



Микола Миколайович Войтович
(23.05.1940 – 11.07.2020)

«Працюйте з душею!»

11 липня 2020 року після тяжкої хвороби відійшов у вічність Микола Миколайович Войтович, відомий в Україні та за її межами учений у галузі теорії електромагнітних хвиль і антен та пов'язаних із цим неklasичних обернених задач і числових методів, доктор фізико-математичних наук, професор, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки (1989), лауреат премії імені М. М. Крилова НАН України.

Микола Миколайович народився 23 травня 1940 р. на неіснуючому сьогодні хуторі Чертіж, що входив до складу села Витчівка Висоцького (тепер Зарічненського) району Рівненської області, в сім'ї селянина. Батько загинув на фронті Великої Вітчизняної війни, коли Миколі було лише 5 років.

Навчання Микола почав у 1947 р. у Соломирській початковій школі (на сусідньому хуторі) відразу з другого класу, потім продовжив у Витчівській неповній середній школі (до 1955 р.) і закінчив у 1956 р. у Зарічненській середній школі зі срібною медаллю. У тому ж році вступив до Львівського державного університету ім. І. Франка на механіко-математичний факультет. У 1961 р. після завершення навчання в університеті здобув спеціальність «обчислювальна математика» і почав працювати в Інституті радіотехніки і електроніки (ІРЕ), Москва, на посаді молодшого наукового співробітника.

Саме в ІРЕ Микола Миколайович знаходить людину, яка відіграла роль провідної зірки усього його наукового життя, і не лише наукового. Мова йде про видатного вченого в галузі теорії дифракції і високочастотної електродинаміки, професора Бориса Захаровича Кацелененбаума, який став його науковим керівником.

В ІРЕ під керівництвом професора Б. З. Каценеленбаума сформувався основний і визначальний напрямок наукових досліджень Миколи Миколайовича – розробка і застосування числових методів для розв’язування неklasичних задач математичної фізики.

Початок 60-х років минулого століття був періодом широкого впровадження електронно-обчислювальної техніки у наукові дослідження. Володіючи популярною і ще не дуже поширеною тоді спеціальністю математика-програміста, Микола Миколайович починає свою наукову діяльність з дослідження фізичних систем шляхом моделювання їх роботи на ЕОМ. Саме такому підходу була присвячена його кандидатська дисертація «Моделювання нерегулярних хвильоводів на ЕОМ», яка була підготовлена і захищена в ІРЕ у 1968 р. Невдовзі після захисту дисертації Микола Миколайович працює на посаді, а потім одержує звання старшого наукового співробітника.

У 60-70-х роках навколо Бориса Захаровича формується потужний науковий колектив, який займається теоретичним і експериментальним дослідженням популярних у ті роки квазіоптичних резонаторів (лазерів) і хвильоводів, як найбільш перспективних систем зв’язку нового покоління. До складу колективу входили такі відомі вчені в галузі теорії дифракції і розсіяння електромагнітних та акустичних хвиль, як Р. Б. Ваганов, Ю. М. Казанцев, І. П. Коршунов, Є. М. Коршунова, Р. Ф. Матвеев, В. В. Меріакрі, Є. І. Нефедов, О. М. Сівов, В. В. Шевченко, О. Д. Шатров. Саме в цьому середовищі в кінці 60-х років зародився всесвітньо відомий науковий напрямок, відомий як *узагальнений метод власних коливань* (УМВК), ідея якого належить Б. З. Каценеленбауму та О. М. Сівову. У 1968 р., після захисту кандидатської дисертації, до нього долучається Микола Миколайович.

УМВК призначений для розв’язування зовнішніх і внутрішніх крайових задач, які описують монохроматичні хвильові процеси (акустичні, електромагнітні тощо). Як і в стандартному методі власних коливань (методі власних частот), в узагальненому методі розсіяне поле подається у вигляді розкладу за власними функціями відповідних однорідних спектральних задач. Характерною особливістю УМВК є те, що в ньому спектральним параметром може бути вибрана не лише частота, а й інші фізичні параметри, реальні значення яких замінюються у допоміжній задачі шуканими власними значеннями.

У 1971 р. на запрошення керівника Сектору математики і механіки Фізико-механічного інституту АН УРСР, тоді ще члена-кореспондента АН УРСР Ярослава Степановича Підстригача, Микола Миколайович переїжджає працювати до Львова на посаді старшого наукового співробітника, а потім, після реорганізації сектору у Львівський філіал математичної фізики Інституту математики (пізніше – в Інститут прикладних проблем механіки і математики) АН УРСР і створення Обчислювального центру при ньому – на посаді завідувача відділу програмування цього центру. На цей час припадає завершення одного з напрямків УМВК – розробка варіаційних методів розв’язування узагальнених задач на власні значення.

Серед методів розв’язування узагальнених задач на власні значення, які виникають в УМВК, найбільш перспективними є варіаційні методи, що базуються на функціоналах, стаціонарних на власних функціях цих задач. Граничні умови, які містять спектральний параметр, мають бути природними для цих функціоналів. Було розвинуто методику, яка дозволяє так модифікувати функціонал, щоб довільна вибрана лінійна гранична умова (або кілька з них чи навіть усі одночасно) були для нього природними.

Проведені дослідження й отримані результати в цій галузі стали основою докторської дисертації М. М. Войтовича «Дослідження високодобротних резонаторів і діелектричних хвильоводів за допомогою узагальнених задач на власні значення», яку він захистив у Харківському державному університеті у 1982 р.

У цей час було закладено основи нового наукового напрямку в теорії синтезу випромінюючих систем і виявилось, що УМВК є особливо ефективним для дослідження резонаторних систем, у яких форма поля слабо залежить від збудження. Зокрема, з його допомогою вдалося створити *метод конструктивного синтезу* резонаторних випромінюючих систем, який дозволяє розв'язувати обернені задачі, пов'язані з відтворенням форми поверхні тіла, його прозорості та параметрів внутрішнього включення за заданою діаграмою розсіювання, безпосередньо, без розв'язування прямих задач.

Результати, що стосуються УМВК, увійшли складовою частиною до циклу робіт «Теорія резонансного розсіювання та її застосування в радіофізиці», відзначеного Державною премією УРСР у галузі науки і техніки за 1989 рік. До складу колективу авторів увійшли також співавтори методу Б. З. Каценеленбаум, О. М. Сівов і відомі вчені з наукових установ Харкова.

Однією з обчислювальних проблем, яка безпосередньо стосується УМВК, є проблема розв'язування спектральних задач, власні значення яких тісно згруповані за модулем біля першого (найбільшого) з них. З цією метою був розроблений спеціальний *модифікований ітераційний метод* знаходження власних пар (власних значень і власних функцій) однорідних задач з цілком неперервним оператором, орієнтований в основному на задачі такого типу.

У Львові набуває інтенсивного розвитку також другий напрямок діяльності Миколи Миколайовича, започаткований у його спільних роботах з Б. З. Каценеленбаумом. Це так звані *оптимізаційні задачі з вільною фазою*. Цей напрямок охоплює варіаційні задачі апроксимаційного типу, в яких комплексна функція, що підлягає апроксимації, задана лише своїм модулем (амплітудою), а її аргумент (фаза) залишається довільним. За математичною постановкою ці задачі близькі до так званої фазової проблеми, в якій за модулем образу перетворення Фур'є, заданим на всій дійсній осі, необхідно відтворити його прообраз. З огляду на цю близькість, відповідні оптимізаційні задачі названо *модифікованою фазовою проблемою (МФП)*.

У математичному плані такі задачі зводяться до нелінійних інтегральних рівнянь типу Гаммерштейна, в яких модуль і аргумент невідомої функції фігурують відокремлено. Було розроблено методику дослідження галузей розв'язків цих задач, розвинуто числові методи їх розв'язування, виявлено нові фізичні ефекти в конкретних застосуваннях.

Запропоновано і розроблено *варіаційно-ітераційний метод узагальненого відокремлення змінних*, призначений для наближеного розв'язування n -вимірних лінійних і нелінійних рівнянь (у першу чергу, інтегральних або матричних). Він полягає в поданні шуканої функції у вигляді скінченновимірної суми доданків з відокремленими змінними. Доданки в сумі визначаються послідовно, з умови мінімізації відповідного функціонала.

Виявлено *клас рівнянь типу Гаммерштейна*, який охоплює конкретні випадки рівнянь МФП, пов'язаних з інтегральними перетвореннями Фур'є (інтегральним і дискретним) та Ганкеля, розв'язки яких виражаються через поліноми скінченних степенів з комплексними коренями. Це дозволило розробити методику аналітично-числового дослідження множини розв'язків цих рівнянь і описати її структуру, включаючи всі можливі типи галузей цих розв'язків.

Результати цих багаторічних досліджень було підсумовано у монографії «Phase Optimization Problems. Applications in Wave Field Theory» (співавтори: О. О. Булацик, Б. З. Каценеленбаум, Ю. П. Тополук), яка вийшла у видавництві WILEY-VCH у 2010 р.

В останні роки Микола Миколайович і його учні розвинули новий науковий напрямок, що стосується розробки методів розв'язування неklasичних обернених задач розсіювання, які полягають у відновленні форми тіл. Це *метод апроксимуючих функцій Герглотца* відновлення форми тіла

на власних частотах його внутрішньої області, який ґрунтується на властивостях множини характеристик (діаграм) розсіювання на власних частотах внутрішньої області тіла.

Перераховані наукові результати, одержані Миколою Миколайовичем разом із його учнями, отримано в рамках досліджень, що проводяться у відділі числових методів математичної фізики, створеному в Інституті прикладних проблем механіки і математики в 1984 р., керівником якого від часу заснування до 2017 р. був М. М. Войтович.

У 1991 році Микола Миколайович отримав вчене звання професора за спеціальністю «обчислювальна математика».

Під керівництвом М. М. Войтовича захищено дві докторські і 9 кандидатських дисертацій.

За плечима талановитого науковця 9 монографій, 2 з них видані англійською мовою, одна – польською, понад 190 журнальних публікацій і матеріалів міжнародних конференцій.

Микола Миколайович Войтович брав активну участь у організації та проведенні Міжнародних наукових конференцій та семінарів. Добре відомими були Брюховицькі семінари з теорії дифракції, високочастотної електродинаміки та теорії синтезу антен, започатковані Миколою Миколайовичем і його колегами з Росії та Грузії ще на початку 80-х років минулого століття. Згодом ці зустрічі переросли у щорічні Міжнародні наукові семінари, які проводяться під егідою Міжнародного науково-технічного товариства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) і носять назву Direct and Inverse Problems of Electromagnetic and Acoustic Wave Theory (DIPED). Починаючи з 1995 року і по сьогоднішній день, ці семінари проводяться по чергово у Львові та Тбілісі, а їх матеріали розповсюджуються через всесвітньо відому електронну мережу IEEE Xplore Digital Library. Микола Миколайович усі ці роки незмінно очолював програмний та організаційний комітети семінару.

Він також був членом організаційних комітетів низки міжнародних симпозіумів та конференцій, що проводились як в Україні, так і за її межами.

У 1995 році завдяки зусиллям Миколи Миколайовича було створено один із перших на теренах колишнього Радянського Союзу і перший в Україні Об'єднаний осередок IEEE, який Микола Миколайович очолював з 1995 по 1999 рік. З 2000 р. він став членом Американського математичного товариства (AMS).

М. М. Войтович був членом спеціалізованих рад по захисту кандидатських та докторських дисертацій в Інституті прикладних проблем механіки і математики ім. Я. С. Підстригача НАН України, Львівському національному університеті ім. І. Франка, Національному університеті «Львівська політехніка», а також членом редакційних колегій шести наукових журналів.

Він нагороджений відзнаками НАН України «За підготовку наукової зміни» (2008), «За наукові досягнення» (2010) та «За професійні здобутки» (2020).

Таким був Микола Миколайович у своїх наукових досягненнях і посадах. Хочеться ще сказати декілька слів про його людські якості. Улюблений вислів, який постійно повторював Микола Миколайович своїм співробітникам і який насамперед характеризує його власний стиль роботи, був: *«Працюйте з душею!»*. Саме ця фраза винесена епіграфом цієї статті, бо вона чи не найповніше характеризує духовну сутність Миколи Миколайовича. Він не лише працював з душею. Він жив, завжди прислухаючись до своєї совісті і до порухів своєї душі.

*Р. М. Кушнір, В. О. Пелих,
М. І. Андрійчук, В. О. Міщенко*