

СЕРПІЄНКО

Іван Васильович — академік НАН України, директор Інституту кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України

КНОПОВ

Павло Соломонович — член-кореспондент НАН України, завідувач відділу математичних методів дослідження операцій Інституту кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України



Академік НАН України
Юрій Михайлович Єрмольєв

РИЗИКОМ МОЖНА КЕРУВАТИ

До 80-річчя академіка НАН України

Ю.М. Єрмольєва

3 листопада 2016 року виповнилося 80 років видатному вченому в галузі математики та кібернетики, співзасновнику знаменитої української наукової школи оптимізації, лауреату Державних премій СРСР і УРСР у галузі науки і техніки, академічних премій ім. В.М. Глушкова та ім. В.С. Михалевича, доктору фізико-математичних наук, професору, академіку НАН України Юрію Михайловичу Єрмольєву.

Юрій Михайлович Єрмольєв народився у м. Карачев Брянської області. У 1954 р. вступив на механіко-математичний факультет Київського державного університету ім. Т.Г. Шевченка. Після завершення навчання в 1959 р. прийшов на роботу до Обчислювального центру АН УРСР, який згодом перетворився на всевітньо відомий Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України. У 1964 р. він захистив кандидатську дисертацію, а у 1970 р. став доктором фізико-математичних наук. З 1971 до 1992 р. очолював відділ математичних методів дослідження операцій Інституту кібернетики ім. В.М. Глушкова. У 1988 р. Ю.М. Єрмольєва було обрано дійсним членом АН УРСР. Упродовж багатьох років він читав лекції в Київському державному університеті ім. Т.Г. Шевченка, Московському фізико-технічному інституті, був запрошеним професором Каліфорнійського університету в м. Девіс (США). У 1979—1984 рр. і з 1991 р. по теперішній час працює в Міжнародному інституті прикладного системного аналізу (IIASA, Лаксенбург, Австрія). Дослідницька діяльність в IIASA проводиться в інтересах країн-учасниць, до складу яких входить і Україна. Ця робота надзвичайно важлива для розроблення економічної, енергетичної та екологічної стратегії нашої країни і сприяє зміцненню її наукового авторитету.

Протягом усієї своєї наукової діяльності Ю.М. Єрмольєв брав участь у розв'язанні великої кількості теоретичних та прикладних проблем, що потребували нового комплексного багатодисциплінарного підходу, який охоплює соціально-економічні питання, проблеми навколишнього середовища, ресурсів та

безпеки. Ця проблематика стала провідною в його подальших дослідженнях та численних публікаціях з різних дисциплін.

Основний напрям досліджень Ю.М. Єрмольєва можна сформулювати так. Відомо, що парадигма класичного моделювання, скажімо, у фізиці, побудована на повторних спостереженнях і експериментах, які не впливають на основні взаємозв'язки системи, що розглядається. Однак, на відміну від поведінки частинок у фізиці, люди, приймаючи певні рішення, істотно змінюють соціально-економічні і природні процеси. Експерименти з такими ендогенними процесами можуть бути надзвичайно дорогими, іноді небезпечними, а часом просто нездійсненними. Ігнорування можливих наслідків створює ризики «неприємних сюрпризів» з безповоротними катастрофічними наслідками. Отже, для обґрунтування ефективних моделей і методів потрібне ретельне вивчення взаємозалежностей між невизначеністю і допустимими рішеннями. Це стало поштовхом для Ю.М. Єрмольєва присвятити себе вивченню нових типів моделей і методів, які дозволяють аналізувати робастні (безпечні, оптимальні і гнучкі) рішення на основі неповних і змодельованих даних, а також взаємозалежності між рішеннями, невизначеністю та екстремальними подіями за умови місць розташування і різноманітності агентів (урядів, фінансових компаній, окремих персоналій тощо).

Упродовж кількох десятиліть Ю.М. Єрмольєв розробляв моделі і методи розривної, детермінованої та стохастичної оптимізації. Ці роботи були зумовлені потребою у вивченні широкого спектру масштабних детерміністських і стохастичних систем, на роботу яких впливали непередбачувані чинники, невизначеність і ризики потенційно катастрофічних впливів на великі території та співтовариства. І хоча для вирішення різних завдань були потрібні різні методи, усі вони мали єдині ключові елементи. Ю.М. Єрмольєв був одним із засновників нового наукового напрямку в теорії оптимальних рішень, в основу якого покладено стохастичні квазіградієнтні методи (SQM), які дозволяють оцінювати напрями стратегіч-

них поліпшень систем (процесів) за наявності невизначеності та відсутності стійкості. Відмінна особливість цих методів полягає в тому, що вони застосовні до різних засобів моделювання (симуляції, сценарії, онлайніві спостереження, мережі, графи та ін.) для загальних детермінованих і стохастичних систем. Сильною стороною SQM є те, що вони не вимагають точних значень цільової функції і функцій обмежень, що відкриває широкі можливості для формулювання і розв'язання нових проблем, для вирішення яких непридатні стандартні методи. Наведемо деякі з цих проблем.

1. Лінійні, нелінійні та динамічні проблеми оптимізації складних технічних, економічних, соціологічних, біологічних систем, що включають у явному вигляді показники ризику, стохастичні мінімаксні та нестационарні задачі для керування екстремальними явищами з потенційно катастрофічними наслідками. Зазначені методи розроблено та впроваджено для оптимізації стохастичних мереж з випадковими потоками, оптимального контролю за забрудненням довкілля, планування сільського господарства, виробництва енергії, оптимізації комунікаційних систем, процесів управління запасами, надійності технічних систем тощо.

2. Проблеми знаходження оптимального місця розташування і розвитку нових системних структур для спеціальних класів стохастичних нелінійних динамічних процесів. При цьому можливі структурні зміни, інновації та інвестиційні процеси можуть бути змодельовані негладкими та розривними функціями.

3. Проблеми дослідження задач оптимального керування, орієнтовані на застосування розроблених методів до вирішення важливих прикладних проблем фізики, механіки, економіки та системного аналізу. Запропоновані підходи використано для нових важливих класів систем, що функціонують за умов ризику та невизначеності і для яких стандартні методи оптимального керування не можуть бути застосовані. Ці дослідження були мотивовані, зокрема, необхідністю вирішення таких важливих прикладних проблем, як аналіз потоків забруднення і промислового метаболізму, коли

накопичення отрут, наприклад CO_2 , може призвести до швидких безповоротних змін (ефект «бомби уповільненої дії»), викликаних подією, що має дуже малу ймовірність. З формального погляду запропоновані процедури можна інтерпретувати як немонотонні (детерміновані та стохастичні) методи. Водночас інтегровані моделі управління ризиками, які об'єднують просторові динамічні стохастичні моделі катастрофи, функціонують паралельно з методами Монте-Карло. При цьому однією з найважливіших особливостей є чутливість, робастна оптимальність рішень щодо катастрофічних подій низької ймовірності. Інакше кажучи, рішення з урахуванням катастрофічних подій істотно відрізняються від рішень, що ігнорують їх. Запропоновані Ю.М. Єрмольєвим SQM використовують ідеї теорії узагальнених функцій та швидкого багатовимірної моделювання.

Ю.М. Єрмольєв поширив застосування методів стохастичної оптимізації на нові галузі — сферу безпеки, фінанси, економіку, екологію, управління водними ресурсами, енергетику, агропромисловий комплекс та ін., а також на прикладні міжгалузеві, міждисциплінарні та інтегровані проблеми. Ці методи розвивалися для розв'язання прикладних задач на конкретних даних України та інших держав з використанням глобальних даних. Особливе значення SQM мають для аналізу безпеки та ефективності процесів глобалізації, які виникають за умов дерегуляції та асиметричної інформації учасників.

Формулювання, моделювання і розв'язання таких задач потребують широкого міжнародного співробітництва, для чого на початку 1970-х років було засновано Міжнародний інститут прикладного системного аналізу (IIASA), в роботі якого з часу створення беруть активну участь Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України та Академія загалом. Починаючи з 1970-х років Ю.М. Єрмольєв здійснює вагому організаційно-методологічну підтримку співробітництва IIASA з десятками спеціалістів НАН України. Він зробив суттєвий внесок у подальший розвиток методів та алгоритмів системного аналізу і кібернетики для проекту-

вання та управління складними взаємозалежними системами за умов неповної інформації, невизначеностей і ризиків. Зупинимося на деяких прикладах застосування цих результатів.

У сфері безпеки Ю.М. Єрмольєв запропонував нові підходи до математичного моделювання розподілених системних ризиків, що неявно залежать від ймовірностей, які, у свою чергу, залежать від невідомих до цього моменту оптимальних допустимих рішень. Це виключає відокремлену оцінку ймовірностей та оптимізацію із застосуванням звичайних підходів, які засновані на умові незалежності. У галузі фінансів Юрій Михайлович обґрунтував модель катастрофічного ризику для проектування систем страхування, інтегровану модель катастрофічного затоплення для захисту та страхування від повеней у Нідерландах і на р. Тиса, моделі торгівлі викидами вуглецю за наявності невизначеностей. У галузі економіки та екології Ю.М. Єрмольєв дослідив моделі економічного зростання за умов катастрофічних ризиків природного, економічного, екологічного та техногенного характеру, які було безпосередньо використано для вирішення важливих прикладних завдань.

У дедалі актуальнішій галузі інтегрованого моделювання Ю.М. Єрмольєв застосував так званий метод індукованого дисконтування для довгострокового планування затрат при катастрофічних ризиках, робастні методи перемасштабування для інтегрованого (комплексного) менеджменту водної, енергетичної, продовольчої безпеки за умов системних ризиків. Зменшення масштабу у випадку глобальної біосферної моделі GLOBIOM дає оцінку глобально-локальної динаміки систем землекористування, що необхідна для сталого соціального, економічного й екологічного розвитку. Вона, наприклад, відіграла істотну роль для забезпечення розвитку сільського господарства і гірничої промисловості у провінції Шаньсі (КНР). Було розвинуто загальні підходи до вибору робастних стратегічних рішень за наявності системних ризиків, які дозволили розробити ефективну систему прийняття рішень щодо робастного планування,

енергоефективності і ризик-менеджменту для громадських будівель в ЄС.

Спеціальні версії SQM було розвинуто у широко відомих роботах Ю.М. Єрмольєва, присвячених аналізу еволюційних процесів інновацій зі зростаючою віддачею та технологічними пастками всередині первинних технологій. Продовжуючи свої попередні розробки у галузі агропромислового комплексу, Юрій Михайлович розглянув питання структурного планування стійкого сільського господарства, продовольчої безпеки, соціально-економічних ризиків та інтегрованого планування, взаємозв'язків виробництва продовольства, енергетики, водних ресурсів, землекористування при технологічних, кліматичних та системних змінах, мінливості урожайності.

Ю.М. Єрмольєв опублікував більш як 300 наукових праць, з них 15 монографій; понад 40 років є членом редколегії міжнародного наукового журналу «Кібернетика і системний аналіз». Однак особливу увагу ми хотіли б звернути на діяльність Юрія Михайловича в останні 10 років. За цей період під його редакцією вийшло 7 книг (5 з них англійською мовою), він опублікував понад 70 статей у відомих міжнародних виданнях зі співавторами з багатьох країн світу, зробив близько 30 доповідей на міжнародних конференціях. На його статтю «Методи стохастичних квазіградієнтів», надруковану в «Енциклопедії оптимізації» (Encyclopedia of Optimization. 2nd edition. Springer, 2009), є сотні посилаць.

Ю.М. Єрмольєв є лауреатом Державних премій СРСР та УРСР у галузі науки і техні-

ки, академічних премій ім. В.М. Глушкова та ім. В.С. Михалевича, нагороджений Почесною грамотою Президії Верховної Ради УРСР. Його здобутки високо оцінила міжнародна наукова спільнота. За видатні наукові досягнення у галузі стохастичного програмування його удостоєно міжнародної відзнаки Pioneer in Stochastic Programming, Премії з управління ризиками Кеджелла Ганнарсона Шведського страхового товариства. Ці міжнародні нагороди є великою честю і свідченням неординарних досягнень у науці.

Юрій Михайлович виховав плеяду талановитих науковців, серед його учнів 50 кандидатів та 10 докторів наук. Поза сумнівом, його фундаментальні наукові здобутки — результат спільної роботи з учнями і фахівцями різних наукових організацій України та інших держав, підтвердженням чого є численні публікації, підготовлені у співавторстві.

Як і в кожній творчій людині, у Юрія Михайловича, крім основної наукової та педагогічної роботи, є й інші уподобання і серед них насамперед спорт. Він чудово катається на гірських та водних лижах, велосипеді і ковзанах. Заняття спортом дають йому сили й натхнення для професійної діяльності. Інтелігентність, порядність, високі моральні якості, якими наділений Ю.М. Єрмольєв, приваблюють до нього багатьох колег і друзів.

Наукова громадськість, співробітники та учні від щирого серця вітають Юрія Михайловича з ювілеєм, бажають йому міцного здоров'я, невичерпної енергії, нових яскравих творчих здобутків.