

А. ЗАГОРОДНІЙ, А.САМОЙЛЕНКО, Ю. ХРАМОВ

ЖИТТЯ, ПРИСВЯЧЕНЕ НАУЦІ

До 100-річчя від дня народження
академіка Миколи Миколайовича Боголюбова

З-поміж учених світового рівня, якими може пишатися Україна, слід згадати академіка Миколу Миколайовича Боголюбова — одного з найвидатніших фізиків-теоретиків і математиків ХХ століття, засновника Інституту теоретичної фізики НАН України та низки наукових шкіл, 100-річчя від дня народження якого відзначає наукова громадськість цього року. М.М. Боголюбов — учений широкого профілю: йому притаманні блискучий талант дослідника природи, тонка фізична й математична інтуїція, педагогічний хист, постійний творчий пошук, глибина наукових досліджень, ерудиція, неординарність мислення, багатство наукових ідей, невтомність у пошуку нових підходів до розв'язання задач, вміння виділити головне в проблемі, проникнути в її суть, забезпечити необхідний ступінь строгості для коректного розв'язання задачі. Серед людських якостей його учні й колеги найчастіше називають наукову щедрість, доброзичливість, принциповість, працездатність, інтелігентність і незвичайну привабливість.

М.М. Боголюбов досяг феноменальних результатів у варіаційному численні, функціональному аналізі, теоріях диференціальних рівнянь, імовірностей і майже періодичних функцій, нелінійних коливань, фізиці високих енергій, квантовій теорії поля, теорії ядра, теорії твердого тіла, створив мікроскопічні теорії надплинності й надпровідності, методи статистичної і теоретичної фізики, чимало зробив для розвитку математики, механіки, фізики.

© ЗАГОРОДНІЙ Анатолій Глібович. Академік НАН України. Головний учений секретар НАН України. Директор Інституту теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова.

САМОЙЛЕНКО Анатолій Михайлович. Академік НАН України. Академік-секретар Відділення математики НАН України. Директор Інституту математики.

ХРАМОВ Юрій Олексійович. Доктор фізико-математичних наук. Завідувач відділу історії науки і техніки Центру досліджень науково-технічного потенціалу та історії науки ім. Г.М. Доброва (Київ). 2009.

Усе починається в дитинстві. Народився майбутній учений 21 серпня (8 за старим стилем) 1909 р. в Нижньому Новгороді (Росія) в сім'ї священника, викладача богослов'я. Того ж року його сім'я переїхала до Ніжина (Україна), де батько, Микола Михайлович Боголюбов, отримав місце вчителя основ християнської віри в Ніжинському історико-філологічному інституті. Після чотирьох років викладання Миколі Михайловичу запропонували посаду професора богослов'я в Університеті св. Володимира, і родина переїздить до Києва, де оселяється на вулиці Маріїнсько-Благовіщенській (нині Саксаганського). У 1915 р. під час I Світової війни Університет евакуювали до Саратова в Росію. Після повернення Микола Михайлович отримує державну квартиру в приміщенні червоного корпусу Університету.

У 1917 р. Миколі Боголюбову виповнюється вісім років, і він іде в підготовчий клас Першої київської гімназії. Проте навчатися тут йому довелося лише неповні два роки. У ті часи в Україні часто змінюється влада, і навесні 1920 р. Микола Михайлович бере сільський прихід у с. Великій Кручі на Полтавщині. Боголюбови на два роки переїзять у провінцію, де панують давні освітянські традиції. Зокрема, у земській школі працює напрочуд кваліфікований викладацький колектив, який, за словами Боголюбова, зробив би честь найкращій зі столичних шкіл. Усі предмети в школі викладали українською мовою, якою Микола легко оволодів. Викладачі пробудили в ньому любов до України, навчили української мови і виявили величезний математичний талант. Цікаво, що вже в зрілі роки, заповнюючи свою особову справу, у графі національність він написав українець. За словами його сина, Павла Миколайовича Боголюбова, аналогічний запис був і в його паспорті. Варто зауважити, що посвідчення про закінчення семирічки було



Микола Боголюбов у передвоєнні роки.

єдиним документом про освіту, який Микола Боголюбов отримав протягом усього свого життя.

У 12 років Микола Миколайович успішно оволодів диференціальним та інтегральним численням, прочитав низку підручників російською, англійською та французькою мовами (до речі, він знав багато іноземних мов), зокрема 5-томний трактат Хвольсона з фізики, а в 13 років мав знання, не нижчі від тих, які здобувають після закінчення математичного факультету університету.



Брати Михайло, Олексій і Микола Боголюбови. Київ, 1939 р.

Значну роль в освіті Миколи Миколайовича відіграв його батько, який розумів, що синові необхідно серйозно вчитися. Порадившись зі знайомими, Микола Михайлович звернувся до відомого математика академіка Д.О. Граве, який, поспілкувавшись із підлітком, сказав, що відвідувати лекції в будь-якому вищому навчальному закладі немає сенсу, працювати з ним треба індивідуально. Відтоді М.М. Боголюбов відвідує семінар Граве. Через кілька місяців його запрошує на кафедру математичної фізики ВУАН академік М.М. Крилов. 1 червня 1925 р. Миколу Боголюбова зі спеціального дозволу Раднаркому України зараховують аспірантом кафедри. А вже 11 грудня 1925 р. М.М. Крилов на засіданні ВУАН доповідає про його роботу «Про обчислення вимушених коливань, що задовольняють деяким диференціальним рівнянням». Упродовж 1926 р. молодий Боголюбов готує аспірантську роботу на тему «Про деякі нові методи у варіаційному численні» і блискуче її захищає. 1927 р. його зараховують на посаду наукового співробітника кафедри. Аспірантські ідеї М.М. Боголюбов розвинув у праці «Застосування прямих методів до однієї проблеми варіаційного числення», яку 1928 р. відзначено премією Болонської академії наук (Італія), а згодом виклав у доповіді на семінарі при кафедрі математичної фізики 4 квітня 1930 р. Через два дні, 6 квітня, загальні збори Фізико-математичного відділення ВУАН за поданням академіків М.М. Крилова і Д.О. Граве присудили йому науковий ступінь доктора математичних наук.

У наступні роки Микола Миколайович продовжує працювати на кафедрі математичної фізики, водночас у 1936–1949 рр. перебуває на посаді професора, потім завідувача кафедри Київського університету. У 1946–1949 рр. він декан механіко-математичного факультету; у 1945–1956 рр. — завідувач відділу Інституту математики

АН УРСР; з 1947 р. — завідувач відділу теоретичної фізики Математичного інституту ім. В.О. Стеклова АН СРСР у Москві; з 1953 р. — завідувач кафедри теоретичної фізики Московського університету; у 1950–1953 рр. бере участь у радянському атомному проекті. Проте його зв'язки з Україною, Академією наук України залишаються досить міцними: 1948 р. його обирають дійсним членом АН УРСР. У 1956–1965 рр. М.М. Боголюбов — директор Лабораторії теоретичної фізики Об'єднаного інституту ядерних досліджень (ОІЯД) в Дубні (Московська обл.), а в 1965–1989 рр. — директор зазначеного Інституту. Цього ж року він очолює щойно створений у Києві Інститут теоретичної фізики АН УРСР (до 1979 р.).

Протягом багатьох років М.М. Боголюбов очолював Математичний інститут ім. В.А. Стеклова, був академіком-секретарем Відділення математики АН СРСР. Помер Микола Миколайович 13 лютого 1992 р.

* * *

Як уже було згадано, М.М. Боголюбов органічно поєднував математичний і фізичний хист. Це віддзеркалено в його науковому стилі: спочатку простий, філігранний фізичний аналіз проблеми, а потім створення адекватного потужного математичного апарату. І нині задачі сучасної теоретичної фізики вирізняються надзвичайною математичною складністю, потребують відповідної строгості. Микола Миколайович досконало володів цим мистецтвом, тому, напевно, й досяг значних результатів математичного характеру при розв'язанні різноманітних фізичних проблем.

Фізичні дослідження М.М. Боголюбова присвячено математичній фізиці, статистичній механіці, квантовій теорії поля й теорії елементарних частинок. У 1932–1937 рр. М.М. Крилов і М.М. Боголюбов побудували асимптотичну теорію нелінійних коливань — новий напрям у загальній

теорії нелінійних коливань, щойно розробленій Л.І. Мандельштамом і його науковою школою в Москві. Було запропоновано методи асимптотичного інтегрування нелінійних рівнянь, що описують різні коливальні процеси, і здійснено їх математичне обґрунтування. Зокрема, М.М. Боголюбов розробив принципово новий математичний апарат для дослідження загальних консервативних коливальних систем із малим параметром, довів низку тонких теорем для систем, що давали можливість строгого вивчення питань існування і стійкості квазіперіодичних розв'язків. Результати їхніх досліджень у царині, яку вони назвали нелінійною механікою, викладено в низці монографій, зокрема: «Про деякі формальні розклади нелінійної механіки» (1934), «Нові методи нелінійної механіки» (1934), «Вступ до нелінійної механіки» (1937). Класичними стали розроблені в нелінійній механіці методи усереднення та інтегральних багатовидів. 1963 р. на заняттях Першої математичної школи в Каневі (Україна) М.М. Боголюбов прочитав дві лекції «Про квазіперіодичні розв'язки в задачах нелінійної механіки», якими фактично завершив роботу в цій галузі. У наступні роки асимптотичну теорію нелінійних коливань розвивали учень М.М. Боголюбова Ю.О. Митропольський і його наукова школа. Результатом дослідження М.М. Боголюбовим нелінійної механіки стала сформована в 40-х рр. ХХ ст. у Києві наукова школа математичної фізики.

Розроблені асимптотичні методи нелінійної механіки М.М. Боголюбов застосовував у статистичній фізиці, де вони спричинилися до низки принципових і важливих результатів. У праці «Проблеми динамічної теорії в статистичній фізиці» (1946) учений виклав доволі повну форму теорії збурень для розв'язання різних проблем статистичної механіки, обґрунтував

її поділ на класичні та квантово-механічні системи, розробив метод одержання кінетичних рівнянь на основі механіки сукупності частинок. Зокрема, висунута й обґрунтована ним ідея про ієрархію часів релаксації в багаточастинковій системі (1945) відіграє значну роль у статистичному описі нерівноважних процесів у газах, рідинах і кристалах. Глибокий фізичний зміст її яскраво проявився при вивченні різних стадій нерівноважного процесу. Тут же запропоновано ефективний метод ланцюжків рівнянь для функцій розподілу комплексів частинок (метод Боголюбова–Борна–Гріна–Кірквуда–Івона, або ББГКІ). Поширений на нерівноважні процеси він дав можливість М.М. Боголюбову підійти до теорії і методу побудови кінетичних рівнянь для систем взаємодійних частинок і закласти основи сучасної теорії кінетичних явищ. Зокрема, він сформулював умови застосування кінетичного рівняння Больцмана, дав пояснення причин його необоротності і запропонував кінетичне рівняння для систем частинок з кулонівською взаємодією (кінетичне рівняння Боголюбова–Балеску–Ленарда).

Важливі результати М.М. Боголюбов отримав і в квантовій статистиці. 1946 р. він розробив метод наближеного вторинного квантування і застосував його для визначення енергетичного спектра слабо збуджених станів квантових систем (слабо неідеального бозе-газу), на основі якого в 1947–1948 рр. розрахував спектр елементарних збуджень слабо неідеального бозе-газу, довівши, що він може перебувати у виродженому стані й бути надплинним, тобто його спектр має такі ж властивості, як і спектр гелію-2. Згодом М.М. Боголюбов створив мікроскопічну теорію надплинності бозе-систем, яку розкрито в статті «До теорії надплинності» (1947). Тут же запропоновано канонічні перетворення, відомі

тепер як «перетворення Боголюбова». Учений дослідив і загальну схему неідеального фермі-газу зі слабкою взаємодією, показавши, що в разі переважання сил притягання в ньому виникає надплинність, побудував фізичну картину надплинного стану.

Подальший розвиток ідей і методів теорії неідеального бозе-газу дав можливість М.М. Боголюбову розробити (услід за Дж. Бардіним, Л. Купером і Дж. Шріффером) послідовну мікроскопічну теорію надпровідності та встановити фундаментальний факт, що надпровідність можна розглядати як надплинність електронного газу (1957). «Ще до того, як у Москві стала відома докладна робота Бардіна, Купера, Шріффера, наприкінці вересня 1957 р. мені вдалося показати, що метод, розроблений нами для побудови мікроскопічної теорії надплинності бозе-систем, може бути узагальнений і для послідовної побудови теорії надпровідності на основі початкової моделі Фр'юліха. Відповідні рівняння вдалося розв'язати, не залучаючи якісь необґрунтовані припущення», — писав Микола Миколайович.

Подальший розвиток ідеї надпровідності як надплинності фермі-систем привів ученого до відкриття ефекту надплинності ядерної матерії (1958). У 1968 р. М.М. Боголюбов для вивчення надпровідних і надплинних систем пропонує новий варіаційний принцип, що є узагальненням методу Хартрі–Фока, де враховано існування корельованих пар частинок (метод Хартрі–Фока–Боголюбова).

Для розв'язання задач статистичної фізики М.М. Боголюбов широко залучав методи квантової теорії поля, оскільки одним із перших до кінця зрозумів глибоку, тепер для всіх природну й очевидну, математичну і фізичну спорідненість задачі багатьох тіл і квантової теорії поля. Тут яскраво виявилось його вміння виділяти загальні елементи в різних, на перший погляд, фізичних на-

прямах, що уможливлювало плідне взаємне перенесення ідей і методів. Не випадково, що за роботами зі статистичної фізики з 1951 р. з'явився великий цикл досліджень з основ сучасної квантової теорії поля. У працях Боголюбова її фізичні поняття дістали адекватну математичну форму.

У цій галузі Микола Миколайович досяг нових фундаментальних результатів, які нині широковідомі. Зокрема, він запропонував послідовний метод усунення ультрафіолетових розбіжностей — математично коректний варіант теорії перенормувань, що використовує апарат узагальнених функцій, так звана «R-операція Боголюбова–Парасюка» (1955). У результаті було з'ясовано математичний сенс перенормувань.

1955 р. М.М. Боголюбов разом із своїм учнем Д.В. Ширковим розробив теорію матриці розсіяння, яка, за їхніми словами, «будувалася, виходячи з гейзенбергових положень, що були однак у значній мірі звужені допущенням розкладу по сталій зв'язку, прийняттям концепції адіабатичності і, головне, тим, що до них було додано вимогу причинності, сформульовану у вигляді строгої умови мікроскопічної причинності або локальності». У результаті виникає нове формулювання квантової теорії поля (S-матриця в представленні взаємодії), в основі якого не традиційний гамільтонівський формалізм, а Гейзенбергова S-матриця розсіяння (запроваджена 1943 р. В. Гейзенбергом), що задовольняє вимоги коваріантності, унітарності і причинності. Умова причинності S-матриці, записана мовою варіаційних похідних, відома як умова мікропричинності Боголюбова. Подальший аналіз М.М. Боголюбовим і Д.В. Ширковим процедури перенормувань привів їх (1955) до ренормалізаційної групи і, услід за М. Гелл-Манном і Ф. Лоу (1954), — до побудови її послідовної математичної теорії.



А.Н.Тавхелідзе, Нгуєн Ван Х'єу (В'єтнам),
М.М. Боголюбов. Дубна, 1962 р.



М.М. Боголюбов біля Московського державного
університету.

М.М. Боголюбов одним із перших започаткував напрям, який пізніше назвали аксіоматичною теорією поля. Переваги цього підходу проявились у циклі його праць про метод дисперсійних співвідношень для амплітуд розсіяння, які описують різноманітні процеси розсіяння і народження елементарних частинок. Доведення дисперсійних співвідношень для процесу розсіяння піонів на нуклонах (1956) зумовило розвиток нового математичного апарату аналітичного продовження узагальнених функцій багатьох змінних (перше визначення дисперсійних співвідношень у формалізмі квантової теорії поля запропонували в 1954 р. М. Гелл-Манн, М. Гольдбергер і В. Тіррінг, проте воно не було позбавлене заперечень).

Роботи Боголюбова з обґрунтування дисперсійних співвідношень започаткували новий етап у теорії сильних взаємодій. Було запроваджено нове поняття про амплітуду розсіяння як про єдину аналітичну функцію змінних розсіяння та намічено найрізноманітніші й широкі застосування аксіоматичного методу. Систему основних положень, застосовану при визначенні дисперсійних співвідношень, М.М. Боголюбов розвинув у самостійний загальний підхід до побудови релятивістської квантової теорії взаємодії частинок.

Серед суто математичних результатів цього напрямку необхідно відзначити теорему про «вістря клина», вперше доведену М.М. Боголюбовим у 1956 р., яка стала основою нового напрямку в математиці.

1961 р. М.М. Боголюбов запроваджує в обіг фундаментальне поняття квазісередніх, у якому, по суті, викладає нову теорію фазових переходів. Поширення цих ідей на фізику елементарних частинок отримало назву спонтанного порушення симетрії.

1964–1966 рр. учений пише праці з теорії симетрії та кваркових моделей елементарних частинок. Важливе значення для



Э.Ч.Г. Сударшан (США), Р.Е. Маршак (США), М.М. Боголюбов, В.П. Шелест в Інституті теоретичної фізики під час XV Міжнародної конференції з фізики високих енергій. Київ, 1970.

їхнього подальшого розвитку мало запропоноване (1965) М.М. Боголюбовим та його учнями Б.В. Струмінським і А.Н. Тавхелідзе (незалежно від Й. Намбу і М. Хана) нове квантове число кварків, що тепер відоме як «колір». Воно дозволило розв'язати проблему статистики кварків і стало важливим при побудові нової теорії сильних взаємодій.

Завдяки своїм якостям ученого, вчителя й людини М.М. Боголюбов виховав не одне покоління математиків і фізиків-теоретиків, які гуртувалися навколо нього, розвивали його ідеї і методи. Приділяючи багато уваги вихованню творчої молоді, він створив низку наукових шкіл — з математичної і теоретичної фізики в Києві, Москві та Дубні. Київська школа Боголюбова зробила значний внесок у нелінійну механіку, статистичну фізику, квантову теорію поля й теорію елементарних частинок. Для наукової школи Боголюбова характерні фундаментальність і широта охоплення актуальних проблем теоретичної і математичної фізики. При цьому ідейна ясність і глибина у формулюванні задач завжди поєднувалися з математичною строгістю в їх розв'язанні. Саме висока математична культура — одна

з характерних ознак боголюбівської наукової школи. Такий творчий доробок свідчить про незвичайність та унікальність цього геніального вченого, дозволяє говорити про нього як про феномен у математичній і теоретичній фізиці.

Ще за життя М.М. Боголюбов здобув формальне і неформальне визнання. Він двічі Герой Соціалістичної Праці (1969, 1979), лауреат Ленінської (1958) та трьох Державних премій СРСР (1947, 1953, 1984), золотої медалі ім. М.В. Ломоносова АН СРСР (1985), низки державних орденів і медалей, заслужений діяч науки УРСР (1970), іноземний член багатьох зарубіжних академій, наукових закладів і товариств, почесний доктор низки університетів, лауреат міжнародних премій, зокрема ім. М.М. Крилова, Д. Хейнемана, медалей ім. М. Планка, Б. Франкліна, П. Дірака. Президія НАН України заснувала премію ім. М.М. Боголюбова, його ім'ям названо Інститут теоретичної фізики НАН України.

Микола Миколайович Боголюбов назавжди залишається взірцем наукового і трудового подвигу вченого в пам'яті його вдячних учнів і колег.