України технологія ультразвукового ударного оброблення зварних швів, використання якої істотно підвищує втомну міцність і твердість конструкційних та функціональних матеріалів (Г. І. Прокопенко, Б. М. Мордюк, М. О. Васильєв та ін.).

Фізиками Інституту ім. Г. В. Курдюмова НАН України створюються як сучасні наукові технології, так і новітні матеріали, в основі розроблення яких лежать результати інтенсивних теоретичних й експериментальних досліджень. Наприклад, розробка матеріалів для водневої енергетики є найактуальнішим завданням сьогодні, в розв'язанні якого ІМФ ім. Г. В. Курдюмова НАН України бере активну участь. Використання водню як невід'ємної складової економічно ефективною технології виготовлення титанових виробів започатковано академіком О. М. Івасишиним і успішно розвивається його учнем Д. Г. Саввакіним разом із В. А. Дехтяренком, В. Г. Гаврилюком, В. М. Шиванюком, С. М. Теусом розроблено

нові марки сталей для водневої енергетики. Знайдено оптимальні композиції спеціальних стопів, а також магній-вуглецевих нанокомпозитів з високими водневосорбційними характеристиками (В. Г. Іванченко, Г. В. Кобзенко, Т. В. Прядко, В. А. Дехтяренко, О. Д. Рудь, А. М. Лахник). В ІМФ ім. Г. В. Курдюмова НАН України розроблено новий клас високотемпературних стопів з ефектом пам'яті форми (Ю. М. Коваль, Г. С. Фірстов), лютні стрічкові мікрористалічні стопи (В. Г. Іванченко, В. В. Маслов, В. К. Носенко), зміцнені інварні стопи з низьким коефіцієнтом термічного розширення (В. М. Надутов, Є. О. Свистунов, Д. Л. Ващук), композиційні матеріали, одержані методом напрямленої кристалізації (О. М. Барабаш, Т. М. Легка), високоазотисті сталі для немагнетних високоміцних корозійностійких виробів (В. Г. Гаврилюк, В. А. Дузь), жароміцні евтектичні стопи на основі перехідних металів з фазами втілення (А. К. Шурін, В. Є. Панарін, Г. П. Дмитрієва, Т. С. Черепова). За участю науковців Інституту створено основи промислового виробництва високоякісних стрічок з аморфних і нанокристалічних стопів (В. В. Маслов, О. Г. Ільїнський, В. К. Носенко та ін.). Виготовлена на технологічній базі ІМФ ім. Г. В. Курдюмова спільно з ТОВ «МЕЛТА» аморфна стрічка вже багато років успішно застосовується у виробництві магнетних осердь та інших електротехнічних виробів, які впроваджено на електротехнічних і приладобудівних підприємствах: Києва — ТОВ «ОЛТЕСТ», ПАТ «Київський завод автоматики ім. Г. І. Петровського», ВАТ «РАДАР», ТОВ «НВП «Аеротехніка-МЛТ»», Дніпропетровська — ПП «БІОНТОП», Харкова — ТОВ «ХАРТРОН-ПЛАНТ», а також на ПАТ «Запорізький завод «ПЕРЕТВОРЮВАЧ»». Прикладом інноваційної діяльності ІМФ ім. Г. В. Курдюмова НАН України є нагрівальні елементи на основі розроблених в Інституті аморфних стрічок (В. К. Носенко, В. П. Бевз та ін.), економічно ефективні технології виготовлення високоміцних титанових виробів (О. М. Івасишин, П. Є. Марковський, Д. Г. Саввакін та ін.), технології виготовлення нанокристалічних порошкових матеріалів з гідроксопатиту кальцію для потреб медицини й екології (А. П. Шпак, В. Л. Карбівський, Н. А. Курган).

Основою сучасного наукового процесу все більше стає сама інформаційна структура суспільства, яка стрімко прогресує завдяки комп'ютерним технологіям. В Україні, здебільшого зусиллями самих науковців та міжнародної наукової спільноти, також створюється дослідницька комп'ютерна інфраструктура, зокрема на основі технології Desktop Grid, в рамках якої потужні комп'ютерні кластери уможливають виконувати складні чисельні експерименти. Наприклад, науковці ІМФ ім. Г. В. Курдюмова НАН України проводили моделювання кінетики агрегації дефектів кристалічної структури під час динамічного навантаження (Ю. Г. Гордієнко, О. С. Гаценко, О. І. Баскова), досліджують природу здатності конс-

трукційних сталей чинити опір крихкому руйнуванню в умовах концентрації напружень (С. О. Котречко), виконують й інші типи *ab-initio*-моделювань фізичних властивостей конденсованих систем, зокрема їхньої електронної структури (В. М. Антонов, Ю. М. Кучеренко, А. М. Тимошевський, Л. В. Бекєнєв, Д. О. Кукуста, І. М. Мельник та ін.).

Як і за часів становлення металофізичної науки, сьогодні прогрес у пізнанні природи забезпечується створенням все нових, більш досконалих технічних засобів для наукових досліджень. В Інституті металофізики ім. Г. В. Курдюмова НАН України, як і в багатьох інших наукових установах, виконується систематична робота зі створення нових метод і приладів для дослідження структури, фазових перетворень, різних фізичних властивостей металів і сплавів. Зокрема, розроблено: спеціальну рентгенівську апаратуру для високотемпературних досліджень розтопів (О. Г. Ільїнський, В. В. Петьков, С. І. Слюсаренко та ін.); теплофізичні прилади для дослідження термічного розширення матеріалів і фазових перетворень в них (Є. А. Шишкін, М. Є. Сініцький та ін.); мікроаналізatori і мас-спектрометри оригінальної конструкції для дослідження металічної поверхні (В. Т. Черепін); технологічне обладнання для реалізації нових метод одержання й оброблення металевих матеріалів, серед яких особливе місце займає швидкісне електротермічне оброблення сталей і сплавів (В. Н. Гріднев, Ю. Я. Мешков, С. П. Ошкадьоров, В. Г. Гаврилюк, М. Ф. Черненко, Р. В. Тельович, Ю. А. Гарасим, В. А. Рафаловський, Д. Й. Никоненко); ультразвукове обладнання для оброблення і прецизійної діагностики металевих матеріалів (Г. І. Прокопенко, О. І. Запорожець, М. С. Мордюк, Б. М. Мордюк, Н. І. Хріпта та ін.).

Класифікація дефектів різного типу в кристалах за їхнім впливом на картину розсіяння випромінювання в рамках кінематичної та динамічної теорій розсіяння, побудованих М. О. Кривоглазом і В. Б. Молодкіним відповідно, лежить в основі сучасної неруйнівної структурної діагностики матеріалів і виробів у багатьох лабораторіях світу. Спільними зусиллями з ученими ННЦ «ХФТІ» НАН України було розроблено проект компактного джерела синхротронного випромінювання на оберненому Комптоновому ефекті з досі ніким не перевершеним показником співвідношення ціна/характеристики. В Харкові також розроблено дослідницьку ядерну установку «Джерело нейтронів, основане на підкритичній збірці, що керується лінійним прискорювачем електронів», до якої ученими ІМФ, як і для синхротрона, розробляються науково-дослідні станції. На основі результатів фундаментальних досліджень взаємодії інфрачервоного випромінювання з речовиною розроблено спеціальну транслюмінаційну фондус-камеру для неінвазійної діагностики дна ока, яка пройшла тестування в головних офтальмологічних установах і ба-

гатьох приватних клініках (І. В. Плюто, А. П. Шпак).

Ученими Інституту металофізики ім. Г. В. Курдюмова НАН України проводяться теоретичні й експериментальні дослідження високого рівня за передовими науковими напрямками: теорії макроскопічних квантових явищ, в тому числі механізмів ВТНП, сильно корельованих електронних систем, квантових когерентних явищ; теорії нерівноважних фазових переходів у відкритих системах; теорія релятивістські подібних конденсованих систем з Діраковим енергетичним спектром електронної рідини (наприклад, графенових). Проводиться розробка теоретичних основ Джозефсонових кубітів для квантових комп'ютерів та розв'язуються теоретичні проблеми фізики наномасштабних і мезоскопічних систем. Як вже зазначалося, проводяться комп'ютерні моделювання будови матеріалів і фізичних процесів у них, а також досліджуються фазові та структурні перетворення, твердофазні реакції, міжатомні взаємодії, близький і далекий атомний і магнетний порядки. Розробляються метали і стопи із підвищеними жароміцністю, втомними характеристиками, конструкційною міцністю, зносостійкістю та високими експлуатаційними властивостями, а також створюються методи керованого модифікування властивостей поверхонь, у тому числі композитних матеріалів, та технології одержання гранично можливого й оптимального зміцнення металевих матеріалів за рахунок формування наддрібнозернистих станів, формування структури та властивостей нового класу матеріалів — так званих високоентропійних стопів. Розглядаються фізико-технологічні проблеми з'єднання тяжкозварюваних неорганічних матеріалів і самоорганізації квазикристалічних та аморфних систем, фізика поверхневих явищ. Досліджуються процеси спінового та зарядового транспорту в металічних матеріалах і гетероструктурах на їх основі, електронні та магнетні властивості металічних матеріалів. Важливим залишається й застосування металофізичних наробок в інших галузях знань, зокрема в біології та медицині.

Усе розмаїття досліджень українських металофізиків координує Наукова рада при Відділенні фізики і астрономії НАН України з проблеми «Фізика металічного стану» на чолі з акад. НАН України О. М. Івасишиним.

Металофізики України мають достатній потенціал для того, щоб зробити свій вагомий внесок у розбудову інноваційної економіки, орієнтованої на вимоги нового технологічного укладу та на нерозривний зв'язок науки з економікою та соціальною сферою.

І насамкінець. В Інституті металофізики виросло не одне покоління фізиків. Разом працюють ті, хто був тут ще від 1950-х рр., і ті, хто прийшов нещодавно. За час, що минув, в житті відбулися великі зміни. Але відданість науці є тим незмінним, що об'єднує покоління і є запорукою її невпинного поступу у часи сприятливі й

у важкі часи.

ЦИТОВАНА ЛІТЕРАТУРА—REFERENCES

1. О. М. Ivasishin, E. G. Len, V. M. Nadutov, and V. A. Tatarenko, *Metallofiz. Noveishie Tekhnol.*, **38**, No. 1: 1 (2016) (in Ukrainian).