

Микола Боголюбов - предтеча сучасної математичної фізики та квантової математики

Анатолій Прикарпатський*), Володимир Маслюченко**) та Анатолій Плічко***)

*) Державний педагогічний університет імені І. Франка, м. Дрогобич,
Львівська область, Україна

**) Національний університет імені В. Федьковича, м. Чернівці, Україна

***) Державний педагогічний університет, м. Кіровоград, Україна

**До 100-ліття від дня народження видатного українського
математика та фізика-теоретика, дійсного члена Наукового
товариства ім. Т. Шевченка, академіка НАН України та Російської
АН Миколи Миколайовича Боголюбова (1909-1992)**

З іменем академіка Миколи Боголюбова, всесвітньо відомого українського вченого, засновника визнаної в країні та за рубежом київської наукової школи нелінійної математики і математичної фізики, пов'язана ціла епоха в сучасній математичній та фізичній науках. Його фундаментальні праці з теорії міри, варіаційного числення та нелінійного аналізу динамічних систем математичної та статистичної фізики стали тією науковою основою його творчості, животворний струмінь якої наповнює новими і актуальними ідеями дослідницьку роботу багатьох сучасних науковців, старших та молодших учнів академіка Боголюбова у Києві та Москві, Львові та Сієтлі в США, в Чернівцях і Торонто в Канаді...

Микола Боголюбов був засновником багатьох фізико-математичних кафедр в університетах та спеціалізованих відділів Академії Наук. Так, він заклав кафедру квантової статистики Московського університету ім. М. Ломоносова, кафедру математичного аналізу Чернівецького університету,

кафедру математичної фізики Київського університету ім. Т. Шевченка, був засновником першого в Україні Інституту теоретичної фізики НАН України, директором якого був до 1972 року - початку наступу брежнєвської реакції на культуру та науку в Україні. З ініціативи Боголюбова було також створено Львівське відділення статистичної фізики цього інституту, яке пізніше стало окремим Інститутом Академії Наук України.

У цьому році академіку Миколі Боголюбову виповнилося б 100 років. З них 68 віддано науці й численним учням - науковій школі математиків і фізиків, якою можна гордитися. Науковий шлях академік Боголюбов починав чотирнадцятилітнім хлопчиною, випускником гімназії селища Великої Кручі на Полтащині, куди тимчасово переїхали його батьки з Києва у зв'язку з громадянською війною. Перше "хрещення" було на науковому семінарі академіка ВУАН Миколи Крилова у 1923 році в Києві. Після блискучих успіхів у розв'язанні важливої проблеми варіаційного числення його робота була подана на міжнародний конкурс всесвітньо відомої Болонської академії наук, де отримала першу премію імені Мерлані. Миколі Боголюбову в 21 рік присуджується науковий ступінь доктора математики "honoris causa" без обов'язкового захисту дисертації. Науковим працям М. Боголюбова притаманна чіткість логічних конструкцій, оригінальність методів при розв'язанні найскладніших задач, естетичність математичних рішень. Особливою довершеністю і красою думки відзначаються роботи Боголюбова в галузі математичної фізики, про результати якої він любив повторювати відоме "принцип Дірака": "Physical law should have mathematical beauty", тобто фізичний закон повинен бути математично прекрасним. Характерним прикладом такого підходу до наукової творчості є всесвітньо відома математична теорія Боголюбова про явища надпровідності і надплинності.

В одній з ще довоєнних анкет, складених особисто Миколою Боголюбовим, яка зберігається в центральній бібліотеці НАН України у Києві, читаємо: "Прізвище, ім'я, по батькові - Боголюбов Микола Миколович; національність - українець; партійність - позапартійний; вчений ступінь - доктор математики".

Так, - Микола Боголюбов, син професора богослов'я Київського університету, доктор математики і фізики, майбутній академік АН УРСР та АН СРСР, директор трьох Інститутів - Теоретичної фізики АН УРСР в Києві, Математичного інституту ім. В. Стеклова АН СРСР в Москві та Міжнародного інституту ядерних досліджень у м. Дубна на Волзі - завжди був і є перш за все громадянином і патріотом свого народу, був і залишається позапартійним. Єдиним хранителем таланту Миколи Боголюбова у лихолітні часи був його високий міжнародний авторитет, як і світове визнання створених ним потужних наукових шкіл у галузі нелінійної математики та математичної фізики.

Все життя академік Боголюбов відстоював і відстоює принцип : мовою науки в національній державі має бути мова її народу. Всі довоєнні наукові праці академіка опубліковані українською мовою, а їх переклади за кордоном - французькою та англійською. В повоєнні роки значну увагу приділяв створенню та виданню наукових книг і підручників для студентів українською мовою. У 1949 році написав перший в Україні курс лекцій з квантової статистики, досі популярний у викладачів та студентів вузів, інші методичні посібники з математичної фізики. У 1939 році став ініціатором і головним редактором видання в 1948 році українською мовою тоді першого в Радянському Союзі підручника з функціонального аналізу, написаного видатним польським математиком, професором Львівського університету Стефаном Банахом. Микола Боголюбов любив українську пісню, різьбярське мистецтво, вишиття. Вільно володів англійською та французькою мовами, послуговувався італійською, іспанською, грецькою, латинською мовами, був знайомий з арабською в'яззю.

Як тільки в Москву долинула звістка про відродження у Львові Наукового товариства імені Т. Шевченка, репресованого большевицькою владою у 1940 році, академік Микола Боголюбов тепло привітав львівську наукову громаду своїх учнів з цією важливою історичною подією, побажав науковцям плідних звершень на ниві національного відродження. Від нього надійшов особистий лист, в якому, зокрема читаємо: "Бути членом відродженого Наукового товариства імені Т. Шевченка у Львові, відомої у всьому світі поважної української наукової інституції з закордонними філіями у США, Канаді, Франції та Австралії, дуже почесно і значимо для мене". Академіка Миколу Боголюбова, члена багатьох зарубіжних академій було одноставно обрано дійсним почесним членом математичної комісії Наукового товариства імені Т. Шевченка у Львові. Не стало академіка Миколу Боголюбова прохолодної зими 1992 року. Похований він на Новодівичому кладовищі у м. Москві.

Шляхи математичної творчості

Як є добре відомо, свою наукову кар'єру М. Боголюбов, столітній ювілей якого ми відзначаємо цього року, почав з 14 років як чистий математик під керівництвом академіка М. Крилова, зокрема як учасник його наукового семінару при ВУАН. При цьому зауважимо, що він не мав формально закінченої ні середньої, ні вищої освіти, тобто увесь свій багаж він здобував самотужки самоосвітою та в розмовах зі своїм вчителем М. Криловим та учасниками його семінару.

Початкові наукові інтереси М. Боголюбова склались природнім чином під впливом свого вчителя і належали до таких ділянок математики як

теорія майже періодичних функцій, варіаційний аналіз, теорія нелінійних диференціальних рівнянь і динамічних систем, теорія операторів та ергодичних мір на компактних топологічних просторах. Цей цикл досліджень М. Боголюбова вже в повоєнні роки був творчо продовжений такими відомими його учнями як Ю. Митропольський, С. Крейн, А. Самойленко та багатьма іншими.

На початку тридцятих років М. Боголюбов зацікавився проблемами стохастичних динамічних систем та теорією кінетичних рівнянь типу Фоккера-Планка та Больцмана. Наступний крок було зроблено вже в сорокових роках в напрямку математичних проблем статистичної фізики, теорії фазових переходів типу квантової бозе-конденсації в надтекучих рідинах та надпровідних речовинах. Надалі М. Боголюбов майже виключно присвятив свої таланти та силу творчості математичним аспектам теорії квантованих полів та теорії елементарних частинок, що стали основою сучасної математичної фізики та її новітнього відгалуження - квантової математики. Власне цей, може найбільш важливий етап творчості М. Боголюбова, протягом якого він став визнаним науковим лідером світового масштабу, і є основною темою статті.

Першим серйозним випробуванням математичної сили М. Боголюбова в квантовій фізиці було пов'язане з теорією зображень операторних C^* -алгебр в просторах Фока. А саме, згідно теоремі Хаага не існує унітарного перетворення між двома C^* -алгебрами в просторі Фока, породжені різними самоспряженими генераторами.

Тим не менше, використовуючи деякі функціональні ідеї Гейзенберга та Штюкельбергера, М. Боголюбову вдалось побудувати для шуканого унітарного перетворення (так званої S -матриці) нескінченний ряд із майже всіма необмеженими коефіцієнтами. Проблема тепер звучала так: "Як регуляризувати цей ряд, щоб він став збіжним?" При цьому було з'ясовано, що необмеженість коефіцієнтів цього ряду є тісно пов'язана з тим, що не була коректно визначена математична операція множення узагальнених функцій типу δ -функції Дірака та їх похідних від багатьох змінних. Для цієї задачі М. Боголюбов запросив до співпраці молодого математика зі Львова Остапа Парасюка, котрий, розвинувши теорію узагальнених функцій Лорана Шварца на основі спеціальної версії теореми Гана-Банаха, побудував збіжну регуляризацію для раніше знайденого М. Боголюбовим нескінченного ряду для унітарного перетворення. (Цей результат, власне, і став основою докторської дисертації О. Парасюка та подальшого розвитку запропонованої процедури регуляризації, яка увійшла в світову наукову літературу та підручники з квантової теорії поля як R -операція Боголюбова-Парасюка. Пізніше ця техніка регуляризації була удосконалена австрійцем Геппом та німцем Ціммерманом, і

називається **R** - операція Боголюбова-Парасюка-Геппа-Ціммермана.

Внизу показано початок статті, в якій описана майже детективна історія із доведенням та нетривіальними застосуваннями теореми Хаага.

Описаний вище математичний результат виявився фактично першим серйозним прикладом сучасної математичної фізики, якщо вважати класичний етап математичної фізики завершеним двоухтомником Гільберта-Куранта.

Оскільки наступні роки перебування М. Боголюбова в Москві були тісно пов'язані з Лабораторією теоретичної фізики Об'єднаного інституту ядерних досліджень в Дубні, то природнім чином М. Боголюбов почав приділяти увагу проблемі групової класифікації елементарних частинок, а також квантовій теорії надплинності та надпровідності. І знову для розвитку проблеми надпровідності М. Боголюбов застосовує ідеї теорії нескінченновимірних зображень C^* -алгебр в просторі Фока, а саме він пропонує так зване квазі-канонічне перетворення і знаходить нове зображення для Гамільтонового оператора енергії квазі частинок так званих куперовських електронних пар.

Паралельно М. Боголюбов працює над узагальненням свого методу квазі-канонічних перетворень з точки зору теорії "порушення симетрії" математичної моделі у просторі Фока. Ці результати М. Боголюбов доповідає на міжнародній конференції в Сіатлі, США, де його уважно слухає японський фізик-теоретик Й. Намбу, а пізніше активно розробляє ідеї Боголюбова в своїх працях.

Іронія долі сталася у 2008 році - за праці теорії порушення симетрії Й. Намбу

та М. Боголюбов висувуються на Нобелівську премію з фізики. Та, нажаль, М. Боголюбов не дожив до цього дня, а Й. Намбу у віці 80 років отримує Нобелівську нагороду...

Як коментар до цієї події зачитуємо академіка В. Гінзбурга з Росії. Отримавши Нобелівську премію у віці 84 років він сказав, що "кожен талановитий фізик може заслужено отримати Нобелівську премію-єдиною умовою для цього є дожити до цієї події!" Що до цього є також цікавим недавній коментар канадського фізика Аллана Гріффіна, котрий, коментуючи ситуацію з нагородженням Нобелівською премією творців теорії надплинності та надпровідності, відзначає, що "... жоден з основних трьох фізиків, котрі заклали теоретичні основи явищ надпровідності та надплинності, а саме М. Боголюбов, Л. Горьков та С. Беляєв не отримали за свої фундаментальні результати Нобелівської премії"...

Тут необхідно згадати також фундаментальний результат М. Боголюбова з теорії багатовимірного комплексного аналізу-доведення так званої теореми про "вістря клина" ("edge of the wedge"), яка має важливе значення для обчислень даних розсіяння у ядерній фізиці та фізиці високих енергій.

Важливий етап наукової діяльності М. Боголюбова почався в 70 роки, коли, власне, почала формуватись сучасна математична фізика, а паралельно їй - квантова математика.

Нижче подаємо кілька останніх посилань на тему розвитку ідей та застосування квантової математики.

1) Новий вид математики:

2) Основи квантової математики:

3) Квантова фінансова математика:

А саме, в ці роки працями таких математиків як Л. Фаддєєв, С. Новіков, Ю. Манін, П. Шор та їх учнів і послідовників була створена квантова теорія спектрального аналізу, теорія квантових груп, геометрична теорія квантування, теорія квантових динамічних систем, теорія квантових комп'ютерів, теорія квантових кохомологій та інші, які склали основу сучасної квантової математики. Активно підтримуючи розвиток цього напрямку М. Боголюбов пропонує своїм учням та послідовникам розпрацювати нову ідею - застосувати методи квантової теорії до розв'язання широкого класу проблем сучасної теорії динамічних систем у просторі Гільберта, і яка була ефективно реалізована в останні роки.

Цікавим у ці роки було також відношення М. Боголюбова до добре відомої геометричної теорії гравітації та електродинаміки Енштейна, яка тоді піддавалась активній переоцінці та критичному аналізу з боку таких видатних фізиків теоретиків та математиків як Л. Бріллюєн, З. Петров, Р. Яцків, Л. Фаддєєв, А. Логунов та багатьох інших. Не маючи в цьому напрямку власних наукових праць, М. Боголюбов як головний редактор провідного

журналу "Теоретична та математична фізика" підтримував публікацію в журналі альтернативних підходів до теорії гравітації та електродинаміки, при чому і таких, котрі були досить контроверсійні щодо вже усталених поглядів на їх основи. А беручи участь в наукових семінарах на цю тему часто давав дуже влучні зауваження та коментарі, зокрема, що до таких класичних, але досі не розв'язаних проблем, як проблема Дірака-Фока-Подольського в електродинаміці, так звана проблема нуль-заряду і поляризації вакууму та проблема інертної маси в гравітації.

Зокрема, М. Боголюбов ставив нові задачі, що стосувались квантово-польової структури вакууму та фундаментальних фізичних основ електромагнітної теорії Максвелла-Лоренца. Він вважав, що існуючі проблеми з розбіжними інтегралами для фізичних електродинамічних характеристик є частково пов'язані з не цілком адекватним описом квантової структури фізичного вакууму, і що було підтверджено в недавніх працях сучасних фізиків-теоретиків.

І сьогодні ретроспективно оглядаючи шляхи математичної творчості М. Боголюбова, відзначаємо неабияку інтуїцію та відчуття реальності практично у всіх напрямках його наукової діяльності. При цьому особливою рисою М. Боголюбова була здатність щедро ділитися своїми помислами і з своїми учнями та послідовниками, що спричинилось до створення цілої "школи Боголюбова" з сучасних математики і теоретичної та математичної фізики, котра плідно продовжує творчі традиції свого Вчителя в наші дні.

Література

- [1] М. Боголюбов (мол.) та ін. Ергодичні динамічні системи, порядок та хаос. Математичний вісник НТШ т. 2, 2005 с. 9
- [2] М. Боголюбов. Вопросы квантовой теории поля. Устранение расходимостей. Успехи физических наук. т. 57, вып. 1, с. 3-91
- [3] Griffin Allan. New light on the intriguing history of superfluidity in liquid ^4He . Preprint, Toronto University, 2009
- [4] Anatoliy K. Prykarpatsky, Nikolai N. Bogoliubov (Jr.), Jolanta Golenia and Ufuk Taneri. Introductory Backgrounds to Modern Quantum Mathematics with Application to Nonlinear Dynamical Systems. Int J Theor Phys. (2008) 47: 2882–2897

e-mail: pryk.anat@ua.fm