

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ ТЕОРЕТИЧНОЇ ФІЗИКИ імені М.М. БОГОЛЮБОВА

*На правах рукопису*

**ЛИТВИНКО Алла Степанівна**

**ІСТОРИКО-НАУКОВИЙ АНАЛІЗ ФОРМУВАННЯ  
ТА РОЗВИТКУ КИЇВСЬКОЇ ШКОЛИ  
МАТЕМАТИЧНОЇ ТА ТЕОРЕТИЧНОЇ ФІЗИКИ  
М.М. БОГОЛЮБОВА**

01.05.05 - історія науки

**А в т о р е ф е р а т**  
**дисертації на здобуття наукового ступеня**  
**кандидата фізико-математичних наук**

**Київ - 1997**

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана у відділі історії науки Центру досліджень науково-технічного потенціалу та історії науки ім. Г.М.Доброва Національної академії наук України.

Науковий керівник доктор фіз.-мат. наук  
Храмов Юрий Олексійович

Офіційні опоненти:

доктор фіз.-мат. наук  
Гончар Микола Семенович  
кандидат фіз.-мат. наук, доцент  
Лучка Тамара Федорівна

Провідна організація: Київський університет імені Тараса Шевченка

Захист відбудеться "29" "квітня" 1997 р. о 11<sup>00</sup> на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 01.76.01. при Інституті теоретичної фізики ім.М.М.Боголюбова Національної Академії наук України за адресою:252143, Київ-143, вул.Метрологічна, 14-б.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Інституту теоретичної фізики ім.М.М.Боголюбова НАН України

Автореферат розіслано "23" "березня" 1997 р.

Вчений секретар спеціалізованої  
вченої ради доктор фіз.-мат. наук

В.Е.Кузьмичев

ЛННБ України ім.В.Стефаніка



00752060 (К)

### Загальна характеристика роботи

Актуальність теми. Процеси диференціації й водночас інтеграції науки привели до того, що колективність праці вчених у процесі наукового пошуку стала притаманній сучасній науці. У зв'язку з цим виникла проблема вивчення науки як форми діяльності певних наукових груп, у тому числі й неформальних, якими є наукові школи. Вивчення природи наукових шкіл, особливостей їх діяльності, еволюції, умов, необхідних для успішного функціонування, розгляд конкретних шкіл необхідно для з'ясування закономірностей колективної наукової роботи, пошуку оптимальних форм об'єднання вчених.

Проблему наукових шкіл вивчали як вчені-професіонали, так і історики науки та наукознавці. З їх праць випливає, що феномен наукової школи є неоднозначним, і його можна охарактеризувати рядом параметрів.

Значну увагу проблемі сучасної наукової школи приділив Ю.О.Храмов. На основі аналізу історико-наукового матеріалу, пов'язаного з діяльністю відомих вчених-фізиків та вихователів творчої молоді ним розроблено робочу модель сучасної наукової школи, виділено її характерні ознаки, риси наукового лідера-голови школи, розкрито комплекс умов, що при певній ситуації приводять до виникнення наукової школи, встановлено структури, в яких вона функціонує, розкрито значення в цих процесах науково-дослідних програм, реалізації школами через них соціального замовлення науки.

Поряд з дослідженням методологічних аспектів, велике значення має вивчення конкретних шкіл та діяльності їх засновників у тій чи іншій галузі науки. Саме до таких шкіл і належать теоретичні школи, створені видатним фізиком і математиком сучасності М.М.Боголюбовим у Києві, Москві та Дубні. Хоч про нього й чимало написано як про вченого, вчителя і людину в різноманітних ювілейних, а зараз, на жаль, і меморіальних статтях, однак на цей час не існує узагальнюючого дослідження, присвяченого вивченню його теоретичної школи в Україні як цілісного явища, що природно вписується в контекст світової науки, її зародження та розвитку, вкладу в створення нових наукових напрямків у сучасній математичній (та теоретичній) фізиці, його діяльність як наукового лідера також не розкрито повністю. Водночас історія

школи М.М.Боголюбова-це також історія розвитку окремих розділів “нелінійної механіки”, статистичної фізики, квантової теорії поля та теорії елементарних частинок.

Виходячи з викладеного, проблема комплексного дослідження теоретичної школи, створеної М.М.Боголюбовим в Україні, є актуальною і вимагає всебічного вивчення та розкриття.

**Мета роботи.** На основі робочої моделі наукової школи та закладених в ній критеріїв провести ідентифікацію неформальних творчих колективів на чолі з М.М.Боголюбовим у Києві, Москві та Дубні, з науковими школами, показати передумови їх формування, виявити персональний склад київської теоретичної школи, її специфічні риси, внесок у створення нових напрямків в контексті розвитку світової науки. Реконструювати творчий портрет М.М.Боголюбова як людини та наукового лідера, засновника та керівника школи.

Запровадити в науковий обіг нові та маловідомі факти, пов'язані з діяльністю М.М.Боголюбова та його школи в Україні, відновити ряд пріоритетів, провести деякі уточнення та узагальнення.

**Наукова новизна.** Вперше проведено детальне історико-наукове дослідження київської теоретичної школи М.М.Боголюбова як цілісного явища, що органічно вписується у розвиток сучасної фізики. Таке висвітлення становить новий, перспективний погляд на викладення історико-наукового матеріалу, коли не обмежуються тільки переліком результатів, а розглядають їх як органічну складову частину природознавства, що логічно поєднується з ходом розвитку світової науки. В роботі вперше подано короткі історичні огляди розвитку ряду проблем теоретичної фізики, в які природно вписуються результати М.М.Боголюбова та його учнів як в Україні, так в Москві та Дубні, що підкреслює інтернаціональний, невіддільний характер світової науки.

Посиланнями на оригінальні роботи вперше встановлено пріоритети щодо ряду понять та концепцій, зокрема, розробки нового асимптотичного підходу в теорії нелінійних коливань, принципової ідеї про ієрархію часів релаксації в багаточастковій системі, побудови мікроскопічної теорії

надплинності, строгого математичного обґрунтування мікроскопічної теорії надпровідності, запровадження нового квантового числа “кольору” в фізику елементарних частинок.

Важливою рисою роботи є узагальнення великого обсягу літературного й архівного (у тому числі й досі ненадрукованого) матеріалів, аналіз творчої спадщини самого М.М.Боголюбова та його школи, результати багатьох інтерв'ю й анкетування, що проведено серед його учнів та співробітників. Такий підхід дозволив вперше розкрити передумови виникнення київської теоретичної школи М.М.Боголюбова, її генезис та основні етапи еволюції, специфіку й стиль досліджень, виявити повний персональний склад київської гілки школи М.М.Боголюбова, показати роль М.М.Боголюбова як лідера наукової школи, реконструювати його творчий та людський портрет, розкрити зв'язок його школи з іншими школами. Так, вперше вдалося показати взаємодію та робочі контакти шкіл теоретичної фізики М.М.Боголюбова і Л.Д.Ландау.

**Наукова та практична цінність.** Докладно описано діяльність школи, її генезис та еволюцію в контексті розвитку світової науки, дано огляд одержаних в ній результатів, показано формування з них окремих напрямків сучасної фізики. Фактичний матеріал, який викладено в роботі, може бути використаний в наступних дослідженнях з історії фізики, в роботах з наукознавства, філософії та методології науки, в курсах з історії фізики в університетах та педагогічних вузах.

Введення в науковий обіг нових та маловідомих фактів з історії фізики, відновлення ряду пріоритетів дає можливість більш повно уявити рух деяких фізичних ідей та хід розвитку окремих напрямів, а також детальніше висвітлити історію національної науки України.

#### **Апробація роботи та публікацій**

Викладені результати доповідались на наукових конференціях молодих вчених-наукознавців та істориків науки у 1989- 1996 рр., на IV Київському Міжнародному симпозіумі з наукознавства та науково-технічного прогнозування у 1992 р., на семінарах відділу історії науки ЦДПН НАН України, семінарах з історії математики Інституту математики НАН України

а також на об'єднаному семінарі Інституту теоретичної фізики НАН України на протязі 1989-1996 рр. По темі дисертації опубліковано 11 робіт, з яких 3 статті, 3 депоновані статті та 5 тез доповідей.

Особистий внесок автора. Формулювання проблеми дослідження, узагальнення та аналіз використаних джерел, синтез висновків.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація викладена на 145 сторінках друкованого тексту та складається із вступу, трьох розділів, заключення та списку використаної літератури, що включає 491 посилання.

#### Зміст роботи.

Дисертація складається із вступу, трьох розділів та заключення.

У вступі коротко описано предмет дослідження, показано актуальність та недостатню розробленість проблеми, новизну і практичну цінність виконаної роботи.

У Розділі I показано процес становлення М.М.Боголюбова як вченого, наукового лідера, педагога і організатора досліджень, підкреслено глибину розроблених ним фізичних ідей та методів, що заклали численні наукові напрями й висунули його до ряду найкрупніших учених світу. Поряд з цим при реконструкції творчого портрету М.М.Боголюбова висвітлено ті притаманні йому особливі риси, котрі привели до формування та позначилися на створюваних ним школах, виявлено методи виховання ним учнів, особливості його творчості, стилю, підходів. Наведено численні висловлювання про нього колег, співробітників, учнів, що створюють у своїй сукупності образ неординарного вченого, вчителя та людини. Особливостями творчості М.М.Боголюбова були глибина, всебічне охоплення явищ та єдність проблематики, а його приваблива сила як наукового лідера й людини пояснювалась поєднанням таланту, педагогічного дарування, здібності знаходити і "створювати" фізиків, а також високих людських якостей- інтелігентності, справжнього демократизму, наукової сумлінності. Таким чином, показано, що ці риси, притаманні М.М.Боголюбову, з необхідністю привели до формування навколо нього численної групи учнів з наступним переростанням цієї групи в наукову школу.

У Розділі II проведено ідентифікацію науково-дослідних колективів, очолюваних М.М.Боголюбовим, з науковими школами. Вперше з'ясовано передумови становлення київської теоретичної школи, проаналізовано притаманні їй характерні риси, стиль, методи, її персональний склад, а також взаємодію та робочі контакти шкіл теоретичної фізики М.М.Боголюбова і Л.Д.Ландау, що раніше вважались тільки конкуруючими.

М.М.Боголюбов - це блискучий талант природодослідника, величезний творчий діапазон та глибина наукових пошуків, поєднання таланта й педагогічного дарування. Володіючи такими особистими якостями, М.М.Боголюбов значно вплинув на весь процес розвитку фізики останніх десятиліть, став лідером низки наукових колективів та створив наукові школи. Крім того, передумовами консолідації навколо М.М.Боголюбова як наукового лідера вже у 40-50-х рр. спочатку у Києві, а потім у Москві та Дубні колективів учнів, що надалі визначились як центри авторитетних теоретичних шкіл, стали такі фактори, як його активна робота на вістрі науки; становлення його як вченого із світовим іменем завдяки одержаним фундаментальним результатам; його діяльність як організатора науки у великих наукових установах; високий авторитет серед вчених світу, викладацька робота у вищих навчальних закладах; можливість знаходити найбільш талановитих та відданих науці молодих людей, заохочувати їх до роботи в семінарах та до навчання в аспірантурі; притаманне йому бажання творити у колективі, спільна розробка запропонованих ним ідей та дослідних програм, що діставало своє відображення в спільних публікаціях; надання молодим колегам свободи наукової творчості в їхній роботі, копітка індивідуальна робота. Таким чином, вже з початку 40-х рр. і в подальшому створились сприятливі умови для можливості існування своєрідного ланцюга: "науковий лідер-кафедра ВУЗу-науковий інститут-семінар", в якому найбільш плідно функціонує колектив дослідників на чолі з науковим лідером, сприяючи перетворенню учнів у вчених.

І після свого переїзду до Москви М.М.Боголюбов ніколи не порушував зв'язків з Україною, постійно підтримуючи контакти з українськими учнями. В еволюції теоретичної школи М.М.Боголюбова в Києві чітко простежуються

три етапи, пов'язані зі зміщенням акцентів в його науковій діяльності. У першому періоді (кінець 30-х-початок 40-х рр.) інтереси М.М.Боголюбова зосереджувались у галузі математичної фізики і теорії нелінійних коливань, у другому (40-і рр.-приблизно до 1965 р.) М.М.Боголюбов прагнув до математично точного розв'язання різноманітних задач статистичної фізики та квантової теорії поля, а для третього періода (з 1966 р.) характерні дослідження найбільш актуальних питань фізики високих енергій. Це був новий етап розвитку боголюбівської школи, організаційно пов'язаний із створенням у 1966 р. з його ініціативи Інституту теоретичної фізики НАН України.

В роботі з'ясовано притаманні колективам, очолюваним М.М.Боголюбом, основні риси, методи та стиль досліджень, підхід до розуміння явищ, наукова ідеологія. Це фундаментальність і широта охоплення актуальних проблем теоретичної і математичної фізики, прагнення до роботи тільки в найактуальніших для даного періоду напрямах, ідейна ясність та глибина у постановці задач у поєднанні з високою математичною культурою при їх розв'язанні. Як інтелігентна, доброзичлива людина, таку саму атмосферу М.М.Боголюбов вносив і у керований ним колектив. Добираючи учнів і даючи їм старт, він ніколи не заважав працювати, схвалював ініціативу та самостійність. Наслідком цього було становлення великої групи талановитих та висококваліфікованих молодих дослідників-учнів М.М.Боголюбова спочатку в Києві, а потім в Москві і Дубні, які внесли фундаментальний вклад у світову науку.

В київській теоретичній школі ними одержано такі результати світового рівня в математичній фізиці та теорії нелінійних коливань, як побудова одночастотного методу, строгої теорії інтегральних многовидів, розробка теорії нестационарних коливань для систем з розподіленими параметрами, розвиток теорії методу усереднення (Ю.О.Митропольський та його учні, В.О.Кононенко, Г.С.Писаренко); в галузі статистичної фізики - обґрунтування нерівноважної статистичної механіки нескінченних систем (Д.Я.Петрина та ін.), створення метода зміщень та колективних змінних (І.Р.Юхновський та ін.); в галузі квантової теорії поля та фізики високих

енергій - обґрунтування процедури перонормування і введення R-операції (О.С.Парасюк), побудова дуальних амплітуд з мандельштамівською аналітичністю, розробка статистичного підходу до вивчення сильновзаємодіючих частинок при високих енергіях (В.П.Шелест, Г.М.Зинов'єв, Б.В.Струминський, Л.Л.Єнковські та ін.), введення незалежно від Й.Намбу и М.Хана нового квантового числа, названого в подальшому "колір" і побудова схеми сильних взаємодій, заснованої на трьох триплетях кварків з цілочисловими зарядами (М.М.Боголюбов, Б.В.Струминський, А.Н.Тавхелідзе). У московсько-дубненській школі в галузі статистичної фізики - побудова молекулярної теорії надплинності і полярної моделі металу, мікроскопічної теорії феромагнетизму, методу двочасових функцій Гріна (С.В.Тябліков, В.В.Толмачов, В.Л.Бонч-Бруєвич, Ю.А.Церковников), розробка строго математично обґрунтованої мікроскопічної теорії надпровідності (В.В.Толмачов, Д.В.Ширков, С.В.Тябліков, Д.Н.Зубарєв, Ю.А.Церковников,) побудова надплинної моделі ядра (В.Г.Соловйов). В галузі квантової теорії поля та теорії елементарних частинок - нова аксіоматична побудова квантової теорії поля (М.М.Боголюбов, Б.В.Медведев, М.К.Поліванов, А.О.Логунов, І.Т.Тодоров), побудова теорії матриці розсіяння та послідовної математичної теорії ренормалізаційної групи (М.М.Боголюбов, Д.В.Ширков), доведення та широке використання методу дисперсійних співвідношень (М.М.Боголюбов, В.С.Володимиров, А.О.Логунов, Д.В.Ширков), введення нерелятивістського кваркового рівняння, що описує адрони як складені частинки (М.М.Боголюбов, Б.В.Струминський, А.Н.Тавхелідзе, Д.Стоянов, В.П.Шелест, Нгуєн Ван Хьєу), встановлення правил кваркового підрахунку (В.А.Матвєєв, Р.М.Мурадян, А.Н.Тавхелідзе).

Спираючись на викладений фактичний матеріал, робочу модель сучасної наукової школи та її ознаки, можна ідентифікувати неформальні творчі колективи, на чолі яких стояв М.М.Боголюбов у Києві, в Дубні та Москві, з крупними теоретичними школами. Вперше представлено персональний склад київської теоретичної школи М.М.Боголюбова.

У Розділі III показано вклад Н.Н.Боголюбова та його школи в такі галузі науки, як теорія нелінійних коливань, математична і статистична фізика, квантова теорія поля та теорія елементарних частинок. Причому характерним для викладення матеріалу є подача результатів М.М.Боголюбова та його учнів на тлі розвитку світової науки, в її історичному контексті.

Так, показано, що етапними моментами на шляху побудови теорії нелінійних коливань стали роботи Г.Баркгаузена та Г.Мьоллера, Е.Еплтона, Б.Ван-дер-Поля, а також результати школи Л.І.Мандельштама, в яких було закладено фундамент нової фізичної дисципліни зі своїм математичним апаратом та термінологією - теорії нелінійних коливань.

Показано, що з 1927 р. починається розробка М.М.Криловим і М.М.Боголюбовим іншої гілки теорії нелінійних коливань, заснованої на побудові асимптотичних розкладів по степенях малого параметра, названої авторами "нелінійною механікою". Перенесення розроблених у небесній механіці методів теорії збурень на дослідження неконсервативних коливальних систем було пов'язано з принциповими труднощами появою секулярних членів. М.М.Боголюбову вдалося побудувати методи теорії збурень для загального випадку таких систем і розробити принципово новий строго обґрунтований математичний апарат для дослідження загальних консервативних систем з малим параметром, методи строгого вивчення існування та стійкості квазіперіодичних розв'язків, побудувати ефективні способи для одержання наближених формул (принцип еквівалентної лінеаризації, символічні методи). Класичними стали також створені ним метод інтегральних багатовидів та строга теорія методу усереднення. Крім того, М.М.Боголюбову належить ряд теорем у нелінійній механіці з абстрактної теорії динамічних систем, де вони з М.М.Криловим встановили існування інваріантної міри, запровадили важливе поняття ергодичної множини та довели ряд теорем про розбиття інваріантної міри на міри, локалізовані в ергодичних множинах.

Ці результати М.М.Боголюбова розвивалися його учнями та послідовниками. Це, зокрема, розвиток Ю.О.Митропольським та створеною ним дочірньою школою розробленого у 1949 р. М.М.Боголюбовим

одночастотного методу, побудова строгої теорії інтегральних багатовидів (Ю.О.Митропольський, О.Б.Ликова, К.В.Задирака, А.М.Самойленко), розробка теорії нестационарних коливань для систем з розподіленими параметрами (Ю.О.Митропольський, Б.І.Мосєєнков, Г.П.Хома, Б.І.Ткач), розвиток теорії методу усереднення та його застосування до різноманітних систем (Ю.О.Митропольський, Б.І.Мосєєнков, А.М.Самойленко, В.П.Рубаник, В.І.Фодчук, М.О.Перестюк, Д.І.Мартинюк, М.Й.Ронто, О.К.Лопатин,) застосування асимптотичних методів до коливальних систем з урахуванням розподіленої маси та тертя (Г.С.Писаренко), до задачі про взаємодію коливальних систем з неідеальним джерелом енергії (В.О.Кононенко), до лінійних диференціальних рівнянь з повільно змінюваними коефіцієнтами (С.Ф.Фещенко) та ін. Висвітлено розвиток теорії стохастичних диференціальних рівнянь та обґрунтування для них принципу усереднення (Й.Й.Гіхман) і роботи із загальної теорії динамічних систем (О.М.Шарковський). Тим самим показано, як розроблені в теорії нелінійних коливань М.М.Боголюбовим методи знайшли застосування в усій математичній фізиці.

Результати М.М.Боголюбова із загальної теорії динамічних систем стали відправною точкою для дослідження ним проблем статистичної фізики. Фактично в них вже було використано підхід, який пізніше М.М.Боголюбов з успіхом застосує в статистичній механіці, проблеми якої, починаючи з 1945 р., стали домінуючими в його творчості. Суть підходу полягає в тому, що основні рівняння виводяться на основі мінімально необхідних фундаментальних принципів. В роботі також розглянуто стан статистичної фізики на момент, коли нею зацікавився М.М.Боголюбов. Тоді ще не існувало єдиної точки зору на нерівноважні процеси, на відміну від рівноважних, і, таким чином, виникла необхідність в її розробці, у дослідженні зв'язку між рівняннями типу Больцмана, які описують процеси переносу, та рівнянням Ліувілля, що являє собою основне рівняння теорії ансамблів.

Відмічено, що початком динамічного обґрунтування статистичної теорії нерівноважних процесів були роботи Ж.Івона (1935 р.), М.Борна та Г.Гріна,

Дж.Кірквуда з учнями та М.М.Боголюбова (1946-1947 рр.) В них з рівняння Ліувідля виводились рівняння, що давали зміну часткових функцій розподілу та утворювали ланцюг "зачеплених" рівнянь - ланцюг рівнянь ББКІ (Боголюбова-Борна-Гріна-Кірквуда-Івона). Однак він все ще залишався зворотним. Суттєвою та оригінальною особливістю роботи М.М.Боголюбова "Проблеми динамічної теорії в статистичній фізиці" було запровадження замість больцманівської гіпотези молекулярного хаосу додаткової умови про послаблення кореляцій при необмеженому зростанні відстані між молекулами, що забезпечує необоротність релаксаційного процесу, а також принципової ідеї про ієрархію часів релаксації в багаточастковій системі. Значення праць М.М.Боголюбова полягає також в тому, що йому вдалося розробити загальний метод побудови кінетичних рівнянь, який спирається лише на основні положення статистичної механіки для систем взаємодіючих частинок. Строге математичне обґрунтування граничного переходу до нескінченного числа ступенів свободи в нескінченному об'ємі для класичних систем вперше в світовій літературі було проведено М.М.Боголюбовим спільно з Д.Я.Петриною та Б.І.Хацетом.

В галузі квантової статистичної термодинаміки, на яку природно в подальшому звернулися інтереси М.М.Боголюбова, особливо підкреслено значення його робіт з теорії конденсації неідеального бозе-газу. Існуюча на той час макроскопічна феноменологічна теорія надплинності, яку було розроблено у 1938-1941 рр. Л.Тиссою та Л.Д.Ландау, не привела до розуміння причин і внутрішнього механізму цього явища. Складність полягала в необхідності враховувати взаємодію між частинками, тому за об'єкт дослідження найдоцільніше було обрати неідеальні бозе-системи. На цьому шляху й було розроблено в 1947 р. М.М.Боголюбовим мікроскопічну теорію надплинності. У 1958 р. на основі цих уявлень М.М.Боголюбов передбачив новий фундаментальний ефект надплинності ядерної матерії, що лежить нині в основі сучасної теорії ядра. Значення цих ідей полягало також в їх подальшому розвитку, зокрема, в побудові ним у 1957 р. на цій основі математично строгого обґрунтування мікроскопічної теорії надпровідності,

яку незадовго до цього розробили Дж.Бардін, Л.Купер та Дж.Шриффер (теорія БКШ).

На широкому використанні методів статистичної фізики базується також сучасна теорія плазми, найбільш повне описання якої може бути одержано в рамках загального динамічного підходу статистичної теорії, запропонованого М.М.Боголюбовим. На базі цього підходу успішного розвитку теорія статистичних та електродинамічних властивостей плазми дістала в роботах О.Г.Ситенко та його школи.

О.Г.Ситенком було розроблено ймовірносний підхід до теорії плазми, на основі якого досліджено хвилі, випромінювання, флуктуації та процеси переносу в обмежених системах заряджених частинок, що знаходяться в стаціонарних нерівноважних станах.

Встановлено також узагальнене кінетичне рівняння для хвиль у плазмі, яке враховує їх нелінійну взаємодію між собою та з флуктуаційними полями, на основі якого досліджено процеси розсіяння, трансформації та випромінювання хвиль в нерівноважній плазмі, розроблено теорію електромагнітних флуктуацій в плазмі. Разом з П.П.Сосенком ним розроблено нелінійну електродинаміку плазми, разом з В.М.Павленком та Нгуен Ван Чонгом - кінетичну теорію відлуння в плазмі.

У 1971 Інститут теоретичної фізики вперше у світовоїй практиці при підтримці М.М.Боголюбова виступив з ініціативою проведення міжнародних конференцій з теорії плазми. Київські конференції з теорії плазми проходили у Києві (1971, 1974, 1987), Трієсті(1977), Нагої(1980,1996), Гьотеборзі(1982), Лозані(1984), Делі(1989), Інсбруку(1992), Фос-Ігуасу(Бразилія)(1994).

Ідеї та методи М.М.Боголюбова в галузі статистичної фізики розробляв в Україні його учень І.Р.Юхновський та його послідовники. В руслі ідей М.М.Боголюбова ним було створено метод колективних змінних для дослідження систем заряджених частинок та метод зміщень та колективних змінних для дослідження квантових систем заряджених частинок, на основі яких йому спільно з учнями вдалося побудувати послідовну мікроскопічну теорію розчинів електролітів (І.Р.Юхновский, М.Ф.Головко), розробити новий підхід до опису фазових переходів II-го роду, розрахувати вільну

енергію тривимірної моделі Ізінга, побудувати теорію бінарних сплавів (І.Р.Юхновський, З.О.Гурський).

М.С.Гончар вивчав термодинамічні властивості систем з чисто відштовхувальним потенціалом взаємодії та розв'язав математичну задачу побудови зведених функцій розподілу М.М.Боголюбова для випадку відштовхувального парного потенціалу взаємодії при будь-яких значеннях активності та температури після здійснення термодинамічного граничного переходу. Ним також розвинуто фізичну теорію опису кристалізації в моделі твердих сфер.

За роботами М.М.Боголюбова із статистичної фізики послідувала з 1951 р. велика низка глибоких досліджень з квантової теорії поля, основи якої заклали П.Дірак, В.Гейзенберг, В.Паулі, Е.Фермі, П.Іордан та ін. на межі 20-30-х рр. XX ст. До М.М.Боголюбова в ній існував лише один ефективний апарат - теорія збурень, яка мала суттєвий недолік - ультрафіолетові розбіжності, від яких позбавлялися шляхом перенормування маси й заряду. На цю основну складність квантової теорії поля вказували та намагались її ліквідувати Р.Оппенгеймер, Е.Штюкельберг, Х.Крамєрс, Х.Бете, В.Вайскопф, Дж.Френч, Н.Кролл, У.Лемб. Створення методу перенормувань було виконано пізніше у 1948-1951 рр. Дж.Швінгером, Р.Фейнманом, Ф.Дайсоном та С.Томонагою. Однак їх віднімальний формалізм мав в значній мірі рецептурний характер, крім того, не міг застосовуватися до сильних взаємодій.

Для обґрунтування віднімального формалізму довелося критично переглянути всі основні положення квантової теорії поля та проаналізувати природу виникаючих при цьому формальних нескінченних рядів. Відповідь на це повинен був дати аксіоматичний метод, що дозволяє через виділення фундаментальних структур знайти зв'язок між різними розділами науки. Перша спроба вийти за рамки лагранжевого формалізму належить В.Гейзенбергу (1943), який дійшов висновку, що основним об'єктом є матриця розсіяння (S-матриця), і запропонував будувати теорію безпосередньо в її термінах. Однак його підхід виявився дуже радикальним і вже на початку 50-х років визначилося принаймні три напрямки: підходи

А.Вайтмана, Г.Лемана, К.Симанзика і В.Циммермана (LSZ), а також М.М.Боголюбова, Б.В.Медведева і М.К.Поліванова. Особливістю формулювання квантової теорії поля, даної М.М.Боголюбовим, було усвідомлення, що тлумачення розбіжностей як недоліка теорії впливає з переносу в квантову теорію поля звичних понять макрофізики, тоді як їх природу необхідно шукати в основних уявленнях мікрофізики, що потребує розробки нових методів описання сильних взаємодій. Ним було показано, що причиною появи розбіжностей є те, що квантова теорія поля має справу з узагальненими функціями, та запропоновано адекватне розв'язання цієї проблеми, що, в свою чергу, вимагало істотного розвитку апарату таких функцій. Суттю нового підходу М.М.Боголюбова була відмова від звичайного гамільтонова формалізму й прийняття за основу матриці розсіяння, побудованої на декількох постулатах чи аксіомах (релятивістській інваріантності, спектральності й причинності), та формулювання теорії тільки в її термінах. В рамках цієї теорії дістала задовільне вирішення проблема усунення розбіжностей в квантовій електродинаміці. Центральним результатом тут було встановлення спільно з О.С.Парасюком послідовної аксіоматичної реалізації ідеї регуляризації - так званої R-операції, за допомогою якої позбуваються розбіжностей. Тоді як у формалізмі Вайтмана чи LSZ виведення формул редукції нетривіально, в S-матричному методі ці формули одержуються автоматично, формальним диференціюванням S-оператора по асимптотичних полях, а ефективне урахування складної комбінаторики в таких операціях зумовлює практичну зручність S-матричного методу. Не випадково саме на цьому шляху М.М.Боголюбовим в 1956 р. вперше строго було доведено дисперсійні співвідношення для пружного піон-нуклонного розсіяння. В процесі їх доведення S-матричний підхід було сформульовано в самостійний напрям, який дістав подальший розвиток у 1961-1967 рр. в роботах учнів М.М.Боголюбова - Б.В.Медведева, М.К.Поліванова, А.Д.Суханова та ін.

Хоч групову структуру перенормувань фактично використовували ще Е.Штюкельберг і А.Петерман, М.Гелл-Манн і Ф.Лоу, але побудова послідовної математичної теорії ренормалізаційної групи належить

М.М.Боголюбову та Д.В.Ширкову (1955 р.) В їх роботах функціональні, а потім диференціальні рівняння ренормалізаційних перетворень було записано в термінах імпульсів нормувань (тобто параметрів R-операції). Така концепція, органічно не пов'язана з ультрафіолетовими розбіжностями, дозволила проаналізувати не тільки ультрафіолетові, але й інфрачервоні особливості електродинамічних функцій Гріна, що дало можливість поліпшити формули теорії збурень в ультрафіолетовій області.

В середині 50-х років дисперсійні співвідношення Крамерса-Кроніга були єдиним слабким натяком на апарат сильних взаємодій. До праць М.М.Боголюбова спроби їх виведення робились Р.Карплусом, М.Рудерманом, М.Гольдбергером, М.Гелл-Манном, Ф.Лоу, однак всі вони виходили із схеми звичайної квантової механіки, яка не враховувала особливостей теорії поля, в тому числі процесів народження й знищення частинок, та були пов'язані з використанням аргументації, яка виявлялася неправомірною при розгляді неспостережуваної області. М.М.Боголюбов довів, що із запропонованих аксіом для S-матриці впливає можливість подовження амплітуди розсіяння по енергії в комплексну площину. Доведення було пов'язано з відкриттям нового принципу голоморфного аналітичного подовження узагальнених функцій багатьох змінних - прийомом подвійного аналітичного подовження, який знайшов широке застосування в багатьох розділах квантової теорії поля і став основою нового напрямку в багатовимірному комплексному аналізі. Надалі цю теорему, якій дали назву "теорема про вістря клину", було узагальнено спільно з В.С.Володимировим. Ці роботи М.М.Боголюбова не тільки дали відповідь на те, що треба розуміти під принципом причинності, але й містили новий математичний апарат, який ліг в основу аксіоматичного напрямку квантової теорії поля і привів до нової мови в теорії сильних взаємодій.

У середині 60-х рр., розробивши аксіоматику квантової теорії поля та дисперсійну техніку, М.М.Боголюбов із співробітниками зацікавився теорією елементарних частинок, що бурхливо розвивалася в ті роки, і одержав низку важливих результатів у теорії симетрії та динамічних кваркових моделей елементарних частинок, а також детальну картину властивостей амплітуди

розсіяння в асимптотичній області високих енергій. В 1964 р. М.Гелл-Манном і Г.Цвейгом було сформульовано гіпотезу трьох кварків, а невдовзі й гіпотезу про існування четвертого кварка, висунуту незалежно Дж.Бйоркеном і Ш.Глешоу, Д.Аматі, С.Макі та Й.Онукі, Й.Харою. Однак побудова адронів з кварків, що мають спин  $1/2$  та підпорядковуються статистиці Фермі-Дірака, приводила до протиріччя з принципом Паулі для частинок с напівцілим спіном, якому кварки не задовольняють. Початковий шлях до розв'язання проблеми статистики кварків, запропонований О.Грінбергом в 1964 р., який полягав в тому, що кварки можуть підпорядковуватися іншій, так званій пара-фермі статистиці, нічого не пояснив. Іншу ідею - збільшити втричі кількість кварків вперше було висунуто М.М.Боголюбовим, А.Н.Тавхелідзе і Б.В.Струминським, а трьома місяцями пізніше - М.Ханом і Й.Намбу. Це було досягнуто шляхом введення ще однієї ступені свободи кварків - нового додаткового квантового числа з трьома значеннями - "кольору", й запропонування схеми сильних взаємодій, основаної на трьох триплетах кварків. Ця ідея, доповнена принципово новим кроком Й.Намбу (1966), який запровадив у розгляд векторні поля - глюони - носії кольорової взаємодії, заклала тим самим основу майбутньої теорії сильних взаємодій (квантової хромодинаміки), яка дістала інтенсивний розвиток також після основоположних робіт 1973 р. Д.Політцера, Д.Гросса та Ф.Вільчека, що відкрили явище асимптотичної свободи.

Яскравим прикладом динамічного прояву кваркової структури елементарних частинок в процесах взаємодії при високих енергіях є встановлені у 1973 р. учнями М.М.Боголюбова В.А.Матвеевим, Р.М.Мурадяном та А.Н.Тавхелідзе на основі принципа автотомельності так звані формули кваркового підрахунку.

Численні напрямки статистичної фізики, квантової теорії поля і фізики елементарних частинок розробляли представники київської теоретичної школи М.М.Боголюбова - В.П.Шелест, Г.М.Зинов'єв, Б.В.Струминський, Л.Л.Єнковський, В.Г.Писаренко, Ю.Л.Ментковський, В.І.Фушич, Д.Я.Петрина, А.М.Федорченко, Ю.М.Малюта, В.І.Ленд'єл, В.П.Гачок та ін.

Так, результати В.П.Шелеста пов'язані з побудовою релятивістсько-інваріантних рівнянь для складових частинок, алгебри струмів у моделі квазінезалежних кварків та деяких модифікацій кваркових моделей, наприклад, моделі ефективних кварків. Крім того, в 1971 р. В.П.Шелест., Л.Л.Єнковський, М.А.Кобилінський та А.І.Бугрій побудували клас дуальних амплітуд з мандельштамівською аналітичністю та венеціанівською границею (ДАМА), запропонували для них прості вирази та методи аналітичного подовження, вивчили полюсну структуру амплітуди, її порогову та асимптотичну поведінку та показали, що ці моделі правильно віддзеркалюють природу процесів, що мають місце в адронному світі і можуть бути основою для побудови теорії сильних взаємодій.

В.П.Шелест, Г.М.Зинов'єв, Б.В.Струмінський, М.А.Кобилінський, В.А.Міранський, М.І.Горенштейн та В.І.Макаров розвинули далі статистичний підхід до вивчення сильновзаємодіючих частинок при високих енергіях. В рамках ДАМА було розраховано статистичні середні резонансного спектру, що дозволяє дати повний статистичний опис адронної матерії при високих енергіях, багато рис якого дуже близькі до результатів статистичної бутстрап-моделі, що дало їм змогу вважати дуальну резонансну модель динамічною реалізацією статистичного бутстрапу.

Роботи В.Г.Писаренко пов'язано з теорією симетрії елементарних частинок, нелінійними теоріями поля та релятивістською астрофізикою. Він також розробляв методи теорії диференціально-різницевих рівнянь для задач електродинаміки та теорії тяжіння, вивчав співвідношення між магнітними моментами нуклонів у рамках дисперсійних правил сум.

В.І.Фушич виконав значний цикл праць з теорії рівнянь руху в релятивістській та нерелятивістській квантовій механіці. Він запропонував нові види дослідження симетрії рівнянь математичної та теоретичної фізики, в результаті чого ним було побудовано теоретико-групові основи узагальненої релятивістської квантової механіки для частинок та полів зі змінною масою та з будь-яким спіном.

Ю.Л.Ментковському належать роботи з великих квантових систем та теорії потенціального розсіяння. Він вперше розглянув широке коло питань

квантово-механічного руху частинок у сумарному полі короткодійчих (ядерних) та кулонівських сил.

Крім вже згадуваних робіт Д.Я.Петрини в галузі статистичної фізики, великий цикл його праць стосується дослідження аналітичних властивостей амплітуд розсіяння теорії збурень, де він встановив загальні критерії справедливості спектральних представлень, котрі визнано найбільш сильними, довів теорему про повноту амплітуд розсіяння в просторі амплітуд, запропонував метод підсумування внесків від діаграм Фейнмана в квантовій теорії поля.

Дослідження А.М.Федорченко стосуються теорії хвильових процесів в плазмі та плазмених середовищах, фізичної акустики та акустоелектроніки. Він вивчав акустичні хвилі у обмежених діелектриках та п'єзоелектриках, посилення хвиль Релея та Лемба у п'єзонапівпровідниках, розробив теорію акустичного генератора та підсилувача, новий метод розрахунку поглинання звуку в твердих тілах, одержав критерії характеру нестійкості (абсолютної чи конвективної), а також просторового підсилення.

Праці Ю.М.Малюти присвячено теорії елементарних частинок, теорії суперсиметрій та інстантонів, теорії калібрувальних полів. Він узагальнив кваркову модель адронів на вищі кутові моменти та дістав у рамках цієї моделі масові формули, зв'язки для формфакторів та перерізів розсіяння адронів. При цьому було побудовано надплинну кваркову модель адронів та на її основі передбачено існування надщільних ядер.

В.І.Ленд'єл одержав ряд важливих результатів в описанні низькоенергетичного піон-нуклонного розсіяння, використовуючи для цього аналітичні властивості амплітуди розсіяння й техніку дисперсійних співвідношень, наприклад, він отримав дисперсійні співвідношення в новій формі - для квадрату амплітуди розсіяння вперед, які дають узгоджений опис процесів взаємодії  $\pi$ -мезонів та нуклонів при даних енергіях. Він показав можливість динамічного опису процесів низькоенергетичного піон-нуклонного розсіяння, не вводячи довільних параметрів, побудував теорію нуклон-нуклонної взаємодії на основі однобозонної моделі.

В.П.Гачок провів дослідження в галузі конструктивних методів у квантовій теорії поля та вивчив питання про розклад вектор-станів системи на G- ергодичні стани. Він запропонував також новий метод регуляризації сингулярних функцій квантової теорії поля та новий напрямок конструктивної теорії динамічних систем, які описуються системами нелінійних рівнянь в загальних та частинних похідних. Клас задач визначається нелінійностями ферментативної кінетики та каталізу.

Результати названих учнів, кожний з яких вже сам має групу послідовників, говорять про значність вкладу в квантову теорію поля та теорію елементарних частинок київської теоретичної школи М.М.Боголюбова.

*В заключенні* відмічаються основні результати, одержані в ході дослідження.

*Основні положення, що виносяться на захист:*

1. Вперше ідентифіковано неформальні творчі колективи, очолювані М.М.Боголюбовим у Києві, Москві та Дубні, з науковими школами в галузі теоретичної та математичної фізики.

2. З'ясовано персональний склад київської теоретичної школи та показано її внесок у світову науку.

3. Вперше доведено пріоритет введення М.М.Боголюбовим та його учнями поняття "колір" у фізику елементарних частинок.

4. Вперше показана взаємодія шкіл теоретичної фізики М.М.Боголюбова та Л.Д.Ландау.

5. На основі вперше проведеного анкетування реконструйовано творчий портрет М.М.Боголюбова. Встановлено ряд невідомих фактів з його життя.

*Матеріали дисертації опубліковано в наступних роботах:*

1. Литвинко А.С. Становление таланта//Науковедение и информатика. - 1992. -вып.37. -С.106-108.

2. Храмов Ю.А., Литвинко А.С. Слово о Н.Н.Боголюбове//Наука и науковедение.-1994. -N1-2. -С.202-208.

3. Храмов Ю.А., Литвинко А.С. Памяти Н.Н.Боголюбова//Нариси з історії природознавства і техніки.-1994. -Т41. -С.101-110.

4. Храмов Ю.А., Литвинко А.С. Возникновение геометрического и асимптотического подходов к проблеме нелинейных колебаний // Очерки истории естествознания и техники, 1995. Вып. 42. Сб./ Центр иссл. науч.-техн. потенциала и истории науки НАН Украины. - Киев, 1995.- С.45-66.- Библиогр.: 28 назв. -Рус. - Деп. в ГНТБ Украины №1680-Ук95

5. Литвинко А.С. Научные школы Н.Н.Боголюбова и их вклад в науку // Очерки истории естествознания и техники, 1995. Вып. 42. Сб./ Центр иссл. науч.-техн. потенциала и истории науки НАН Украины. - Киев, 1995.- С.22-44.- Библиогр.: 53 назв. -Укр. - Деп. в ГНТБ Украины №1680-Ук95

6. Литвинко А.С. Разработка Н.Н.Боголюбовым аксиоматики квантовой теории поля (1951-1958) /; // Очерки истории естествознания и техники, 1995. Вып. 42. Сб./ Центр иссл. науч.-техн. потенциала и истории науки НАН Украины. - Киев, 1995.- С.2-21.- Библиогр.: 58 назв. -Укр. - Деп. в ГНТБ Украины №1680-Ук95

7. Литвинко А.С. Научная школа Н.Н.Боголюбова и ее характерные черты//Материалы международного симпозиума "Развитие науки и преобразование в обществе: опыт, проблемы и стратегия".(XIV Киевский симпозиум по науковедению и научно-техническому прогнозированию.-22-25 сентября 1992 г.-Киев.-1993.-С.35).

8. Литвинко А.С. К вопросу о введении нового квантового числа "цвет" в физику элементарных частиц//Тези доповідей Всеукр. наук.-практ. конф.: Історія науки і техніки: проблеми дослідження, викладання, гуманізації освіти.-Дніпропетровськ; Пороги, 1994.-С.115-116.

9. Литвинко А.С. Возникновение асимптотического подхода к проблеме нелинейных колебаний//Материалы научной конференции молодых ученых: Киев, 18-21 апреля 1989 г.-Киев, 1991.-С.92-93.

10. Литвинко А.С. Значение работ Н.Н.Боголюбова в области статистической физики//Материалы научной конференции молодых ученых: Киев, 24-26 апреля 1991.-С.35-36.

11. Литвинко А.С. К творческому портрету Н.Н.Боголюбова//Тезисы IV научной конференции молодых ученых науковедов и историков науки.- Киев: апрель 1992.-С.80-81.

### АНОТАЦІЇ

Litvinko A.S. Historical-scientific analysis of the forming and the development of Kiev school for mathematical and theoretical physics of N.N.Bogolyubov.

Thesis for the candidate degree in the field of physico-mathematical sciences on speciality 01.05.05. - history of science Studies Bogolyubov Institute for Theoretical Physics of the Nat.Acad. Sci. of Ukraine, Kiev 1997.

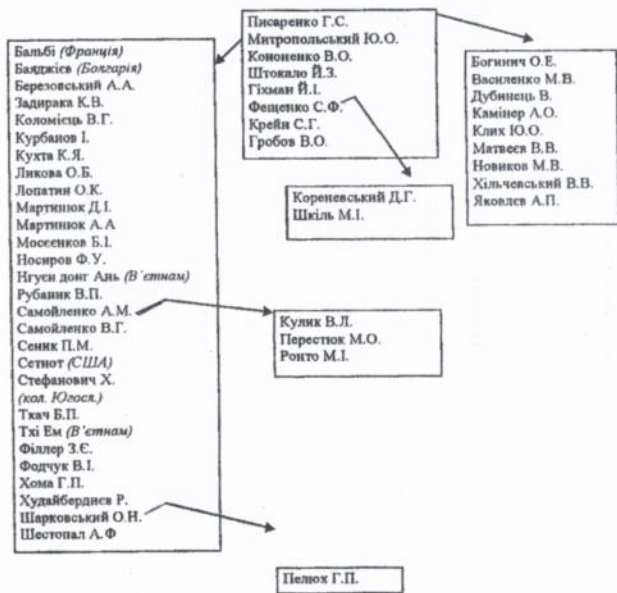
The thesis containing description of historico-scientific analysis of the process of the forming and the development of Kiev school of the mathematical and theoretical physics of N.N.Bogolyubov as integral phenomenon that is logically added to the context of development of the world science is defended. The identification of the informal creative groups that had been headed by N.N.Bogolyubov in Kiev, Moscow and Dubna with some scientific schools was carried out. Contributions to the creation of the new scientific trends, personnel, interactions with other schools of the Kiev theoretical school were found. The priority of the introduction into scientific use new quantum number 'color' by Bogolyubov school were restored

Литвинко А.С. Историко-научный анализ формирования и развития киевской школы математической и теоретической физики Н.Н.Боголюбова. Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.05.05-история науки, Институт теоретической физики им. Н.Н.Боголюбова НАН Украины. Киев, 1997.

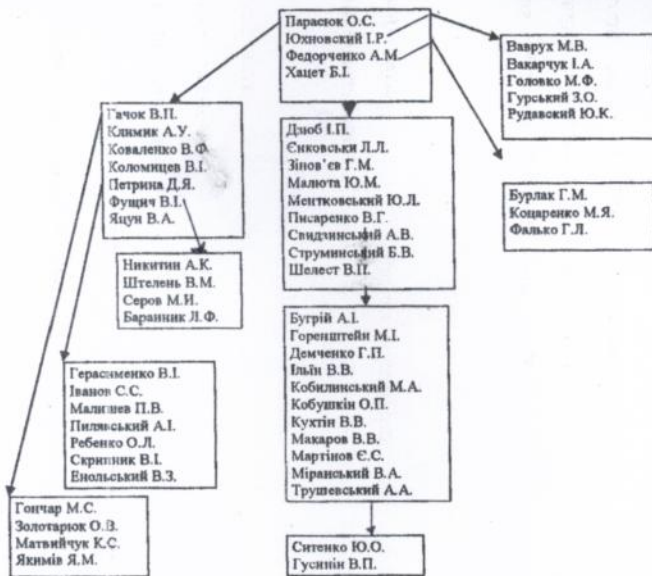
Защищается диссертационная работа, содержащая изложение историко-научного анализа процесса формирования и развития Киевской школы математической и теоретической физики Н.Н.Боголюбова как целостного явления, логически вписывающегося в контекст развития мировой науки. Проведена идентификация неформальных творческих коллективов, возглавляемых Н.Н.Боголюбовым в Киеве, Москве и Дубне, с научными школами. Выявлены персональный состав, вклад в науку и взаимодействие с другими школами киевской теоретической школы. Восстановлен приоритет введения школой Н.Н.Боголюбова нового вантового числа "цвет".

Ключові слова: историко-науковий аналіз, наукова школа, математична фізика, статистична фізика, квантова теорія поля, теорія елементарних частинок.

## Математична фізика



## Теоретична фізика (статистична механіка, квантова теорія поля, теорія елементарних частинок)



495521

48.37.289  
**АВ 37.289**

Литвинко А.С. Історико-науковий аналіз формування та розвитку київської школи математичної та теоретичної фізики М.М. Боголюбова. (Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук)

---

Підписано до друку 12.03.97р. Формат 60x84/16.  
Ум. друк. арк. 1,0. Обл.-вид. арк. 1,0.  
Наклад 100. Зам. 69.

---

Відділ оперативної поліграфії  
Центру Міжнародної освіти  
227-12-75, 227-37-86