



**ЛИТВИНКО**

**Алла Степанівна,**  
доктор історичних наук,  
провідний науковий співробітник,  
ДУ «Інститут досліджень  
науково-технічного потенціалу  
та історії науки ім. Г. М. Доброва  
НАН України»,  
[litvinko@ukr.net](mailto:litvinko@ukr.net)  
(м. Київ)

**ДІЯЛЬНІСТЬ НАУКОВОЇ ШКОЛИ АКАДЕМІКА  
М. М. БОГОЛЮБОВА В КОНТЕКСТІ РОЗВИТКУ СТАТИСТИЧНОЇ  
ФІЗИКИ В УКРАЇНІ: ДО 70-РІЧЧЯ ВІД ВИХОДУ МОНОГРАФІЇ  
«ПРОБЛЕМИ ДИНАМІЧНОЇ ТЕОРІЇ У СТАТИСТИЧНІЙ ФІЗИЦІ»**

*У статті проаналізовано одержані результати та значення діяльності академіка М.М. Боголюбова та його наукової школи для становлення досліджень зі статистичної фізики в Україні. Показано інституційний розвиток започаткованих галузевих осередків в Інституті математики, Інституті теоретичної фізики, Київському університеті, Харківському фізико-технічному інституті, Інституті фізики конденсованих систем; етапи наукової біографії М.М. Боголюбова, сформований на основі взятих у його послідовників інтерв'ю творчий портрет лідера, а також діяльність дочірніх наукових шкіл статистичної фізики академіків НАН України І.Р. Юхновського та С.В. Пелетмінського.*

**Ключові слова:** статистична фізика, М.М. Боголюбов, ієрархія часів релаксації, Інститут математики, Інститут теоретичної фізики, Київський університет, Харківський фізико-технічний інститут, Інститут фізики конденсованих систем.

*The article analyzes the obtained results and the impact of academician M. Bogolyubov and his scientific school for formation of statistical physics research in Ukraine. The institutional development in specialized centers such as Institute for Mathematics, Bogolyubov Institute for Theoretical Physics, Kyiv University, Kharkiv Institute of Physics and Technology, Institute for Condensed Matter Physics has been shown; M. Bogolyubov scientific biography and his creative portrait, formed on the basis of his followers' interview, and the activities of M. Bogolyubov's pupils*

*I. Yuhnovsky and S. Peletminsky scientific schools of statistical physics were discussed.*

**Keywords:** *statistical physics, M. Bogolyubov, hierarchy of relaxation times, Institute for Mathematics, Bogolyubov Institute for Theoretical Physics, Kyiv University, Kharkiv Institute of Physics and Technology, Institute for Condensed Matter Physics.*

*В статті проаналізовані отримані результати і значення діяльності академіка Н.Н. Боголюбова і його наукової школи для становлення досліджень по статистичній фізиці в Україні. Показано інституціональне розвиток основаних галузевих центрів в Інституті математики, Інституті теоретичної фізики, Київському університеті, Харківському фізико-технічному інституті, Інституті фізики конденсованих систем; етапи наукової біографії Н.Н. Боголюбова, сформований на основі взятих у нього послідователів інтерв'ю творчий портрет лідера, а також діяльність дочірніх наукових шкіл статистичної фізики академіків НАН України І.Р. Юхновського і С.В. Пелетмінського.*

**Ключевые слова:** *статистическая физика, Н.Н. Боголюбов, иерархия времен релаксации, Институт математики, Институт теоретической физики, Киевский университет, Харьковский физико-технический институт, Институт физики конденсированных систем.*

Видатний вітчизняний фізик і математик широкого профілю та наукового світогляду, талановитий педагог і непересічна особистість, академік Микола Миколайович Боголюбов здійснив значний вплив на розвиток математичної і теоретичної фізики в Україні та світі, розробив нові ідейні підходи в таких, на перший погляд, віддалених галузях, як математична та статистична фізика, квантова теорія поля й теорія елементарних частинок. Це, зокрема, асимптотичні методи теорії нелінійних коливань, ідея про ієрархію часів релаксації в нерівноважних процесах, мікроскопічні теорії надплинності та надпровідності, аксіоматична побудова квантової теорії поля, нове квантове число, що в подальшому дістало назву «колір».

Обдарованість, значущі наукові результати, любов до науки та відданість їй, моральний авторитет, вміння організувати роботу, особиста доброзичливість, інтерес до людей — ось риси, завдяки яким М.М. Боголюбов став засновником і керівником наукової школи, висвітлення діяльності якої є актуальним, має суттєвий популяризаційний потенціал та патріотичне

значення. Авторитет цього наукового колективу сприяв тому, що саме Київ став містом, де у 1958, 1961, 1969, 1982 рр. відбулися Міжнародні конференції з проблем нелінійних коливань, а в 1959 та 1970 рр. - Міжнародні Рочестерські конференції з фізики високих енергій.

Творча манера М.М.Боголюбова як вченого визначалась глибиною та всебічним аналізом проблем, гармонійним поєднанням математики та фізики, загальністю підходів до явищ природи. Всю літературу вчений читав уважно й дуже критично, цікавився історією науки та добре знав її. Окреслюючи творчий портрет Миколи Миколайовича як наукового лідера та педагога, один з його перших учнів академік НАН України Ю.О. Митропольський говорив, що М.М. Боголюбов — це вчений, якого за масштабом наукової думки можна порівняти з такими корифеями, як А. Пуанкаре, О.М. Ляпунов, А.М. Колмогоров.\* Учень Миколи Миколайовича академік НАН України О.С. Парасюк зазначав, що «М.М. Боголюбов був надзвичайно компетентною людиною, яка багато що могла зробити та тримала руку на пульсі сучасних проблем».\* Член-кореспондент НАН України Г.М. Зинов'єв зазначав, що «М.М. Боголюбов був надзвичайно делікатним. Жалкував, коли не в змозі був приділяти учням достатньої уваги через зайнятість, керівництво численними науковими радами, комісіями та комітетами».\* Професор А.М. Федорченко пише про такі риси вченого: «Висока інтелігентність та справжній демократизм, зразкова наукова сумлінність. Якщо праця ґрунтувалася на його ідеї, а сам він не брав участі в ній, то заперечував своє співавторство».\* Хоча, як підкреслювали його учні, в спільних працях генератором ідей завжди був він.

З цими висловлюваннями співзвучні спогади доктора фізико-математичних наук Ю.Л. Ментковського про свого вчителя: «Миколі Миколайовичу були притаманні багатогранність, ерудиція, сміливість, незалежність та оригінальність наукового мислення, математична міць. Практично всі його результати — значущі й безперечні».\* Член-кореспондент

---

\* Тут і далі: з інтерв'ю, взятих А.С.Литвинко

НАН України В.П. Шелест згадував: «До людей він придивлявся, не одразу залучаючи у своє оточення, де міг розмовляти не тільки на наукові теми. З ним було завжди цікаво, він зовсім не був науковим «сухарем». Проте панібратства не допускав, хоч і був толерантним. Був людиною трохи замкненою та, незважаючи на свою товариськість, зосередженою. Він сам багато читав, все продумував і прописував до літери. Щоб творити, йому не потрібна була велика аудиторія. Він працював один, ночами, під тиху музику транзисторного приймача. І все найкраще було створено ним одним. Спілкування з учнями у нього проходило індивідуально, в бесіді не серед широкої публіки, а сам на сам. Стиль досліджень Боголюбова — це «фронтальний наступ піхоти».\*

Учень М.М. Боголюбова Г.С. Писаренко згадує: «З ним було приємно спілкуватись, бо від цього спілкування співрозмовник збагачувався. В наукових бесідах він завжди відхилявся на сторонні теми, навіть на анекдоти. Полюбляв розповідати пікантні ситуації, жарт поміж ділом».\*

Етапи творчої діяльності академіка М.М. Боголюбова пов'язані з низкою наукових та освітніх центрів. У 1928—1973 рр. вчений працював в Академії наук України, з 1936 до 1949 рр. був професором, завідувачем кафедри теорії функцій (пізніше -математичної фізики), в 1946—1949 рр. — деканом механіко-математичного факультету Київського університету, з 1945 по 1956 рр. керував відділом Інституту математики АН України. У 1957 р. за його пропозицією в Інституті фізики АН України було створено лабораторію атомного ядра та елементарних частинок, керівником якої став він сам, у 1966 — 1973 рр. Микола Миколайович очолював Інститут теоретичної фізики НАН України, створений за його ініціативи як міжнародний фізичний центр, який нині носить його ім'я. З 1947 р. вчений працював в Математичному інституті ім. В.А. Стеклова, з 1956 р. — керував лабораторією теоретичної фізики в Об'єднаному інституті ядерних досліджень у Дубні, директором якого він був з 1965 по 1989 рр.

Консолідація навколо М.М. Боголюбова колективу учнів, який згодом сформувався у ядро наукової школи, почалася з 40—50-х рр. ХХ ст. У розвитку

його теоретичної школи у Києві простежуються три періоди, пов'язані зі зміщенням акцентів у науковій діяльності вченого. У першому періоді (кінець 30-х — початок 40-х рр.) сфера інтересів М.М. Боголюбова охоплювала галузь математичної фізики та теорії нелінійних коливань, у другому (40-і роки — приблизно до 1965 р.) для нього було характерним прагнення математично строгого розв'язання задач статистичної фізики, квантової теорії поля та теорії потенціального розсіяння, для третього періоду (з 1966 р.) характерні дослідження найбільш актуальних питань фізики високих енергій. Це був новий етап розвитку школи, організаційно пов'язаний зі створенням Інституту теоретичної фізики НАН України.

Статистична фізика, яка є одним з фундаментальних розділів фізичної науки, завжди була пріоритетним полем дослідницьких інтересів вченого. Запропоновані ним ідеї і методи в галузі статистичної фізики, а також їх застосування в теорії рідин, теорії металів, магнетизмі, квантовій теорії поля, теорії елементарних частинок набули розвитку в Україні. До праць М.М. Боголюбова з методу, або ланцюжка рівнянь ББГКІ (Боголюбова—Борна—Гріна—Кірквуда—Івона) не розглядалось питання про граничні умови, тому для опису необоротних процесів він запровадив умову про послаблення кореляцій. Це дозволило розв'язати існуюче внутрішнє протиріччя, коли рух молекул тлумачився як випадковий процес, проте водночас застосовувалися рівняння класичної механіки. Першою працею М.М.Боголюбова в цьому напрямі стала монографія 1945 р. «Про деякі статистичні методи в математичній фізиці» [1], де було показано, що залежно від вибору масштабу часу випадковий процес можна розглядати як динамічний, марковський, або певний немарковський процес. Тим самим вперше було запроваджено ідею про ієрархію часів релаксації в багаточастинковій системі. У наступній монографії вченого 1946 р. «Проблеми динамічної теорії в статистичній фізиці» [2] було розглянуто важливе методологічне питання зв'язку статистичних та динамічних закономірностей в природі та досліджено різні стадії еволюції: хаотичну, кінетичну та гідродинамічну. Дана книга на багато років визначила

розвиток статистичної фізики в Україні та становлення великого колективу учнів вченого. Серед них можна назвати академіків НАН України І.Р. Юхновського, С.В. Пелетмінського, Д.Я. Петрину, О.Г. Ситенка, А.Г. Загороднього, І.М. Мриглода, членів-кореспондентів НАН України В.П. Шелеста, Е.Г. Петрова, М.Ф. Головка, Ю.В. Слюсаренка та Г.М. Зинов'єва, докторів наук Ю.Л. Ментковського, А.В. Свідзинського, І.О. Вакарчука, Ю.К. Рудавського, З.О. Гурського, В.І. Герасименка, О.Л. Ребенка, В.І. Скрипника, М.С. Гончара, Б.В. Струминського, А.М. Федорченка та інших. Серед результатів наукової школи - обґрунтування нерівноважної статистичної механіки нескінченних систем (Д.Я. Петрина) [3], створення методу зміщень та колективних змінних у класичному та квантовому випадках (І.Р. Юхновський) [4], узагальнення ідеї скороченого опису на широкий клас макроскопічних систем, побудова нерівноважної крупноструктурної ентропії систем взаємодіючих частинок (С.В. Пелетмінський) [5].

Праці зі статистичної фізики стали традиційними перш за все для тих установ, де М.М. Боголюбов працював: Інституту математики, у якому його учні О.С. Парасюк та Д.Я. Петрина очолювали відділи; Інституту теоретичної фізики, де керували чи керують відділами учні Миколи Миколайовича О.С. Парасюк, Д.Я. Петрина, Г.М. Зинов'єв, працювали чи працюють доктори фізико-математичних наук Б.В. Струминський, Ю.Л. Ментковський, М.С. Гончар. Директори інституту в різний час академіки НАН України О.Г. Ситенко та А.Г. Загородній широко використовували методи М.М. Боголюбова в теорії плазми. Тісно співпрацював з М.М. Боголюбовим у галузі теорії магнетизму академік НАН України В.Г. Бар'яхтар, який у 1982—1985 рр. очолював відділ Інституту теоретичної фізики. Першим заступником директора Інституту теоретичної фізики був учень Миколи Миколайовича член-кореспондент НАН України В.П. Шелест.

З Інститутом теоретичної фізики пов'язана також діяльність академіка НАН України І.Р. Юхновського, який був заступником директора інституту, очолював Львівський відділ, пізніше — Львівське відділення інституту, на базі

якого було створено Інститут фізики конденсованих систем НАН України та сформовано наукову школу вченого зі статистичної фізики. Учні І.Р. Юхновського керували Львівським національним університетом (І.О. Вакарчук) та університетом «Львівська політехніка» (Ю.К. Рудавський).

Послідовники М.М. Боголюбова працюють також у Київському університеті. Тривалий час тут керував кафедрою теоретичної фізики доктор фізико-математичних наук, професор А.М. Федорченко. У 1965 р. в університеті була створена кафедра квантової теорії поля, засновниками якої стали академіки М.М. Боголюбов та О.Г. Ситенко (перший завідувач кафедри). Розробляв ідеї та підходи М.М. Боголюбова в галузі статистичної теорії рідин й керівник кафедри теоретичної фізики Одеського університету доктор фізико-математичних наук, професор Й.З. Фішер. Одним з учнів М.М. Боголюбова є академік НАН України С.В. Пелетмінський, який керував відділом Національного наукового центру Харківський фізико-технічний інститут і став лідером відомої наукової школи в галузі статистичної фізики. У 1960—1970 рр. С.В. Пелетмінський зі своїми учнями виконав дослідження розвитку загального методу скороченого опису для широкого класу макроскопічних систем. В основу цього методу, започаткованого працями М.М. Боголюбова, покладено такі загальні принципи статистичної механіки, як принцип просторового послаблення кореляцій та ергодичні співвідношення [6]. У його працях було розвинуто також підхід до побудови гідродинаміки надплинної рідини з урахуванням дисипативних процесів [7]. Напрямо С.В. Пелетмінського розвивав член-кореспондент НАН України Е.Г. Петров, його аспірант по Харківському фізико-технічному інституту, нині завідувач відділу ІТФ НАН України, якому доводилось виступати на семінарах, керованих М.М.Боголюбовим.\* Аспірантом М.М. Боголюбова був А.В. Свідзинський, який розробляв методи надпровідності, досліджував кінетику електронів у металах, струмові стани в просторово-неоднорідних надпровідникових системах, побудував послідовну мікроскопічну теорію на основі методу функціонального інтегрування [8].

Учнем М.М. Боголюбова академіком НАН України академіком Д.Я. Петриною та його послідовниками проводились дослідження кінетичних рівнянь Боголюбова для квантової статистики, для розв'язання яких було розвинуто новий підхід як до розв'язання еволюційних рівнянь у функціональних просторах, коли система кінетичних рівнянь розглядається як єдине еволюційне рівняння в банаховому просторі послідовностей ядерних операторів, а також створено функціонально-аналітичний метод їх розв'язання. Дано строгий математичний опис систем з нескінченною кількістю частинок, доведено існування та єдність граничних функцій розподілу та їх аналітичну залежність від густини, збіжність віріальних розкладань для вільної енергії та структурних функцій змішаних систем іонно-дипольних частинок у рівноважній класичній статистичній фізиці [3].

М.С. Гончар вивчав термодинамічні властивості систем з чисто відштовхувальним потенціалом взаємодії та розвинув метод дослідження багаточастинкових систем, що знаходяться в рівновазі. На цій основі він побудував фізичну теорію опису кристалізації в моделі твердих сфер, в рамках якої розв'язав задачу побудови зведених функцій розподілу Боголюбова для випадку відштовхувального парного потенціалу взаємодії за будь-яких значень активності та температури [9].

Значний внесок у розвиток статистичної фізики було зроблено працями учня М.М. Боголюбова академіка НАН України І.Р. Юхновського та його школи у галузі фізики конденсованої речовини, фазових переходів та критичних явищ, яка працює в галузі статистичної теорії рідин, розчинів та розплавів електролітів, металів і сплавів, неупорядкованих систем, квантових рідин, електронного газу в металах, частково збуджених систем, сегнетоелектриків, електролітичних плівок та мембран, надплинної рідини та високотемпературної плазми. Вченим розвинуто боголюбівський метод розкладання за плазмовим параметром для бінарної функції розподілу та одержано загальні вирази для вищих наближень бінарної функції, що відіграють нині важливу роль при розробці теорії високотемпературної плазми,



теорії електролітів, статистичної теорії металів, надплинної рідини, а також в теорії фазових переходів, коли в системі виникають далекосяжні колективні кореляції. Як природний розвиток ідей та методів М.М. Боголюбова розроблено метод колективних змінних (КЗ), в основу якого покладено використання того факту, що в системах заряджених частинок існують далекосяжні взаємодії, вперше одержано високогрупові розкладання для систем заряджених частинок з урахуванням короткосяжних взаємодій [10]. Важливими результатами І.Р. Юхновського стали також новий підхід до опису фазових переходів II роду та розроблений метод зміщень і колективних змінних (ЗКЗ). Вчений зумів зібрати навколо себе велику групу здібних молодих вчених, на базі якої сформувалися його львівська наукова школа зі статистичної фізики та Інститут фізики конденсованих систем НАН України.

Статистичні методи у квантовій теорії поля та фізиці елементарних частинок також розробляли О.С. Парасюк, Д.Я. Петрина, В.І. Фущич, В.П. Шелест, Г.М. Зинов'єв, Б.В. Струминський, А.Н. Тавхелідзе, Ю.Л. Ментковський, А.М. Федорченко, В.Г. Писаренко, В.П. Гачок В.І. Ленд'єл, І.П. Дзюб та інші. Інтенсивній розробці даних проблем сприяло те, що з моменту заснування Інституту теоретичної фізики АН України в ньому було створено відділ теорії елементарних частинок, який очолив А.Н. Тавхелідзе, а з 1971 р. — В.П. Шелест. Загальне наукове керівництво роботами здійснював М.М.Боголюбов.

Так, Д.Я. Петрина запропонував метод підсумовування внесків від діаграм Фейнмана, встановив загальні критерії справедливості спектральних представлень [11,12]; Результати В.П. Шелеста пов'язано з побудовою структурно-динамічних моделей елементарних частинок, дуальної резонансної моделі та статистичного підходу в ній [13,14]; з Л.Л. Єнковськи, М.А. Кобилинським, Б.В. Струминським та А.І. Бугрієм вчений побудував клас дуальних амплітуд з мандельштамівською аналітичністю і венеціанівською границею (ДАМА); з Г.М.Зинов'євим, В.А.Міранським та М.І.Горенштейном розробив статистичний підхід до вивчення сильновзаємодіючих частинок при

високих енергіях. У ряді робіт Г.М. Зинов'єва було запропоновано нову інтерпретацію моделі статистичного бутстрапа та на її основі модифіковано статистичне бутстрап-рівняння [15—19].

Широко відомі також роботи учня М.М.Боголюбова — Б.В. Струминського, який, зокрема, запропонував підхід, який полягає в тому, що всі покоління кварків поєднуються в один мультиплет калібрувальної групи, після порушення якої залишаються відомі слабкі взаємодії та нові взаємодії, що обумовлюють переходи між поколіннями [20-22]. Дослідження А.М. Федорченка стосуються теорії хвильових процесів у плазмі та плазмових середовищах, фізичної акустики та акустoeлектроніки [23, 24].

Результати названих вчених, кожний з яких сам має групу послідовників та учнів, свідчать про важливість внеску в статистичну фізику теоретичної школи М.М. Боголюбова, свідчать про те, що, за словами член-кореспондента НАН України Г.М. Зинов'єва, «результати та досягнення М.М. Боголюбова — це жива спадщина світової фізики, яка досі бурхливо розвивається, вирішуючи актуальні питання та ставлячи нові проблеми перед молодими генераціями дослідників»\*.

### **Список використаних джерел**

1. *Боголюбов Н.Н.* О некоторых статистических методах в математической физике. — К.: Изд-во АН УССР, 1945. — 137 с.
2. *Боголюбов Н.Н.* Проблемы динамической теории в статистической физике. — М.-Л: Гос. Техн.-Теоретич. изд., 1946. — 119 с.
3. *Петрина Д.Я., Герасименко В.И., Малышев П.В.* Математические основы классической статистической механики. — К: Наук. думка, 1985. — 264 с.
4. *Юхновський І.Р., Козловський М.П., Пилюк І.В.* Мікроскопічна теорія фазових переходів у тривимірних системах. — Львів: Євросвіт, 2001. — 592 с.
5. *Пелетминский С. В., Соколовский А. И.* К вопросу о построении неравновесной энтропии. I. // Теор. и матем физика, 1974. - №1. – С. 85-99.
6. *Пелетминский С.В., Яценко А.А.* К квантовой теории кинетических и релаксационных процессов // Теорет. и мат. физика, 1967. — Т.53. — вып.4 (10). — С.1327—1335.
7. *Ахиезер А.И., Пелетминский С.В., Яценко А.А.* О ферми-жидкостной модели сверхпроводимости при наличии связанных состояний фермионов. — Киев, 1990. — 9 с. — (Препр. АН УССР. — Ин-т теор. физики. — ИТФ — 90—28 Е).

8. *Свидзинский А.В.* Пространственно-неоднородные задачи теории сверхпроводимости. — М.:Наука, 1982. — 309 с.
9. *Гончар Н.С.* Конденсация и кристаллизация. — К.: Наук. думка, 1991. — 197 с.
10. *Юхновский И.Р.* Фазовые переходы второго рода. Метод коллективных переменных. — К.: Наук. думка, 1985. — 252 с.
11. *Петрина Д.Я.* Аналитические свойства парциальных волн амплитуды рассеяния в теории возмущений // Докл. АН СССР. — 1962. — Т.144, № 4. — С. 755—758.
12. *Петрина Д.Я.* Аналитические свойства амплитуды рассеяния на потенциале на первом „нефизическом” листе // Журн. эксперим. и теорет. физики. — 1963. — Т.44, вып. 1. — С. 151—156.
13. *Шелест В.П., Зиновьев Г.М., Миранский В.А.* Модели сильно взаимодействующих элементарных частиц. В 2 т. — М.:Атомиздат, 1973—1976.
14. *Шелест В.П.* Новый круг: Структура элементарных частиц. — М.:Атомиздат. — 1978. — 144 с.
15. *Шелест В.П., Енковски Л.Л.* Описание неупругих процессов в дуальных моделях // Успехи физ. наук. — 1973. — Т.111, вып.1. — С.87—108.
16. *Бугрий А.И., Енковски Л.Л., Кобылинский Н.А.* Рассеяние на большие углы в «ДАМА» // Ядерная физика. — 1973. — Т.17. — С. 614—620.
17. *Зиновьев Г.М., Миранский В.А.* Асимптотические свойства амплитуды электрон-протонного рассеяния и правила сумм для швингеровского члена // Теорет. и мат. физика. — 1972. — Т.10. — С. 204—208.
18. *Зиновьев Г.М., Струминский Б.В., Фаустов Р.Н., Черняк В.Л.* Структура протона и сверхтонкое расщепление в атоме водорода // Ядерная физика. — 1970. — Т.11, вып.6. — С. 1284—1297.
19. *Горенштейн М.И., Зиновьев Г.М., Макаров В.И., Миранский В.А., Шелест В.П.* Статистический подход к вычислению резонансных ширин и множественности в дуальных моделях // Письма в Журн. exper. и теор. физики. — 1972. — Т.15, вып. 11. — С.686—689.
20. *Енковски Л.Л., Струминский Б.В.* Конечно-энергетические и КХД-правила сумм // Теорет. и мат. физика. — 1983. — Т.57. — №1. — С.41—44.
21. *Струминский Б.В., Демченко Г.П.* Инклюзивные реакции в дуальной резонансной модели // Составные и дуальные модели. — К: Наук.думка, 1971. — С.42—57.
22. *Струминский Б.В.* 25 лет гипотезы кварков // Юбилей науки. — К: Наук. думка, 1989. — С.190-203.
23. *Федорченко А.М., Коцаренко Н.Я.* Абсолютная конвективная неустойчивость в плазме и твердых телах. — М.: Наука, 1981. — 176 с.
24. *Коцаренко Н.Я., Федорченко А.М.* Выделение и усиление разностной частоты в плазменном волноводе с электронным пучком // Радиотехника и электроника. — 1967. — Т.12. — №12. — С.2162—2170.

### *References*

1. Bogolyubov, N. (1945). *O nekotorykh statisticheskikh metodakh v matematicheskoy fizike* [On some statistical methods in mathematical physics. Monograph]. Kiev: Publishing house of the Academy of Sciences of USSR. 137. [in Russian].
2. Bogolyubov, N. (1946). *Problemy dinamicheskoy teorii v statisticheskoy fizike* [Problems of dynamical theory in statistical physics. Monograph]. Moscow-Leningrad, Technical and theoretical publishe. 119. [in Russian].
3. Petrina, D., Gerasimenko, V., Malyshev, P. 1985. *Matematicheskije osnovy klassicheskoy statisticheskoy mekhaniki* [Mathematical foundations of classical statistical mechanics. Monograph]. Kiev: Naukova dumka. 264. [in Russian].
4. Yuhnovsky, I., Kozlovsky, M., Pyljuk, I. (2001). *Mikroskopichna teorija fazovykh perekodiv u tryvymirnykh systemakh* [The microscopic theory of phase transitions in three-dimensional systems. Monograph]. Lviv: Evrosvit. 592. [in Ukrainian].
5. Peletminsky, S., Sokolovsky, A. (1974). *K voprosu o postrojenii neravnovesnij entropii, I.* [On the construction of nonequilibrium entropy. I.]. *Teoreticheskaja i matematicheskaja fizika* [Theoretical and Mathematical Physics]. 1, 85-99. [in Russian].
6. Peletminsky, S., Yatsenko, A. (1967). *K kvantovoj teorii kineticheskikh i relaksatsuinnykh protsessov* [On the quantum theory of kinetic and relaxation processes]. *Teoreticheskaja i matematicheskaja fizika* [Theoretical and Mathematical Physics]. 53. v. 4(10), 1327—1335 (in Russian).
7. Akhiezer, A., Peletminsky, S., Yatsenko, A. (1990). *O fermi-zhidkostnoj modeli sverkhprovodimosti pri nalichii svjazannykh sostojanij fermionov* [About Fermi-liquid model of superconductivity in the presence of bound states of fermions. Preprint]. Kiev. 9. [in Russian].
8. Svidzinsky, A. (1982). *Prostranstvenno-neodnorodnyje zadachi teorii sverkhprovodimosti* [Spatially-inhomogeneous problems of the theory of superconductivity. Monograph]. Moscow: Nauka. 309. [in Russian].
9. Gonchar, N. (1991). *Kondensatsia i kristallizatsija* [The condensation and crystallization. Monograph]. Kiev: Naukova dumka. 197. [in Russian].
10. Yuhnovsky, I. (1985). *Fazovyje perekhody vtorogo roda. Metod kollektivnykh peremennykh* [Phase transitions of the second sort. The method of collective variables. Monograph]. Kiev: Naukova dumka. 252. [in Russian].
11. Petrina, D. (1962). *Analiticheskije svojstva partialnykh voln amplitudy rassejanija v teorii vozmushehij* [Analytic properties of partial-wave scattering amplitude in perturbation theory]. *Doklady AN SSSR* [Reports of the USSR Academy of Sciences]. T.144. 4, 755–758. [in Russian].
12. Petrina, D. (1963). *Analiticheskije svojstva amplitudy rassejanija na potentsiale na pervom "nefizicheskom" liste* [Analytic properties of the scattering amplitude in the potential at the first "nonphysical" sheet]. *Zhurnal eksperimentalnoj i teoreticheskoy fiziki* [Journal of Experimental and Theoretical Physics]. T. 44. 1, 151–156. [in Russian].

13. Shelest, V., Zinovjev, G., Miransky, V. (1973-1976). *Modeli silno vzaimodejstvujushikh elementarnikh chastits* [Models of strongly interacting elementary particles]. Moscow: Atomizdat, v 2 t. [in Russian].

14. Shelest, V. (1978). *Novij krug: struktura elementarnikh chastits* [New circle: the structure of elementary particles. Monograph]. Moscow: Atomizdat. 144. [in Russian].

15. Shelest, V., Enkovsky, L. (1973). *Opisanije neuprugikh processov v dualnikh modeljakh* [Description of inelastic processes in dual models]. *Uspekhi fizicheskikh nauk* [Successes of physical sciences]. 111. 1, 87–108. [in Russian].

16. Bugrij, A., Enkovsky, L., Kobylinsky, N. (1973). *Rassejanie na bolshije ugly v «DAMA»* [Scattering through large angles in the «DAMA»]. *Jadernaja fizika* [Nuclear physics]. 17, 614–620. [in Russian].

17. Zinovjev, G., Miransky, V. (1972). *Asimptoticheskiye svojstva amplitudy electron-protonnogo rassejanija i pravila summ dlja shvingerovskogo chlena* [Asymptotic properties of the electron-proton scattering amplitude and sum rules for the Schwinger term]. *Teoreticheskaja i matematicheskaja fizika* [Theoretical and Mathematical Physics]. 10, 204–208. [in Russian].

18. Zinovjev, G., Struminsky, B., Faustov, R., Chernjak, V. (1970). *Struktura protona I sverhtonkoje rascheplenije v atome vodoroda* [The structure of the proton and hyperfine splitting in the hydrogen atom]. *Jadernaja fizika* [Nuclear physics]. 11. 6, 1284–1297. [in Russian].

19. Gorenstein, M., Zinovjev, G., Makarov, V., Miransky, V., Shelest, V. (1972). *Statisticheskij podhod k vyshisleniju rezonansnykh shirin I mnozhestvennosti v dualnikh modeljakh* [The statistic approach to the kalkulyation of resonanse vidths and multiplitsity in dual models]. *Pisma v Zhurnal eksperimentalnoj i teoreticheskoy fiziki* [Letters to the Journal of experimental and theotetical physics]. 15. 11, 686–689. [in Russian].

20. Enkovsky, L., Struminsky, B. (1983). *Konechno-energeticheskije i KCHD pravila sum* [Finite-energy and QCD sum rules]. *Teoreticheskaja i matematicheskaja fizika* [Theoretical and Mathematical Physics]. 57. 1, 41–44. [in Russian].

21. Struminsky, B., Demchenko, G. (1971). *Inkluzivnije reakcii v dualnoj rezonansnoj modeli* [The inclusive reaction in the dual resonance model]. Kyiv: Naukova dumka. 42-57. [in Russian].

22. Struminsky, B. (1990). *25 let gipotezy kvarkov* [25 years of quark hypothesis]. Kyiv Naukova dumka. 190–203. [in Russian].

23. Fedorchenko, A., Kotsarenko, N. (1981). *Absoljutnaja konvektivnaja neustojchivost v plazme i tverdykh telakh* [Absolute convective instability in plasma and solids. Monograph]. Moscow: Nauka. 176. [in Russian].

24. Kotsarenko, N. (1967). *Vydelenije i usilenije raznostnoj chastity v plasmennom volnovode s elektronnyj puchkom* [Selection and amplification of the difference frequency in the plasma wave-propagating system with an electron beam]. *Radiotekhnika i radioelektronika* [Radio engineering and electronics]. 12. 12, 2162-2170. [in Russian].