



ОЛЕКСАНДР МИКОЛАЙОВИЧ ШАРКОВСЬКИЙ

21 листопада 2022 року на 86-му році життя перестало битися серце всесвітньо відомого українського математика, академіка Національної академії наук України, головного наукового співробітника відділу динамічних систем та фрактального аналізу Інституту математики НАН України, доктора фізико-математичних наук, професора Шарковського Олександра Миколайовича.

Він належав до невеликої когорти вчених, які сформували математичну концепцію детермінованого хаосу й заклали фундамент сучасної хаотичної динаміки. Непересічним внеском у математичну науку стало створення ним основ топологічної теорії одновимірних динамічних систем та її застосування до нескінченновимірних динамічних систем, нелінійних крайових задач і моделювання турбулентності.

О. М. Шарковський народився 7 грудня 1936 року в місті Києві. Його блискучі математичні здібності проявилися ще у шкільні роки, а у 1952 р., коли восьмикласник Олександр став переможцем Київської математичної олімпіади школярів, його прізвище вперше з'явилося у математичному світі — в журналі „Успехи математических наук”. Свою першу наукову працю він написав на першому курсі механіко-математичного факультету Київського університету ім. Т. Г. Шевченка. Після закінчення з відзнакою університету О. М. Шарковський достроково завершив навчання в аспірантурі Інституту математики АН УРСР захистом

кандидатської дисертації „Деякі питання теорії одновимірних ітераційних процесів” (1961 р.). Невдовзі він, вже будучи співробітником Інституту математики, захистив докторську дисертацію „Про ω -граничні множини дискретних динамічних систем” (1967 р.), результати якої майже через 20 років зробили його ім’я широковідомим у світовій математиці (хоча в той час вони лишилися майже непоміченими, точніше, незатребуваними, оскільки з’явилися дещо передчасно). Відтоді наукова діяльність Олександра Миколайовича була незмінно пов’язана з Інститутом математики НАН України, де він з 1974 по 1986 р. завідував відділом диференціальних рівнянь, а з 1986 по 2017 р. очолював створений за його ініціативою відділ теорії динамічних систем. З 2017 р. працював головним науковим співробітником відділу динамічних систем та фрактального аналізу Інституту математики.

У 1978 р. О. М. Шарковського обрано членом-кореспондентом АН УРСР, а в 2006 р. — дійсним членом НАН України.

Докторська дисертація О. М. Шарковського і його подальші праці 70-х років стали потужним внеском в теорію динамічних систем, зокрема, заклали основи одновимірної топологічної динаміки. І, що вельми важливо, вони надали дуже ефективний інструментарій для вивчення надскладних нелінійних процесів. Хоча тоді він і не використовував терміни „хаос” та „фрактал” (адже на той час поняття хаотичності ще не набуло математичного осмислення), одним із ключових предметів його досліджень були різноманітні канторівські множини, що є класичними фракталами і „маркерами” хаосу. О. М. Шарковський безперечно був одним з небагатьох математиків, чії праці відіграли вирішальну роль у становленні теорії таких об’єктів. У своїй дисертації він, зокрема, передбачив славнозвісний факт „Період 3 спричиняє хаос”, сформульований на 10 років пізніше американськими математиками Т. Лі та Дж. Йорком.

Серед праць О. М. Шарковського найбільш відомою є знаменита тепер стаття „Співіснування циклів неперервного відображення прямої в себе” (Український математичний журнал, 1964 р.), результати якої склали невеличку частину його докторської дисертації. В цій статті він увів новий порядок на множині натуральних чисел: $1 < 2 < 2^2 < 2^3 < \dots < 7 < 5 < 3$, який визначає закон співіснування циклів різних періодів і зараз названий його іменем. Цей порядок, як стало зрозуміло в 70-ті роки, описує можливий перебіг переходу в найрізноманітніших еволюційних системах від простої поведінки до складної і надскладної — хаотичної. Порядок Шарковського — це дуже вражаюче відкриття; є всі підстави говорити про те, що жодну сучасну монографію з теорії динамічних систем неможливо уявити без порядку і теореми Шарковського. Результати цієї статті мають величезний ідейний заряд. Саме вони містять, як частинний випадок, вже згадуване твердження „Період 3 спричиняє хаос”. Саме з них бере початок новий науковий напрям — комбінаторна динаміка. Ставши класичними, вони продовжують стимулювати нові дослідження. За останні 20 років з’явилося багато наукових праць, спрямованих на узагальнення теореми Шарковського (зокрема, для випадкових та багатозначних систем, багатовимірних і навіть нескінченновимірних систем) та на її практичне застосування в різних галузях — від фізики та біології до економіки і фінансів.

Із загальної теорії динамічних систем О. М. Шарковським також було отримано низку фундаментальних результатів, що стосуються властивості нестисливості, дескриптивних оцінок різних інваріантних множин, глобальної стійкості. Зокрема, він показав, що з точки зору дескриптивних оцінок одновимірні динамічні системи є не менш складними, ніж динамічні системи на довільних топологічних просторах, і тим самим довів непересічну важливість одновимірної динаміки, зокрема, як щодо простого засобу для дослідження та моделювання ду-

же складних явищ і навіть, як він показав пізніше, турбулентності.

О. М. Шарковський розробив нові, засновані на теорії одновимірних відображень, методи для аналізу функціональних і диференціально-функціональних рівнянь. Центральний результат у цій галузі — створення основ якісної теорії нелінійних різницевих рівнянь з неперервним аргументом, які дуже добре пристосовані для моделювання коливних процесів у неперервних середовищах і саме у тих випадках, коли використання звичайних диференціальних рівнянь викликає значні труднощі або взагалі неможливе.

О. М. Шарковський не тільки першим побачив, що теорія одновимірних динамічних систем дозволяє пояснити механізми багатьох складних ефектів у нескінченновимірних системах, але й зумів реалізувати значні перспективи такого підходу, використовуючи відносно прості крайові задачі для рівнянь з частинними похідними. На цій основі він розвинув концепцію ідеальної турбулентності — нового математичного явища в нескінченновимірних динамічних системах, яке полягає в тому, що атрактор гладкої системи лежить у просторі, що містить поряд з гладкими функціями ще й фрактальні або випадкові функції. Така структура атрактора дозволяє моделювати в просторі-часі основні властивості турбулентних процесів: каскади когерентних структур спадаючих масштабів, перемішування, чергованість та ін. Зокрема, перемішування моделюється за допомогою відкритого О. М. Шарковським явища автостохастичності, яке виявляє нові зв'язки між детермінованими і стохастичними процесами. Ці піонерські результати, які поки що не досить широковідомі, дуже важливі як для розвитку теорії нескінченновимірних динамічних систем та її застосувань (особливо у нелінійній математичній фізиці), так і для поглиблення нашого розуміння загальних закономірностей реальної турбулентності.

О. М. Шарковський написав майже 250 наукових праць та 10 монографій. Його наукові досягнення отримали високу оцінку як української, так і світової математичної спільноти. Зокрема, вони відзначені преміями Національної академії наук України ім. М. М. Боголюбова (1994 р.), М. О. Лаврентьева (2005 р.) та Ю. О. Митропольського (2018 р.), Державною премією України в галузі науки і техніки (2010 р.), Aulbach Prize of the International Society of Difference Equations (2011 р.), Doctor Honoris Causa of Silesia University, Czech Republic (2014 р.). Терміни „порядок Шарковського” і „теорема Шарковського” протягом тривалого часу використовуються математичним співтовариством і стали частиною загальнолюдського знання. Поряд із ними в літературі з динамічних систем з'явилися інші терміни, індуковані „порядком Шарковського”, зокрема „простір Шарковського”, „функція Шарковського”, „властивість Шарковського”, „множина Шарковського” і „розшарування Шарковського”. В офіційній науковій термінології зафіксовано введений ним термін „ідеальна турбулентність” („Encyclopedia of Nonlinear Science”, ed. Alwyn Scott, Routledge, New York, 2005). З ім'ям О. М. Шарковського пов'язують становлення та розвиток хаотичної динаміки і комбінаторної динаміки. У 1994 р. в Іспанії відбулась міжнародна конференція „Тридцять років теоремі Шарковського. Нові перспективи”, на якій було відзначено непересічний внесок О. М. Шарковського у світову науку і революційний вплив його праць на розвиток нелінійної динаміки і теорії хаосу.

Плідну наукову роботу Олександр Миколайович завжди поєднував з активною педагогічною діяльністю. Він ніколи не забував свою Alma Mater — Київський університет ім. Т. Г. Шевченка: з середини 60-х років він читав на механіко-математичному факультеті загальні лекції та спецкурси з теорії динамічних систем, працював з аспірантами. Серед його

учнів 4 доктори і 13 кандидатів наук. Багато часу та енергії він віддавав розвитку наукових зв'язків, виступав з лекціями в університетах та наукових центрах у більш ніж 20 країнах світу, входив до редколегій низки міжнародних математичних видань, зокрема був співредактором журналів „International Journal of Bifurcation and Chaos” та „Journal of Difference Equations and Applications” (США).

Знаменита стаття „Співіснування циклів неперервного відображення прямої в себе”, монографії „Різницеви рівняння та їх застосування” (Kluwer, 1993 р.), „Динаміка одновимірних відображень” (Kluwer, 1997 р.), „Атрактори траєкторій та їх басейни” (Наукова думка, 2013 р.), „Метод інваріантів в теорії функціональних рівнянь” (Праці Ін-ту математики НАН України, 2013 р.), „Ідеальна турбулентність: фрактальні і стохастичні атрактори траєкторій в ідеалізованих моделях математичної фізики” (Праці Ін-ту математики НАН України, 2020 р.), „Впорядкування Шарковського” (Springer, 2022 р.), написані самим О. М. Шарковським або у співавторстві, та його численні статті визнані наріжними каменями сучасної теорії динамічних систем.

Світла пам'ять про Олександра Миколайовича назавжди збережеться в серцях колег, учнів і всіх, хто його знав. А його ім'я назавжди закарбоване в анналах світової науки.

*Редакційна колегія
„Українського математичного журналу”*