



АНАТОЛІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ СКОРОХОД

Четвертого січня 2011 року близько 4-ї години ранку за київським часом зупинилося серце Анатолія Володимировича Скорохода. Пішов з життя один із найталановитіших математиків другої половини минулого століття, один із тих небагатьох, що торували нові шляхи в сучасній математиці. Основними напрямками його наукової діяльності були теорія ймовірностей, теорія випадкових процесів і статистика випадкових процесів. Разом з цим його дослідження мали великий вплив на функціональний аналіз, зокрема на теорію міри в нескінченновимірних просторах.

Протягом півстоліття, що минуло, роботи Анатолія Володимировича визначали основні напрямки наукових пошуків у багатьох імовірнісних центрах світу, і його відхід у вічність — велика втрата для світової математичної спільноти.

Анатолій Володимирович народився 10 вересня 1930 року у м. Нікополі Дніпропетровської області в сім'ї вчителів. У 1946 році сім'я переїхала на Волинь до м. Ковеля, де у 1948 році він закінчив середню школу і того ж року вступив до Київського університету імені Тараса Шевченка на механіко-математичний факультет. Ще студентом він активно включився в наукову роботу в області теорії ймовірностей, одночасно успішно працюючи над розв'язанням декількох складних

проблем. Закінчуючи університет (1953 рік), вже був автором п'яти наукових праць; дві з цих ранніх робіт у 1961 році було видано у США англійською мовою. По закінченню університету його направили для продовження навчання в аспірантурі до Московського університету, де його науковим керівником був професор Є. Б. Динкін.

Після повернення з Москви, у 1957 році, А. В. Скороход почав викладати на механіко-математичному факультеті Київського університету, а в 1964 року очолив новостворений відділ теорії випадкових процесів в Інституті математики, не полишивши при цьому і викладацьку роботу в університеті.

Основні дані наукової біографії А. В. Скорохода такі: кандидат фізико-математичних наук (1957 р.), доктор фізико-математичних наук (1962 р.), професор (1963 р.), член-кореспондент НАН України (1967 р.), академік НАН України (1985 р.), член Американської академії мистецтв і наук (2000 р.), лауреат премії імені М. М. Крилова НАН України (1970 р.), лауреат Державних премій України в галузі науки і техніки (1982 і 2003 рр.). Ним написано понад 300 статей, надрукованих у провідних наукових журналах, видано 23 монографії (разом з перекладами — 45).

Вже в першому циклі робіт, який приніс йому авторитет у науковому ймовірнісному світі, Анатолій Володимирович проявив неабиякий творчий потенціал, нестандартність мислення, уміння бачити суть проблеми і створювати адекватний апарат для її розв'язання. Присвячено цей цикл узагальненню знаменитого принципу інваріантності Донскера на випадок, коли граничним є довільний процес з незалежними приростами, не обов'язково неперервний, як це було у Донскера. Вражає сміливість думки і рішучість молодого науковця (це були роки його навчання в аспірантурі, 1953 – 1956 рр.), з якими він взявся за цю проблему, поставлену перед ним, до речі, академіком Б. В. Гнеденком. Щоб дати вичерпні відповіді на основні питання в цій проблемі, Анатолій Володимирович увів кілька нових топологій у просторі функцій без розривів 2-го роду (одна з яких набула згодом широкого застосування в різних галузях математики і тепер має назву *топології Скорохода*). Більш того, для доведення основних теорем цього циклу він запропонував оригінальний підхід, що ґрунтується на можливості реалізувати слабко збіжну послідовність випадкових елементів та граничний елемент на одному ймовірнісному просторі так, щоб збіжність була за ймовірністю. Використовуючи цей метод, що дістав назву *методу одного ймовірнісного простору*, він сформулював згадані вище узагальнення результатів Донскера в завершеній формі. Ці результати входять тепер в усі фундаментальні монографії з теорії випадкових процесів.

Не можна не згадати ще один запропонований ученим метод у теорії підсумовування незалежних випадкових величин — метод вкладення послідовності сум незалежних випадкових величин в траєкторії вінерового процесу. За допомогою цього методу Анатолій Володимирович дістав тонку асимптотичну оцінку ймовірності того, що нормовані суми незалежних випадкових величин перебувають у заданій криволінійній смузі. Цей метод вражає своєю витонченістю (у закордонній літературі він отримав назву *Skorokhod embedding problem*).

Після захисту у 1957 році кандидатської дисертації по тематиці згаданого вище циклу робіт Анатолій Володимирович (не без впливу свого старшого колеги Й. І. Гіхмана) почав займатись теорією стохастичних диференціальних рівнянь.

Яскравою рисою наукової творчості А. В. Скорохода є послідовне використання та розробка прямих ймовірнісних методів розв'язування проблем теорії ймовірностей. Теорія стохастичних диференціальних рівнянь є найважливішим розділом теорії ймовірностей, де переважають прямі ймовірнісні методи, і цілком природно, що саме тут він досяг значних успіхів. Його докторська дисертація, опублікована в 1961 році видавництвом Київського університету під назвою «Исследования по теории случайных процессов», головним чином присвячена цій теорії. І отримані в ній результати привели до докорінної перебудови самих основ теорії.

По-перше, використовуючи розроблений ним метод одного ймовірнісного простору та принцип компактності мір, що відповідають розв'язкам стохастичних диференціальних рівнянь, довів теорему існування розв'язків за умови, що коефіцієнти є лише неперервними функціями (можуть не бути ліпшицевими). Цей підхід суттєво відрізнявся від того, який був запропонований творцями теорії стохастичних диференціальних рівнянь — Й. І. Гіхманом та японським математиком К. Іто.

По-друге, знайшов умови, за яких одна з двох мір у функціональних просторах, що відповідають розв'язкам двох рівнянь, буде абсолютно неперервною відносно іншої. При цьому у випадку абсолютної неперервності було знайдено формулу для відповідної щільності. Такі формули, з одного боку, можуть бути використані при побудові розв'язків рівнянь з нерегулярними коефіцієнтами, а з іншого — відіграють надзвичайно важливу роль у статистиці випадкових процесів, коли доводиться або оцінювати невідомі параметри в коефіцієнтах рівняння, або ж розрізнити гіпотези про ці коефіцієнти.

Крім того, для одновимірних рівнянь, які визначають дифузійні процеси, Анатолій Володимирович запропонував надзвичайно цікаву ідею порівняння розв'язків двох рівнянь, у яких коефіцієнт дифузії один і той самий, а коефіцієнти переносу пов'язані нерівністю. Виявилось, що тоді розв'язок рівняння з меншим коефіцієнтом переносу (і меншим початковим значенням) в усі моменти часу не буде перевищувати розв'язок іншого рівняння з ймовірністю 1. З допомогою цього результату він довів тонку і красиву теорему єдиності розв'язку одновимірного стохастичного диференціального рівняння. Вражає сила математичного передбачення вченого. Він почав займатись рівняннями з розривними або такими, що не задовольняють умову Ліпшиця, коефіцієнтами тоді, коли вся теорія стохастичних диференціальних рівнянь знаходилася на початку розвитку. З'ясувалось, що у вісімдесятих роках ця теорема відіграла важливу роль при побудові загальних стохастичних потоків у скінченновимірних просторах.

Нарешті, з використанням методу одного ймовірнісного простору, а також введеної ним топології у просторі функцій без розривів 2-го роду Анатолій Володимирович довів низку граничних теорем для функціоналів від ланцюгів Маркова, які в слабкому сенсі збігались до розв'язку стохастичного диференціального рівняння. Таким чином, вже перша книга вченого з теорії стохастичних диференціальних рівнянь була насичена новими підходами, ідеями та результатами, які вивели її автора в лідери серед спеціалістів з цієї галузі математики.

Піонерськими були роботи А. В. Скорохода з теорії стохастичних диференціальних рівнянь для процесів з границями. Ще на початку 60-х років він увів і почав досліджувати стохастичне диференціальне рівняння для процесу з миттєвим

відбиттям у точці (розглядався одновимірний випадок) і довів для цього рівняння теорему існування та єдиності розв'язку. Згодом показав, як з цього процесу за допомогою випадкової заміни часу можна дістати такий процес, у якого відбиття відбувається із затримкою (скінченна швидкість виходу з границі). Ці результати викликали інтерес в усіх імовірнісних центрах світу і стимулювали появу величезного потоку робіт на цю тему. Відомий американський фахівець з теорії ймовірностей Г. Маккін назвав вишуканим дане Анатолієм Володимировичем доведення єдиності розв'язку стохастичного диференціального рівняння для процесу з миттєвим відбиттям у точці; саме це рівняння тепер має назву *рівняння Скорохода*.

Не можна не згадати тут і про роботи Анатолія Володимировича середини 60-х років, присвячені дослідженню локальної будови як неперервних процесів Маркова, так і таких, що не мають розривів 2-го роду. Було доведено, що за певних умов можна зробити таку випадкову заміну часу, яка перетворює неперервний процес Маркова в квазидифузійний процес (подібне твердження було доведено і для процесів без розривів 2-го роду).

В 70 – 80-х роках Анатолій Володимирович увів поняття *стохастичної півгрупи* і описав широкі класи таких півгруп. Виявилось, що за певних умов такі об'єкти є розв'язками лінійних операторних стохастичних диференціальних рівнянь. Важливу роль у цих дослідженнях відіграла розроблена ним раніше теорія *випадкових операторів*. Найцікавішим та найважливішим у цій теорії було поняття сильного випадкового оператора, що виділяє дійсно стохастичні об'єкти, які не є наборами обмежених операторів. Стохастичні півгрупи знаходять застосування у дослідженнях умов стійкості розв'язків стохастичних диференціальних рівнянь, що й було продемонстровано вченим у монографії 1987 року видання, присвяченій асимптотичним методам теорії стохастичних диференціальних рівнянь. У наш час стохастичні півгрупи знайшли своє застосування у вивченні динамічних систем, які не описуються стохастичними диференціальними рівняннями. Особливо слід відзначити введення А. В. Скороходом поняття *розширеного стохастичного інтеграла (інтеграла Скорохода)*, який узагальнює стохастичний інтеграл Іто, і дослідження властивостей цих інтегралів. Інтеграл Скорохода виявився корисним і знайшов застосування в різних розділах математики та фізики. Учнями Анатолія Володимировича інтенсивно досліджуються стохастичні диференціальні рівняння, які базуються на понятті розширеного стохастичного інтеграла. Виявилось, що у термінах інтеграла Скорохода можна розв'язувати деякі задачі фільтрації стохастичних потоків.

Протягом 80 – 90-х років Анатолій Володимирович приділяв значну увагу дослідженню асимптотичної поведінки розв'язків стохастичних диференціальних рівнянь та застосуванню математичних результатів до дослідження поведінки біологічних популяцій, механічних систем тощо.

Роботи А. В. Скорохода останніх років були присвячені проблемі побудови різних типів випадкових процесів у просторі конфігурацій. Такі процеси описують поведінку систем, які складаються з нескінченної кількості взаємодіючих між собою частинок і на які впливають певні випадкові фактори.

Всі роботи вченого вирізняються глибоким проникненням у суть проблеми, вмінням побачити оригінальний, несподіваний підхід до її розв'язання, передбачати на десятиріччя вперед розвиток математичної думки. Яскравим прикладом цього

може бути його найкоротша робота, в якій для доведення існування експоненціального моменту гауссової міри в банаховому просторі ефектно використано чисто ймовірнісні міркування, що базувались на розгляді моменту першого виходу з кулі неперервного процесу з незалежними приростами.

Перу Анатолія Володимировича належать багато монографій з різних напрямків теорії випадкових процесів. Згадаємо, наприклад, вже класичні та перекладені багатьма мовами «Случайные процессы с независимыми приращениями» (Москва: Наука, 1964; друге видання 1986), «Интегрирование в гильбертовом пространстве» (Москва: Наука, 1975), «Асимптотические методы теории стохастических дифференциальных уравнений» (Київ: Наукова думка, 1987), а також написані разом з Й. І. Гіхманом «Стохастические дифференциальные уравнения» (Київ: Наукова думка, 1968), «Введение в теорию случайных процессов» (Москва: Наука, 1965), «Теория случайных процессов» (Москва: Наука, 1971 – 1975, у трьох томах), «Стохастические дифференциальные уравнения и их приложения» (Київ: Наукова думка, 1982), «Random perturbation methods with applications in science and engineering» (New York: Springer, 2002).

Важко переоцінити вклад А. В. Скорохода у процес становлення української школи теорії ймовірностей. Його лекції в Київському університеті вирізнялися неординарністю, його неперервна творча думка часто спонукала його до експромтів у доведеннях, що робило слухачів живими свідками його творчого процесу. Діалоги вченого із доповідачами на наукових семінарах, його вміння збагнути внутрішню суть проблеми, узагальнити її, визначити можливі слабкі місця в доведенні, побачити несподівані зв'язки з іншими проблемами перетворили засідання семінарів у справжню творчу лабораторію, і кожен, хто прагнув займатись наукою, намагався виступити перед А. В. Скороходом. Таким чином, Київська школа теорії ймовірностей, яка створювалась і розвивалась на цих семінарах і яка в наші дні відома далеко за межами нашої країни, є в значній мірі результатом творчої активності Анатолія Володимировича. Весь розвиток творчої думки в цій області досліджень постійно живився його плідними ідеями, його щедрими порадами, вимогливими зауваженнями. Під безпосереднім керівництвом А. В. Скорохода понад п'ятдесят молодих науковців захистили кандидатські дисертації, сімнадцять — докторські.

Значну увагу вчений приділяв популяризації математичних знань серед молоді, вихованню смаку до математики і до творчої діяльності у школярів і студентів. Він написав декілька підручників з теорії ймовірностей та теорії випадкових процесів для студентів, серед яких згадаємо написаний ним разом із Й. І. Гіхманом і М. Й. Ядренком університетський підручник з теорії ймовірностей і математичної статистики, що став класичним. Він виступав з численними науково-популярними лекціями, в тому числі і по телебаченню, кожного року на початку вересня відкривав своєю лекцією новий навчальний рік Університету юних математиків, ректором якого він був. Анатолій Володимирович часто здійснював разом з колегами подорожі по Україні з метою популяризації математичних знань та імен видатних українських математиків. Ним написано і видано, самостійно і у співавторстві, 16 науково-популярних книжок.

З дня заснування наукового журналу «Теорія ймовірностей та математична статистика» він був його головним редактором, а також був членом редколегії низки вітчизняних і зарубіжних часописів.

Анатолій Володимирович завжди виділявся принциповістю, незалежністю своїх суджень, своїх позицій, хоча в роки тоталітарного режиму це було досить небезпечно. У 1968 році за участь у виступі групи представників української інтелігенції на захист конституційних прав громадян А. В. Скорохода було заборонено читати лекції студентам, керувати аспірантами. Півтора десятка років йому відмовляли у виїзді за кордон для участі в наукових конференціях. Анатолій Володимирович з гідністю переніс обмеження своїх прав. В ті роки він зізнався своїм близьким, що математика рятує його від життєвих проблем. І дійсно, в період своєї п'ятнадцятирічної опали він працював особливо плідно: протягом 1968 – 1983 років було опубліковано 16 наукових монографій А. В. Скорохода (частково у співавторстві), а також 10 перекладів його книг, при цьому за цей же період було видано 13 його (частково у співавторстві) науково-популярних книг. Відсутність же вченого на міжнародних наукових форумах породила думку серед зарубіжних учених про те, що Скороход – це зібране ім'я радянських фахівців, які працюють в галузі теорії випадкових процесів, подібно до того, як група французьких учених об'єдналася під іменем Бурбакі.

З початку виникнення (наприкінці 80-х років) широкого демократичного руху Анатолій Володимирович активно підтримував його і своїми авторитетом значною мірою сприяв успіхові всієї справи. Згадаймо, скажімо, його підтримку письмового звернення до міської адміністрації за дозволом на проведення екологічного мітингу у листопаді 1988 року, участь у дискусії на підтримку утворення Руху в ідеологічному відділі ЦК КПУ і т. п.

У 1993 році А. В. Скорохода було запрошено працювати до Мічиганського університету (м. Лансінг, штат Мічиган, США), проте він не поривав тісних наукових зв'язків з Інститутом математики НАН України. Кожного року під час літніх вакацій він приїздив в Україну, постійно спілкувався із своїми київськими колегами і учнями.

Науковий внесок А. В. Скорохода у розвиток теорії випадкових процесів визнано в усьому світі, його ідеї, створені ним теорії й отримані результати завжди будуть служити розвитку науки. А для його безпосередніх колег і учнів його життєвий шлях, мужність, порядність у високому розумінні цього слова, любов до України, відданість науці й істині залишаться у пам'яті як головна життєва настанова.

*А. М. Самойленко, В. С. Королюк, М. І. Портенко,
В. В. Булдігін, А. А. Дороговцев, Г. М. Сита*