

## **МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ТА ПРИНЦИПИ СТАЛОГО РОЗВИТКУ**

Поточний номер збірника наукових праць присвячено спеціальній темі – застосуванню математичних методів керування та прийняття рішень, що стосуються залучення інвестицій у відбудову національної економіки на принципах сталого розвитку. Автори статей приймали участь у роботі ряду онлайн-семінарів, що проводилися у 2022 році Інститутом кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України та комерційною організацією ТОВ "БФСЕ ГРУП", на яких розглядалося широке коло питань, дотичних до теми інвестицій, сталого розвитку, ризиків, збереження довкілля, викидів парникових газів тощо. Цей номер є підсумовуванням результатів проведених семінарів.

Розглянуті питання є актуальними як для світу, так і для України, тому міжнародні організації, зокрема, Світовий банк, Європейська комісія, Міжнародний валютний фонд, Європейський інвестиційний банк, Європейський банк реконструкції та розвитку спільно з українським урядом визначають цілі та пріоритети повоєнного відновлення соціальних об'єктів та інфраструктури, пошкодженого майна та економічної діяльності суб'єктів господарювання. Провідні фахівці та міжнародні експерти вважають, що Україна має унікальні можливості не тільки відновити, а принципово змінити модель економічного розвитку, забезпечивши економічне зростання у поєднанні із запобіганням зміни клімату та зменшенням шкідливого впливу на довкілля, зниженням енергоємності та природоємності суспільного виробництва на основі інновацій, широким використанням відновлювальних джерел енергії та підвищенням якості життя населення. Для максимального використання цих перспектив потрібно вже нині започаткувати роботу з напрацювання відповідних концептуальних та прикладних рішень, які надалі мають бути покладені в основу програмних і стратегічних документів, адаптованих до умов функціонування суб'єктів економіки у повоєнний період, і спрямовані на забезпечення зростання конкурентоспроможності національної економіки та регіонів країни на довгострокову перспективу.

З огляду на сказане і на сучасну європейську практику, основою механізму виходу з воєнного стану та переорієнтації на структурно-технологічні зміни у різних галузях економіки має стати формування середовища, що сприятиме створенню і використанню нових технологій у виробничому процесі й активному залученню прямих іноземних інвестицій для проектів сталого розвитку. Європейська зелена угода (European Green Deal) має стати дорожньою картою для суб'єктів господарювання в Україні до чистої енергетичної системи, заснованої на відновлюваних джерелах енергії та виробництві енергії з низьким рівнем викидів.

У представленому збірнику узагальнено досвід ЄС щодо таксономії сталої економічної діяльності та принципів сталого фінансування, розроблено систему показників, індикаторів та індексів сталого розвитку, що стануть базисом для відбору інвестиційних проектів повоєнної відбудови економіки України, запропоновано процедуру та інструменти інтегрованої системи ідентифікації ризиків сталого фінансування з використанням сучасного математичного апарату. Зроблений огляд основних математичних методів, які використовуються у задачах кредитного скринінгу і скорингу, дозволяє зробити висновок про доцільність створення багатофакторної, багаторівневої та багатокритеріальної системи оцінювання, відбору та моніторингу інвестиційних проектів на принципах сталого розвитку у поєднання з технологіями штучного інтелекту, машинного навчання, нейронних мереж, інтернету речей, блокчейну та ін.

На відміну від традиційних підходів до залучення інвестицій, стале фінансування визначає пріоритети у відповідності до цілей сталого розвитку ООН та Паризької кліматичної угоди. Зміна пріоритетів вимагає від фінансових установ розробки методології та інструментів оцінювання інвестиційних проектів з точки зору ESG-чинників (Environment, Social and Governance), ESG-даних та ESG-

ризиків, що, у свою чергу, потребує відповідного математичного забезпечення. Розроблені математичні моделі для оцінки екологічної, управлінської, техногенної та соціальної складових ризиків інвестування дозволяють визначати оптимальні стратегії підвищення інвестиційної привабливості як окремих підприємств, так і регіонів країни. Описані когерентні міри ризику та їх підмножини дозволяють оптимізувати інвестиційний портфель фінансових установ за співвідношенням «винагорода-ризик».

Нова модель економічного розвитку України має враховувати конкурентні переваги національної економіки щодо можливостей структурної диверсифікації і освоєння нових технологій з урахуванням різних чинників попиту, пропозиції і розподілу створених благ, що обумовлює необхідність прогнозування структурно-технологічних змін у різних галузях економіки, а також їх збалансування на національному та регіональному рівнях. Для реалізації цієї мети можуть бути використані розроблені оптимізаційні моделі на базі таблиць «витрати-випуск» Леонтьєва, а також методи негладкої оптимізації для розв'язання задач максимізації загальних доходів споживачів та мультиплікатора «приріст доходів – приріст виробництва», їх алгоритми та програмне забезпечення. З іншого боку, можливе застосування математичної моделі та програмних засобів на основі симбіозу традиційного апарату моделі таблиць „витрати-випуск” та математичної статистики, що дозволяють оцінити ступінь впливу макроекономічної динаміки на розвиток окремих галузей, зокрема, IT-індустрії на показники енергетичної сфери економіки.

Галузевий фактор має відігравати ключову роль при відборі об'єктів сталого фінансування. Згідно рекомендованої таксономії ЄС, будь-яка сфера господарської діяльності має мати власні критерії перевірки відповідності цілям сталого розвитку. Серед галузей, які використовують природні ресурси як актив та завдають найбільшу шкоду довкіллю, чільне місце займає енергетика. Відповідно, ключовим пріоритетом Європейського зеленого курсу є перехід до низьковуглецевих та/або відновлювальних джерел енергії. Розроблена математична модель для визначення динаміки зміни частки зеленої енергетики у загальному енергетичному балансі дозволяє мінімізувати швидкість зростання концентрації парникових газів у атмосфері та підтримувати заданий рівень якості життя населення.

Відомо, що на 21-й Конференції сторін у Парижі (так званою Паризькою угодою) майже 200 країн зобов'язалися утримувати глобальні викиди у межах підвищення температури на 2 °C порівняно з доіндустріальним рівнем і строго контролювати викиди парникових газів. У цьому зв'язку актуальним є дослідження, спрямоване на макетування сенсорних модулів датчиків газів, їх тестування та оптимізацію, а також виготовлення дослідних зразків модулів для кисню, вуглекислого та чадного газів. Розроблена методика виконання вимірювань, виконані тестові вимірювання зазначених газів, розроблені пропозиції щодо доопрацювання мультисенсорного газоаналізатора.

Таким чином, у цьому збірнику запропоновано концептуальні підходи, математичні моделі та методи оптимізації, що передбачають проведення великої кількості розрахунків та роботу з великими масивами даних. Для оптимізації складних соціо-еколого-економічних систем і практичного використання різноманітних математичних методів необхідне відповідне програмне забезпечення. У збірнику представлені дві програмні реалізації  $r$ -алгоритму Шора з адаптивним регулюванням кроку мовою GNU Octave та мовою Python. Проведено тестові експерименти для дослідження ефективності octave-функції `ralgb5a` для максимізації кусково-лінійної увігнутої функції (метод негладких штрафних функцій для спеціальної задачі лінійного програмування) та мінімізації кусково-лінійної опуклої функції (метод найменших модулів). Описані результати обчислювальних експериментів для python-функції `ralgb5a`.

Від науковців  
Павло КНОПОВ  
Петро СТЕЦЮК

Від бізнесу  
Андрій ГОНТА  
Марія ГРИГОРАК