

**ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ
НАУКОВОЇ СПРЯМОВАНОСТІ ЖУРНАЛУ
(вступне слово головного редактора)**

А. В. Матвійчук

д-р екон. наук, професор кафедри
економіко-математичного моделювання,
директор Інституту моделювання
та інформаційних технологій в економіці

ДВНЗ «Київський національний економічний університет
імені Вадима Гетьмана»

editor@nfimte.com

У роботі висвітлено зростаючу неспроможність широко розповсюджених класичних економіко-математичних методів та моделей адекватно здійснювати аналіз та прогнозування розвитку фінансово-економічних систем, що не дозволяє ефективно запобігати виникненню значних і затяжних криз на фондових ринках. Обґрунтовується необхідність перегляду парадигми розвитку економічної науки та, зокрема, теорії економіко-математичного моделювання, у підґрунтя якої пропонується покласти нейро-нечіткі технології. Аргументується доцільність створення спеціалізованого фахового журналу, спрямованого на проведення фундаментальних і прикладних досліджень у напрямку розвитку нейро-нечітких технологій моделювання в економіці.

Ключові слова. *Нечітка логіка, нейронні мережі, нейро-нечіткі технології моделювання, класичний інструментарій моделювання, фінансовий аналіз, прогнозування, фінансово-економічні системи, економічні кризи, парадигма.*

В работе показано возрастающую неспособность широко распространенных классических экономико-математических методов и моделей адекватно осуществлять анализ и прогнозирование развития финансово-экономических систем, что не позволяет эффективно предупреждать возникновение значительных и затяжных кризисов на фондовых рынках. Обосновывается необходимость пересмотра парадигмы развития экономической науки и, в частности, теории экономико-математического моделирования, в основу которой предлагается положить нейро-нечеткие технологии. Аргументируется целесообразность создания специализированного профессионального журнала, посвященного проведению фундаментальных и прикладных исследований в направлении развития нейро-нечетких технологий моделирования в экономике.

Ключевые слова. *Нечеткая логика, нейронные сети, нейро-нечеткие технологии моделирования, классический инструментальный моделирования, финансовый анализ, прогнозирование, финансово-экономические системы, экономические кризисы, парадигма.*

The work illustrates the rising inability of widespread classical economical and mathematical methods and models to carry out the analysis and forecasting of financial and economic systems development, that does not allow to effectively prevent the appearance of sizeable and lingering crises on various stock markets. There is shown the necessity of revision of paradigm of economic science development, particularly, theory of economic and mathematical modelling. And it's proposed to place on a footing of this paradigm the neuro-fuzzy technology. It's grounded the expediency of establishing of specialized professional journal devoted to basic and applied research for development of neuro-fuzzy modeling techniques in economics.

Keywords. *Fuzzy logic, neural networks, neuro-fuzzy modeling techniques, classical modeling tools, financial analysis, forecasting, financial and economic systems, economic crises, paradigm.*

Дослідження проблемних питань у сфері підготовки фахівців у галузі економіки та фінансів

Останнім часом як в Україні, так і у світі загалом, практично безперестанно відбуваються економічні, фінансові кризи, які з часом стають все більш масштабними. Ринкові кризи 1998, 2000—2003, 2008—2009 років, які принесли інвесторам по всьому світу збитки більш ніж на сто трильйонів доларів, красномовно свідчать про все зростаючі проблеми в економіках більшості країн і на фінансових ринках, що мають системний характер. Подібна ситуація вимагає ретельного дослідження причин виникнення криз, щоб можна було вживати необхідних заходів із їх попередження.

Причому, важливо не тільки провести аналіз економічних умов та економічної політики різних країн, які сприяли виникненню якихось конкретних криз, але навіть у більшій мірі необхідно дослідити глибинні проблеми, пов'язані з підготовкою спеціалістів з управління економікою та фінансами, що будуть постійно здійснювати відчутний вплив на економічний розвиток, якщо не звернути на ці проблеми увагу та не вжити необхідних заходів із їх усунення. І перш за все розглянемо особливості під-

готовки економістів в Україні та проаналізуємо специфіку такої підготовки у розвинутих економіках.

Аналізуючи поточну ситуацію у системі освіти не можна не звернути увагу на історичний аспект формування економічних наукових і педагогічних шкіл в Україні. Україна тривалий час перебувала у Радянському Союзі, наслідком чого було формування світогляду та навичок цілих поколінь науковців та управлінців, і передусім у галузі економіки, які несуть значний відбиток державної політики планового регулювання. Спадщиною такого розвитку є поширене досі застосування застарілих методів управління економічними, зокрема фінансовими, системами. Так, у прийнятті рішень у сучасному українському менеджменті дуже рідко, на відміну від економічно розвинутих країн, використовується математичний інструментарій для аналізу та прогнозування розвитку економічних систем і процесів.

Дійсно, за умов Радянського Союзу не було особливої потреби у використанні потужного математичного апарату для прогнозування економіки та фінансів, оскільки цільові показники розвитку встановлювались на верхньому шаблі державної влади та фактично не підлягали обговоренню, а доводились до відома та виконання. Про який адекватний прогноз фінансових показників може йтися, якщо все має бути згідно з планом? Якщо ж виникала потреба в обґрунтуванні встановлених планів, то як максимум застосовувався найпростіший економетричний інструментарій для отримання прогнозів (наприклад, для моделювання в аграрному секторі економіки, де чітко простежуються циклічність, сезонність, тренди тощо). Не було доцільності також і в розробці та використанні адекватних методів аналізу фінансового стану суб'єктів господарювання чи оцінки конкурентоспроможності (оскільки навіть не існувало процедури банкрутства, а будь-який вироблений продукт розкуповувався, незважаючи на його якість).

Зрозуміло, що за радянських часів практично не було змоги та потреби у проведенні ґрунтовних наукових дискусій з питань можливості застосування тих чи інших математичних підходів для моделювання економічних і фінансових систем і процесів, що активно обговорювались у західних країнах ще у середині минулого сторіччя. Натомість, для прогнозування економіки використовувався, та й застосовується донині, економетричний інструментарій, який ґрунтується на гіпотезі щодо стаціонарності відповідних випадкових процесів і незмінності зовнішніх умов

(чого у реальному світі не спостерігається і на що звертали увагу західні науковці вже понад півсторіччя тому). І це при тому, що весь передовий світ давно схилився у бік використання для моделювання економіки такого інструментарію як нейронні мережі, нечітка логіка, еволюційні алгоритми, фрактали, елементи теорії хаосу тощо, в основі яких відсутня передумова щодо стаціонарності аналізованих показників і незмінності умов.

Від себе додамо, що економетричні моделі корисні для виявлення загальних тенденцій розвитку фінансово-економічних процесів та оволодіння основами моделювання майбутніми фінансистами і науковцями, які ще тільки навчаються в університетах. Однак за радянських часів навіть економетричні методи були чимось досить екзотичним, проте у 60-80 рр. XX сторіччя набув широкого використання математичний інструментарій, що дозволяє формально описати «систему оптимального функціонування соціалістичної економіки» за рахунок народногосподарського планування та оптимізації діяльності галузей і підприємств з метою досягнення поставлених цілей (наприклад, методи теорії дослідження операцій, модель міжгалузевого балансу тощо).

І обмеження подібною математикою у моделюванні економіки було пов'язано не з відсутністю спеціалістів, а відповідних передумов для використання спеціалізованого математичного інструментарію для аналізу та прогнозування розвитку економічних систем і процесів. При цьому висновки щодо стану та розвитку економіки переважно отримувались без застосування математики взагалі. Спеціалісти, котрі зросли за умов планової економіки, впливають дотепер і ще тривалий час будуть здійснювати відчутний вплив на розвиток економічної науки з позицій уникнення математики. Часто навіть можна спостерігати дискусії щодо доцільності залучення математики в економіку, які ініціюються вітчизняними науковцями-економістами. І подібне ставлення до економічної науки вони переносять на своїх учнів і послідовників, продовжуючи виховання економістів у дусі часів планової економіки радянського періоду.

Однак у сучасній економічній науці розвинених країн математика активно використовується навіть у таких традиційно нематематичних напрямках, як, скажімо, економічна теорія. Якщо ж мова йде про аналіз чи прогнозування розвитку економічних та фінансових систем, то уникати використання математики або максимумно її спрощувати є просто злочином з позиції перспектив

розвитку навіть не стільки науки як такої, скільки економіки країни в цілому.

В Росії, наприклад, одразу після розпаду Радянського союзу надзвичайно активно почалось залучення математичних підходів як у проведенні наукових досліджень в економіці, так і в реальну роботу комерційних організацій. На роботу аналітиками та керівниками структурних підрозділів у банках та інших фінансових інституціях активно приймали математиків. Цікаво, що у 1997 році саме кафедра економічної теорії Інституту перепідготовки та підвищення кваліфікації викладачів соціальних і гуманітарних наук МДУ імені М. В. Ломоносова підготувала підручник «Математичні методи в економіці» [1], у якому ґрунтовно викладається різноманітний математичний інструментарій, що може бути застосований для моделювання в економіці.

Нараяна Кочерлакота під час роботи в Університеті Міннесоти проаналізував теми досліджень усіх повних професорів з макроекономіки, які отримали ступінь Ph.D. після 1990 року на 17 кращих факультетах економіки у провідних світових вузах (таких виявилось всього 42 науковця). Фактично, це зріз сучасного покоління кращих макроекономістів світу, переважна більшість досліджень яких присвячена вивченню різноманітних відхилень від ідеальних макроекономічних моделей і раціональної поведінки.

Наприклад, з п'яти таких професорів факультету економіки Йельського університету двоє присвятили наукову діяльність аналізу економічної політики в умовах обмеженої інформації, один — створенню комп'ютерних моделей, які дозволяють у тому числі аналізувати та прогнозувати нерациональну поведінку, один — моделюванню поведінки компаній та процесу інвестування у неідеальних умовах, і ще один — вивченню ролі обмеженої інформації у моделях зайнятості. Як видно, дослідження в області макроекономіки здійснюються провідними світовими вченими у напрямку створення економіко-математичних моделей, що працюють в умовах невизначеності та обмеженої інформації. Подібне спрямування досліджень спостерігається практично в усіх інших провідних університетах. Сучасна макроекономіка далеко пішла від економіки 1970-х з її ідеальними, однорідними, всезнаючими та раціональними економічними агентами й суто теоретичними міркуваннями.

Математичний апарат символів і формул став за останні 50 років у розвинутих країнах не просто засобом економічного аналізу, а «мовою економіки». Як і будь-яка професійна мова, вона доз-

воляє економістам більш ефективно спілкуватися між собою, не витрачаючи часу на пояснення того, що вони мають на увазі [2].

Якщо проглянути будь-який з провідних світових академічних журналів, наприклад «American Economic Review», «Journal of Finance» чи інші, часто важко зорієнтуватись, економічний це журнал чи математичний. Статті вдосталь насичені математичними перетвореннями, теоремами, результатами експериментів з прогнозування та аналізу фінансових і економічних систем. Причому це стосується навіть не спеціалізованих іноземних журналів з моделювання економіки, а журналів із суто економічною чи фінансовою специфікою. І математика, яка там застосовується, є найрізноманітнішою (економетричні моделі практично не трапляються). Якщо аналізувати вітчизняні праці з економіки, то не завжди можна побачити роботи із застосуванням математики на такому ж високому рівні навіть у галузі економіко-математичного моделювання. А якщо моделі й описуються теоретично у працях вітчизняних науковців, то далеко не всі дослідники переважують себе реалізацією своїх напрацювань у вигляді комп'ютерних систем із подальшим проведенням модельних експериментів.

Якщо ж Україна прагне наближення економіки до стандартів провідних країн, то й економічну науку необхідно переводити на якісно новий рівень (від філософських роздумів до реальних працюючих продуктів).

Однак сучасні вихованці університетів, у тому числі провідних економічних вузів, ідуть працювати фінансовими аналітиками, фінансистами, ризик-менеджерами до інвестиційних компаній, аудиторських фірм, банків, при цьому практично не володіючи принципами застосування навіть елементарного математичного інструментарію для моделювання фінансово-економічних систем. Сьогодні склалась така ситуація, що майже будь-який аналіз у фінансовій сфері здійснюється на основі експертних суджень, тобто інтуїтивно. Для прийняття інвестиційних рішень банки та інвестиційні компанії у найкращому разі зазвичай обмежуються лише аудиторськими заходами на підґрунті фінансової звітності.

За деякими оцінками [3, с. 22] частка економіко-математичного моделювання в структурі систем ризик-менеджменту українських банків становить 25%. Тобто, незважаючи на наявність департаментів чи управлінь ризик-менеджменту в переважній біль-

шості українських банківських установ, інтегральна оцінка ризику із застосуванням хоча б найпростішого математичного інструментарію здійснюється лише у кожному четвертому банку.

В інвестиційних компаніях ситуація з економіко-математичним моделюванням ще більш плачевна. При здійсненні спекулятивних операцій на фондовому ринку активно застосовуються індикатори технічного аналізу та наявні автоматизовані торгові системи. При цьому процес торгівлі більше нагадує гадання на кавовій гущі, коли рівні купівлі-продажу та параметри індикаторів не оптимізуються на історії торгів, а встановлюються торгівцем інтуїтивно на власний розсуд. А довгострокове прогнозування доходності та оцінка ризику акції навіть у найбільших українських компаній з управління активами здійснюється експертно на підставі аналізу фінансової звітності емітента без залучення жодних математичних моделей. З метою тривалого інвестування проводиться оцінювання вартості бізнесу за широко розповсюдженими методиками та порівнюється отримана оцінка з капіталізацією компанії-емітента, на основі чого і приймається рішення щодо доцільності купівлі-продажу її цінних паперів.

А у більш дрібних вітчизняних інвестиційних компаніях не здійснюється навіть такий аналіз. Подібні компанії працювали за принципом «усі купують — і я купуватиму». Такий підхід до інвестування зумовлювався тривалим зростанням курсів акцій та індексів вітчизняного фондового ринку і формуванням загальної впевненості, що подібна ситуація триватиме й надалі. Хоча ринок був надто перегрітим і капіталізація значно перевищувала реальну вартість акцій емітентів (на що, у принципі, вказували провідні аналітики фондового ринку), переважна більшість інвестиційних компаній вперто продовжували купувати цінні папери.

Пояснити таку поведінку гравців вітчизняного фондового ринку можна відсутністю кваліфікованих аналітиків у переважній більшості інвестиційних компаній. Так, за даними річних звітів Державної комісії з цінних паперів та фондового ринку [4], у 2002 році в Україні налічувалося лише 5 компаній з управління активами. На кінець 2003 року їх кількість становила вже 32, у 2004 — 91, у 2005 — 159, у 2006 — 224, у 2007 — 326 компаній та 411 компаній з управління активами на кінець 2008 року. Криза 2008–2009 рр. проявила суттєві проблеми у цьому секторі, внаслідок чого кількість компаній з управління активами поступово зменшувалась — до 389 у 2009 році та до 361 компаній у

2010 році. Разом з тим, зважаючи на вимоги українського законодавства, згідно якого у кожній компанії з управління активами має працювати кілька сертифікованих фахівців з питань управління активами, постає запитання, звідки раптово взялась така кількість спеціалістів для всіх зареєстрованих компаній, ураховуючи, що в університетах подібної спеціальної підготовки не дають?

Це питання риторичне — два тижні слухав у сертифікованому центрі навчання роблять звичайну людину з вищою економічною або юридичною освітою сертифікованим фахівцем у галузі управління цінними паперами. Причому в процесі такої підготовки не здійснюється навчання та перевірка кваліфікації у плані вміння прогнозувати динаміку змін фінансових інструментів чи аналізувати надійність емітентів цінних паперів, а тестуються знання українського законодавства з організації та діяльності акціонерних товариств, умов створення нових фондових бірж, контролю за монополіями та ін. Компетенції зі створення акціонерних компаній або формування статутного капіталу фондових бірж, звісно, «надзвичайно важливі» для управляючого активами, але таке навчання у будь-якому випадку є позитивом порівняно з відсутністю спеціальної підготовки взагалі. Проте, у принципі, цінність такої кваліфікації не варто навіть обговорювати. До чого призвів подібний підхід можна бачити із ситуації на українському фондовому ринку, капіталізація якого протягом 2008 року зменшилась приблизно вшестеро (рис. 1).

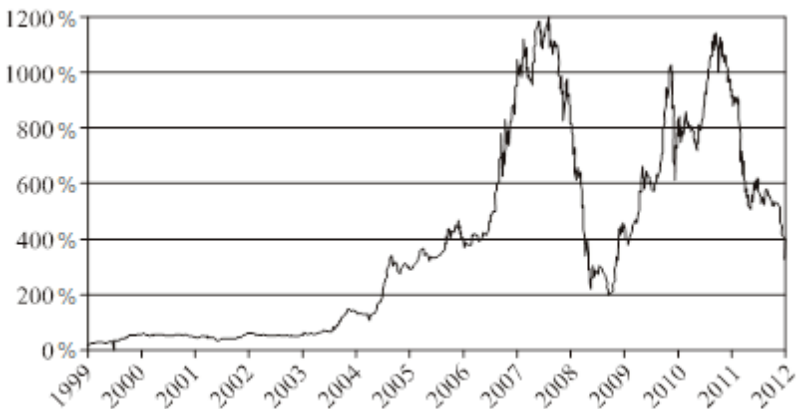


Рис. 1. Тренд індексу ПФТС, за даними [5]

Відповідно, подібний провал діяльності учасників українського ринку цінних паперів тільки за 2009 рік зумовив анулювання Державною комісією з цінних паперів та фондового ринку ліцензій на здійснення професійної діяльності 30 компаніям з управління активами та 39 компаніям за 2010 рік.

Однак фінансова криза, що розпочалась у 2008 році та охопила пострадянські фондові ринки, виникла спочатку на передових світових ринках і принесла величезні збитки саме найпотужнішим економікам, про що свідчить рис. 2. Виникає запитання, як провідні фондові ринки зі значною кількістю висококваліфікованих фахівців — аналітиків і прогнозістів — могли опинитись у подібному кризовому становищі?

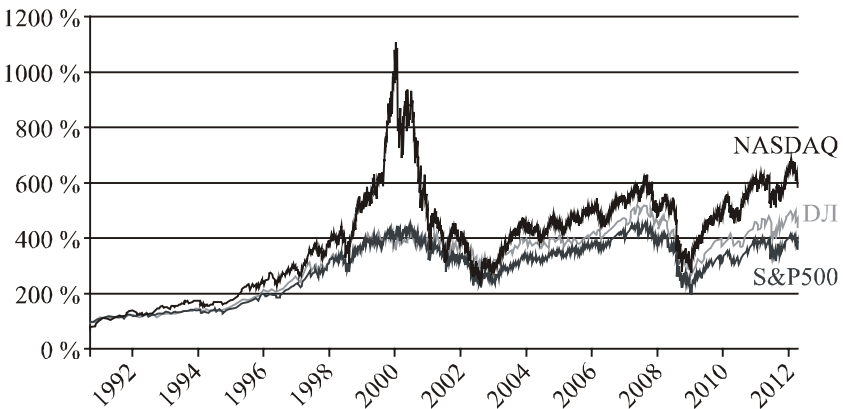


Рис. 2. Тренди індексів NASDAQ, S&P 500 і DJ INDU, за даними [6]

В особистих дискусіях із цього питання представники американської наукової школи та бізнесу наголошували на тому, що в їхніх інвестиційних компаніях працюють здебільшого фахівці зі спеціальною економічною підготовкою. Вони також акцентують увагу на тому, що в США освіта взагалі не вважається економічною, якщо студент не володіє різноманітним математичним інструментарієм. Причому в навчальних дисциплінах обов'язково викладаються як класичні, так і новітні технології моделювання економіки. Однак після закінчення навчання в університетах випускники практично не використовують усього різноманіття освоєних математичних методів, обмежуючись зазвичай найбільш про-

тими економетричними підходами та загальноприйнятими методами технічного і фундаментального аналізу та прогнозування економічних процесів, незважаючи на всі досягнення в галузі економіко-математичного моделювання. І це обумовлюється у першу чергу традиціями фінансових компаній, до яких вони йдуть працювати.

Усе це не в останню чергу вплинуло на функціонування провідних фондових ринків, де протягом останнього десятиріччя суттєво збільшилась кількість фінансових криз та їх масштаби, що можна спостерігати з рис. 2. Подібна динаміка розвитку фінансових та, врешті, економічних систем свідчить про те, що використовувані досі теорії фінансового аналізу емітентів цінних паперів і прогнозування розвитку фінансових показників практично вичерпали себе. Проте необхідних висновків із цих криз (перегляд методів фінансового аналізу та прогнозування) дотепер було зроблено недостатньо, що не дозволяє у сучасних умовах ефективно запобігати виникненню нових кризових явищ.

Міжнародний валютний фонд витратив значну кількість ресурсів і часу на створення Системи раннього попередження після фінансової кризи 1998 року. Проте у 2005 році сам МВФ констатував у статті, опублікованій у журналі «IMF Staff Papers», провал таких систем раннього попередження, що базуються на класичному математичному інструментарії. Відповідно, для здійснення обґрунтованих економічних прогнозів у сучасних умовах є нагальна необхідність в істотному переосмисленні використовуваних на практиці методів економіко-математичного моделювання.

Зокрема, О. О. Недосекін у своїй докторській дисертації [7, с. 9] охарактеризував період 2000–2002 рр. у світовій економіці як парадигмальний епістемологічний розрив, унаслідок чого взагалі ставиться під сумнів можливість використання ретроспективних даних для отримання прогнозу через якісний перелом ринкових тенденцій.

Якщо здійснити аналіз причинно-наслідкових зв'язків такої непередбачуваної поведінки фінансових систем як розвинутих країн, так і країн з перехідною економікою, то можна дійти висновків, що, з одного боку, наслідком зазначених різких коливань фінансових показників є неможливість їх адекватного прогнозування із використанням класичних математичних підходів. А з іншого боку, саме зростаюча неспроможність широко розповсюджених економіко-математичних методів і моделей адекватно

здійснювати аналіз і прогнозування розвитку фінансово-економічних систем стає однією з головних причин виникнення таких значних криз на фондових ринках. Адже, який інвестор вкладав би кошти в акції, якщо би міг передбачити подальше значне падіння їхнього курсу або виявити значну їх переоцінку, використовуючи адекватні методи фінансового аналізу?

Відповідно, виникнення криз на фондових ринках пов'язано не тільки з низькою здатністю використовованого дотепер економіко-математичного інструментарію прогнозувати розвиток фінансових показників, але й з неадекватністю методів аналізу фінансового стану емітентів. Подібна ситуація потребує перегляду математичного апарату, що застосовується в управлінні фінансами, і не лише на фондовому ринку. А також обумовлює необхідність підготовки фахівців, здатних розробляти й використовувати математичні моделі аналізу та прогнозування, що ґрунтуються на сучасному ефективному інструментарії моделювання економічних і фінансових систем.

Зміна парадигм у моделюванні економіки

Подібна все зростаюча невідповідність розповсюджених економіко-математичних методів новим економічним умовам була описана Томасом Куном у теорії кризових ситуацій у науці [8], згідно з якою старі системи «очевидностей» замінюються новими, отриманими евристично, у результаті так званих «наукових революцій» або «змін парадигм». Так, відповідно до циклів розвитку науки за Куном, нормальна наука (за якої кожна нова подія підлягає поясненню з позицій пануючої теорії) змінюється екстраординарною наукою (кризою в науці, появою аномалій, непояснених фактів). Збільшення кількості аномалій сприяє виникненню альтернативних теорій, що врешті приводить до наукової революції — формування нової парадигми.

Щодо неможливості пояснення великої кількості процесів і змін у новітній економіці з позицій сучасної економічної теорії зауважують багато дослідників. Зокрема, як було зазначено у праці [9, с. 10], сучасний стан економічної науки підтверджує доцільність і необхідність розробки нової парадигми управління соціально-економічними об'єктами, яка б урахувала ті колосальні зміни у сучасному світі, що відбулися та відбуваються з наростаючою динамікою, і які пов'язані з посиленням взаємозв'язку,

взаємозалежності та взаємодії реальних проблем різних галузей практичної діяльності.

Про незворотні зміни, зокрема в економічній науці, зазначав ініціатор створення міжнародної наукової організації «Римський клуб» А. Печчеї [10]: «Немає більше економічних, технічних або соціальних проблем, що існують окремо, незалежно одна від одної, котрі можна було б обговорювати в межах однієї спеціальної термінології та вирішувати не поспішаючи, послідовно. У нашому штучно створеному світі майже все досягло небувалих розмірів і масштабів: динаміка, швидкість, енергія, складність — і наші проблеми також. Вони тепер одночасно і психологічні, і соціальні, і економічні, і технічні, до того ж ще й політичні. Крім того, тісно переплітаючись і взаємодіючи, вони пускають коріння і дають паростки в суміжних і віддалених сферах».

В огляді [11], підготовленому за результатами проведення II Всеросійського симпозіуму з економічної теорії, який проходив за участі провідних російських учених-економістів, академіків РАН, узагальнюючим висновком була теза: «Вагоме місце у розвитку економічної теорії в найближчому майбутньому займатимуть міждисциплінарні підходи, що базуються на широкому застосуванні апарату синергетичного моделювання, економіко-математичних, економіко-соціологічних, економіко-історичних та економіко-психологічних й інших моделей та методів» [11, с. 139].

Розвиваючи наведені цитати, від себе додамо, що сучасні економічні, соціальні, юридичні та інші проблеми часто характеризуються суто теоретичними міркуваннями, описовими послідовностями щодо їх вирішення без застосовування будь-яких кількісних показників. Через ці особливості стає неможливим для розв'язання подібних задач використовувати класичні числові підходи, у підґрунтя яких покладено економетричні моделі, побудовані за принципами регресійних функцій чи ін. Проте логічно зауважити, що немає сенсу штучно відмовлятися від певної важливої інформації лише тому, що існуючі поширені математичні методи обробки інформації та прийняття рішень не здатні оперувати якісними показниками.

Відповідно, аналітики змушені частіше використовувати звичайні методи якісного аналізу економічних систем, що усуває кількісні методи математичного моделювання з процесу планування та оптимізації їх діяльності. Проте зробимо наголос на то-

му, що використання адекватних математичних підходів для аналізу та прогнозування розвитку економічних систем дає змогу підвищити ефективність їх функціонування та сприятиме отриманню додаткового економічного ефекту. Відповідно, відмова від математичних методів моделювання економіки на користь звичайного експертного аналізу є згубним шляхом розвитку як економічної науки, так і практики управління економічними системами.

Як зазначав у висновках до статті [12, с. 36] професор В. В. Вітлінський: «Усе це потребує залучення відповідного економіко-математичного інструментарію, зокрема, топології, функціонального аналізу, теорії нечітких (розпливчастих) множин, а також відповідних інформаційних технологій, що дозволило б із загальних концептуальних позицій здійснити опис як кількісно, так і якісно поданої інформації щодо об'єктів і процесів, ураховуючи семантичні модальності інформаційних одиниць, нечіткість даних, мультиплікативний вплив чинників невизначеності та конфліктності, синергетичні ефекти, вплив різних видів і типів ризику на його інтегральну оцінку, а також суб'єктивного чинника та низку інших аспектів, які підвищують адекватність і точність відповідних оцінок, прогнозів, планів і рішень».

Отже, останнім часом з'являється все більше прибічників переходу від економетричного моделювання економіки до синергетичного підходу, згідно з яким для аналізу поведінки економічних систем залучаються знання із найрізноманітніших галузей науки — від психології і філософії до математики, фізики, біології тощо.

Так, шукаючи нові методи та інструменти математичного моделювання складних систем, дослідники дедалі частіше звертають увагу на навколишній світ, живу природу, відкриваючи там нові ідеї. Таким чином і з'явилися методи нейронних мереж (сукупність запозичених з нейрофізіології моделей паралельних обчислювальних структур), теорії нечітких множин і нечіткої логіки (механізм реалізації формально-логічних мовних конструкцій, що відтворюють процеси мислення людини за допомогою лінгвістичних категорій і логічних правил прийняття рішень), генетичні алгоритми (що застосовуються для пошуку глобального оптимуму в складних системах, ґрунтуючись на досягненнях синтетичної теорії еволюції, що вивчає мікробіологічні механізми наслідування ознак у популяціях живих організмів), еволюційне

програмування (генерація за принципами генетичних алгоритмів альтернативних кодів комп'ютерних програм або функцій визначеного вигляду, на зразок МГУА, що здатні підвищити точність відтворення шуканої залежності), інтелектуальні методи мультиагентної оптимізації (методи мурашиних колоній, бджолоїної колонії, оптимізації з використанням рою часток та на основі моделювання переміщення бактерій, в основу яких закладено принципи функціонування колоній комах, суспільних тварин та інших живих істот, реалізуючи таким чином колективний інтелект) та ін.

Якщо ж звернутися до першооснов існування живого світу, то не можна не згадати про Закон принципової незворотності еволюції, згідно з яким розвиток усього живого йде від найпростіших до більш складних організмів [13]. Якщо проводити аналогію із загальним розвитком теорії математичного моделювання, то виглядає нелогічним недотримання такого принципу в процесі генерації та розвитку нових методів і моделей. Тобто, якщо вдається підвищити ефективність та адекватність моделі шляхом її ускладнення, то не варто залишатися на рівні амеби тваринного світу (читай — регресійних моделей у теорії економіко-математичного моделювання). Проте, завжди при побудові математичних моделей варто дотримуватися принципу, згідно з яким із двох моделей з приблизно рівними похибками моделювання рекомендується вибирати ту, яка має більш просту конфігурацію.

Поєднуючи наведені вище тези та враховуючи неспроможність поширених нині економіко-математичних методів здійснювати адекватний аналіз та прогнозування (що стало однією з головних причин виникнення такого значного та тривалого кризового періоду на розвинутих фондових ринках), дозволимо собі зробити висновок про необхідність перегляду концептуальних засад моделювання фінансових і соціально-економічних систем та розвитку нової економічної парадигми. Ця парадигма має передбачати застосування такого математичного інструментарію, який надасть можливість здійснювати фінансово-економічний аналіз та прогнозування з урахуванням усієї наявної інформації про об'єкт дослідження (зокрема експертних знань) та проводити ефективне налагодження економіко-математичних моделей відповідно до реальних статистичних даних.

На доцільності зміни парадигми моделювання економіки також наголошував Едгар Петерс [14, с. 257], причому здійснивши

значний внесок у розвиток теорії хаосу та фрактального аналізу, а також їх застосування для аналізу ринків капіталу, він робить наголос на тому, що подальші свої дослідження буде проводити у напрямку моделювання економіки на підґрунті теорії нечіткої логіки [14, с. 256].

Підсумовуючи наведене вище зробимо висновок щодо нагальної необхідності упровадження у фінансовий та економічний аналіз такого економіко-математичного інструментарію, що дозволяє у повному обсязі враховувати українські реалії організації і ведення бізнесу та ґрунтується на сучасних інтелектуальних технологіях моделювання [15]. Таким математичним інструментарієм, який з успіхом може бути застосований для розв'язання практично будь-яких економічних задач, є саме *нейро-нечіткі технології*. Вони являють собою методологію та математичний апарат, що надає можливість ставити та математично-обґрунтовано розв'язувати навіть такі задачі, для яких відсутня скільки-небудь повноцінна статистика, або коли серед інформативних факторів є лише якісні показники, забезпечуючи при цьому можливість адаптації економіко-математичних моделей до мінливих умов економіки.

За допомогою нелінійних моделей на нечіткій логіці та нейронних мережах можна ефективно здійснювати розрахунок результативного показника на підставі пояснюючих змінних навіть за умови, коли між ними відсутній значимий кореляційний зв'язок. Для застосування нейро-нечітких моделей немає необхідності дотримання гіпотези про стаціонарність досліджуваних випадкових процесів або незмінність зовнішніх умов, що особливо важливо для молодих ринків, які активно розвиваються, зокрема українського.

Еволюція математичних моделей і методів прогнозування фінансових часових рядів

Продемонструємо доцільність застосування нейро-нечітких технологій для моделювання фінансово-економічних процесів, звернувшись до рис. 2, на якому зображені тренди індексів NASDAQ, S&P 500 та Dow Jones, що фактично є наочним представленням розвитку світової економіки (особливо розвинених країн). Спостерігаючи зображені на рис. 2 ринкові зміни, не може не виникнути запитання: «Яким чином узагалі можна здійснюва-

ти передбачення розвитку подібних цінових кривих?». Для отримання відповіді на це питання проведемо якісний аналіз поширених підходів, що нині використовуються для прогнозування фінансових часових рядів.

Найпростіший варіант прогнозу на базі математичних моделей полягає у застосуванні регресійного рівняння за фактором часу. Проте подібний підхід може бути придатний лише для виявлення загальних тенденцій розвитку часового ряду, але не зможе забезпечити точне прогнозування майбутніх його значень або змін напрямків тенденцій. У цьому сенсі показовим для моделювання є офіційний курс гривні по відношенню до долара, установлений Національним банком України (рис. 3).

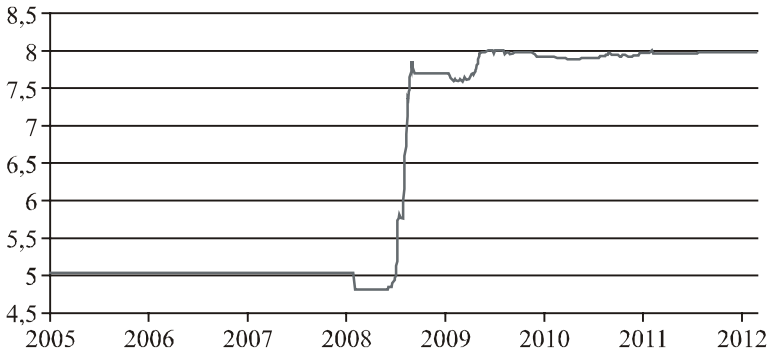


Рис. 3. Динаміка офіційного курсу гривні по відношенню до долара США, за даними НБУ [16]

Якщо будувати екстраполяційну економіко-математичну модель, яка буде здійснювати прогнозування майбутнього курсу на підґрунті його попередніх значень, то жодна така модель не передбачила б стрибків, які відбулись у 2008 році, незалежно від математичного інструментарію, закладеного в її основу. Зрозуміло, що за таких умов необхідно враховувати не стільки попередні значення самого валютного курсу, скільки різні макроекономічні показники (і в першу чергу платіжний баланс країни, відшуковуючи рівноважний для економіки курс).

Однак досить багато вчених та інвесторів дотепер здійснюють моделювання змін фінансових показників, базуючись на припущенні про їх розвиток відповідно до вінерівського випадкового

процесу, як це зроблено, наприклад, у роботі [17]. З цієї моделі випливає, що тренд фінансового часового ряду є експонентним, навколо якого вільно (методом броунівського руху) коливається курс показника, а його поточна прибутковість має логнормальний розподіл з постійними параметрами [18, 19].

Якщо ж повернутись до рис. 2, то з нього видно, що проведення інтерполяції фондових індексів експонентною кривою на інтервалі до 2000 року не складе жодних проблем. Проте, якщо розширити інтервал за межі 2000 року, то інтерполяція на базі однієї експонентної функції вже стає неможливою. Можна окремо намагатись функціонально описати ділянки 2000—2003, 2003—2007 та 2008—2009 років, проте це будуть уже інші випадкові процеси (не обов'язково вінерівські) із зовсім іншими параметрами. До того ж, можна констатувати, що після 2000 року дуже зросла волатильність часових рядів, та й припущення про нормальний або логнормальний розподіл значень прибутковості фінансових показників потребує додаткового обґрунтування.

Серія фінансових катастроф, що прокотилася світом протягом останніх десятиріч і спричинила розорення великої кількості банків та інвестиційних фондів, підштовхнула до проведення нових наукових досліджень. У їх результаті було отримано висновок, що ті виняткові дуже сильні коливання, які раніше вважались несуттєвими та відкидалися при перевірці розподілів на нормальність, насправді є надзвичайно важливими [20–23]. Звідси впливало, що основні положення класичної теорії аналізу та прогнозування фондового ринку були недостовірними.

Зокрема, закладаючи основи поширеної сьогодні теорії ринків капіталу, Шарпом і Лінтнером було зроблено спрощуюче припущення, що інвестори реагують на інформацію лінійно [24, 25]. І під цю передумову було розроблено повний аналітичний каркас математичних перетворень — без належного дослідження правдивих емпіричних даних. Навіть коли пошук даних, що підтверджують це припущення, був об'єктивним, для їх оцінювання було застосовано передумову про гаусів розподіл випадкових величин. Як контраргумент проти подібного підходу до встановлення функціональних залежностей в економіці дослідник фінансових ринків Едгар Петерс наводить класичний приклад із фізики з коливанням пружини з навантаженням [14, с. 259]. Він наголошує на тому, що не можна просто вибрати лінійний або якийсь інший закон відновлення пружини, а потім усі аналітичні розра-

хунки проводити, виходячи з цієї передумови. Усі встановлені функціональні закономірності обов'язково мають знаходити емпіричне підтвердження. Те ж саме стосується й економіки.

Як зазначав Петерс у своїй праці «Хаос і порядок на ринках капіталу...» [14, с. 259], для виправдання класичних теорій було навіть побудовано модель людини, названу реальним інвестором, хоча ця персона не схожа на жодного з тих, кого ми знаємо. Було проігноровано історичні дані про те, що групи людей схильні слідувати тенденціям та примхам, натомість наголосивши на тому, що у своїй сукупності інвестори раціональні, навіть якщо вони ірраціональні поодиноці. Нарешті, були запропоновані умови, за яких буде дотримано усіх зроблених припущень, і все це було названо гіпотезою ефективного ринку. Однак, накладаючи таку велику кількість обмежень і передумов, втрачається можливість ефективного розв'язання реальних задач, які у загальному випадку не задовольняють поставленим вимогам.

Фактично це свідчить про неадекватність економічним реаліям класичних математичних підходів, які ґрунтуються на припущенні про нормальність розподілу чи стаціонарність фінансових часових рядів, незалежність спостережень і незмінність зовнішніх умов. Оскільки можливість застосування регресії обмежується вимогами до стаціонарності прогнозованого випадкового процесу, тобто стійкості у часі його ймовірнісних характеристик, то в умовах сучасної економіки, які не відповідають цим вимогам, не досягне успіху жодна регресійна функція, що розраховує майбутні значення часового ряду на основі його ретроспективних даних. Із цього ж припущення про стаціонарність виходять авторегресійні підходи, згідно з якими наступне значення прогнозованої величини має лінійно залежати від деякої сукупності її попередніх значень.

Щоб послабити зазначену передумову про стаціонарність, науковці Роберт Енгл [26] і Тім Боллерслев [27] розробили методи ARCH і GARCH, в яких робиться припущення про нестаціонарність випадкового процесу та прогнозується не тільки залежна змінна, але й параметри розподілу помилок прогнозу (умовно-непостійна волатильність).

Більш розвинутим інструментарієм для моделювання складних систем і процесів, порівняно з методами ARCH і GARCH, є технологія нейронних мереж, основи якої було закладено ще в першій половині минулого сторіччя Мак-Каллоком і Піттсом

[28]. Нині розроблено велику кількість різноманітних нейрорежевих структур, які, що важливо, позбавлені необхідності дотримання багатьох вимог, що обмежують використання економетричних моделей.

Проте навіть найскладніші сучасні кількісні методи прогнозування перестають надійно працювати, коли досліджувана економічна система зазнає кардинальних змін. Тобто, з різким зламом економічних тенденцій (подібно до тих, що відбуваються з 2000 року, як можна бачити з рис. 2) використання ретроспективних даних для кількісного прогнозування майбутніх значень економічних показників стає необґрунтованим.

У результаті з метою моделювання економіки все більша кількість дослідників почали звертатись до теорії фрактального аналізу та теорії хаосу [14, 29, 30], які ще на початку 60-х років суттєво похитнули віру в розвиток економічних систем згідно з нормальним законом розподілу. Мандельброт (один із засновників теорії фракталів) указував на те, що поведінка часових рядів на ринках капіталу відповідає розподілам, які він назвав стійким паретіаном [31]. Стійкий паретіан (стійкий розподіл Парето або фрактальний розподіл) характеризується тенденцією до трендів і циклів, раптових змін.

При цьому зауважимо, що інструментарій фрактального аналізу та теорії хаосу доречно застосовувати для передбачення криз чи кардинальних змін тенденцій розвитку макроекономічних систем, але він не є придатним для прогнозування точних значень фінансових показників. Причому прогноз подальшого розвитку системи або процесу надзвичайно чутливий до встановлення початкових умов. За мізерної зміни в описі цих умов модель може видати кардинально протилежний прогноз (передбачення значного зростання змінити на прогноз настання кризи), що робить подібні моделі надзвичайно залежними від кваліфікації та, у певному сенсі, від інтуїції їх розробника.

Для прогнозування розвитку фінансових часових рядів автор вважає доцільним використовувати більш стійкі факторні моделі, здійснивши при цьому обґрунтований вибір математичного інструментарію, який буде покладено в їх основу. З цією метою було проведено низку експериментів з перевірки адекватності різноманітних математичних підходів до моделювання розвитку фінансових показників [32]. Зокрема, було апробовано ряд число-

вих методів екстраполяції (поліноміальної та сплайн-апроксимації, середнього плинного, експонентного згладжування, авторегресії тощо), спектральних моделей та нейронних мереж різної конфігурації.

У результаті проведених досліджень було виявлено досить низьку здатність зазначених підходів до прогнозування майбутніх значень фінансових показників та, зокрема, напрямів їх змін (навіть за умови ефективної попередньої обробки вихідного часового ряду). Було отримано висновок, що для підвищення ефективності прогнозування та забезпечення більшої точності передбачення напрямів розвитку фінансових показників необхідно встановлювати в моделі тенденції змін цінних кривих, виявляти та враховувати правила розвитку ринку. Проте, перелічені вище кількісні методи не дозволяють забезпечити розрахунок результативного показника, ґрунтуючись на заданому наборі правил логічного висновку.

До того ж, зазначені підходи не надають можливості працювати з якісними показниками та експертними знаннями в предметній області. Однак, за сучасних умов української економіки можливість урахування експертної інформації та проведення розрахунків на цій основі є особливо важливою через істотну нестаціонарність рядів економічних статистичних даних, унаслідок чого ставиться під сумнів адекватність аналізу відповідних випадкових процесів традиційними способами.

Важливість урахування експертної інформації та встановлення правил логічного висновку можна продемонструвати на прикладі падіння всіх вітчизняних цінних паперів майже на 15 % на загальному зростаючому тренді протягом лише однієї торгової сесії 3 квітня 2007 року — на наступний день після підписання Президентом України Указу про розпуск Верховної Ради України. У сучасному світі курси цінних паперів надзвичайно залежать від політичної кон'юнктури та чуток, які поширюються навколо фондового ринку.

Значимо, що кількісні методи нездатні забезпечити можливість оперування подібною інформацією (її можна враховувати лише постфактум за рахунок введення фіктивних змінних з метою пояснення різких відхилень від сталого розвитку досліджуваного процесу або системи). Якщо ж ми перейдемо у площину суто якісних підходів, то втратимо здатність до оптимізації пара-

метрів моделі на реальних статистичних даних. У такому випадку на допомогу може прийти теорія нечіткої логіки, основи якої були закладені професором Каліфорнійського університету Лотфі Заде півсторіччя тому в основоположній статті «Fuzzy Sets» [33]. Концепція нечіткої множини була сформована Заде як відповідь на «незадоволеність математичними методами класичної теорії систем, яка спонукала домагатися штучної точності, невластивої багатьом системам реального світу, особливо так званим гуманістичним системам, до складу яких входять люди» [34].

Нечітка логіка надала зручний інструментарій для представлення експертних знань щодо розвитку досліджуваних систем і процесів у математичній формі. Залучення ж до нечітких моделей технології нейронних мереж забезпечує можливість автоматичного налагодження їх параметрів з урахуванням кількісних та якісних факторів і надає низку інших незаперечних переваг для моделювання фінансово-економічних систем.

Дійсно, включення до моделі поряд із кількісними ще й експертних оцінок низки інформативних якісних чинників та організація механізму логічного висновку дозволяє розраховувати на суттєве підвищення точності прогнозу. Однак використання експертних оцінок більше придатне при здійсненні довгострокового прогнозування або для передбачення розвитку контрольованих процесів (наприклад, офіційного курсу національної валюти, встановленого НБУ, або податкових надходжень до бюджету). З метою отримання короткострокового прогнозу розвитку показників на ефективному ринку логічний висновок доцільно організувати на базі аналізу графіків цін, зокрема, з урахуванням правил технічного аналізу, які є придатними для прогнозування як на довгих, так і коротких часових інтервалах¹.

Отже, під час проведення наукових досліджень автором цієї статті було побудовано нейро-нечіткі моделі прогнозування фінансових показників, бази знань яких склалися з правил розвитку цінових кривих із теорії хвиль Елліотта [32, 36–38], що є розділом теорії технічного аналізу ринку. Ефективність цих моделей експериментально перевірено на провідних світових та вітчизняних фондових індексах. Моделі виявили високу здатність до від-

¹ Згідно Мандельброту, динаміка акцій або валют є дуже схожою у різних масштабах часу та цін — спостерігач не може сказати за зовнішнім виглядом графіка, відносяться дані до тижневих, денних або погодинних змін [35].

творення вихідного часового ряду та, зокрема, передбачення напрямків змін фінансових показників, що особливо важливо для гравців фондового ринку.

Відповідно, економіко-математичні моделі прогнозування розвитку фінансових показників, отримані в результаті поєднання методів нечіткої логіки та нейронних мереж, в проведеному дослідженні показали найвищу адекватність порівняно з іншими альтернативними підходами у сучасних умовах світової та національної економіки¹, що свідчить про доцільність впровадження нейро-нечітких технологій як в економічну науку, так і у практичну діяльність господарюючих суб'єктів.

Проблеми адекватності математичних моделей та методів аналізу фінансового стану суб'єктів господарювання

Водночас зауважимо, що виникнення таких затяжних і різких криз, які відбуваються протягом останнього десятиріччя (як видно з рис. 2), обумовлюється низькою адекватністю не тільки використовуваних дотепер методів прогнозування, але й підходів до аналізу фінансово-господарської діяльності суб'єктів господарювання. Адже проведення адекватного комплексного фінансового аналізу підприємства може надати інструмент його керівництву для вжиття необхідних заходів з підвищення фінансової спроможності компанії. Також можливість ефективно оцінювати фінансовий потенціал емітентів дозволила б інвесторам чи кредиторам уникати нерационального вкладення грошових ресурсів у обсягах, які значно перевищують реальну вартість компанії-позичальників, що часто відбувається сьогодні. А це, у свою чергу, могло б запобігти одночасному різкому зниженню курсів цінних паперів чи навіть банкрутству великої кількості емітентів через їх неспроможність виконати свої боргові зобов'язання.

Отже, розробка та впровадження у теорію управління фінансово-економічними системами ефективних методів і моделей аналізу економіко-господарської діяльності та оцінки фінансового стану суб'єктів господарювання є важливим не тільки для са-

¹ Згідно з Детушем — засновником загальної теорії передбачення на основі теорії ймовірності — адекватність визначається саме здатністю теорії передбачати результати майбутніх змін.

мих компаній чи їх інвесторів, але й для економіки країни в цілому, оскільки може забезпечити підвищення її стабільності та збалансованості за рахунок ефективного перерозподілу фінансових ресурсів.

Однак, як уже неодноразово наголошувалося, у зв'язку із затяжною тривалістю перехідного періоду стає проблематичним адекватне проведення аналізу рядів статистичних даних традиційними способами з огляду на істотну нестационарність економічних процесів, котрі мають стохастичний характер. Для дослідження фінансово-економічних систем виявляється недостатнім використання моделей бухгалтерського обліку, оскільки до складу цих систем входять не тільки грошові потоки, але й персонал, який управляє цими потоками та вносить значну частку суб'єктивізму і невизначеності до відповідних випадкових процесів.

Дії з боку зовнішнього середовища, обмежена здатність фінансового менеджера аналізувати фінансовий стан суб'єкта господарювання і прогнозувати майбутні грошові потоки породжують фактор суттєвої невизначеності. До того ж, існує вкрай обмежена кількість опублікованих реальних статистичних даних фінансової звітності українських компаній, оскільки сьогодні поширена практика ведення «творчої» або подвійної бухгалтерії. Навіть якщо наявні дані відображають реальний фінансовий стан підприємств (що, у принципі, перевірити практично неможливо), то, як свідчить низка досліджень [3, 7, 14, 29–31, 35, 39–45], вони не володіють властивістю статистичної однорідності та не узгоджуються із нормальним законом розподілу. До того ж, умови навколишнього економічного середовища постійно змінюються, відповідно, застосовність для аналізу економічних систем класичних імовірностей і випадкових процесів потребує додаткового обґрунтування.

Зауважимо, що імовірність події може бути інтерпретована як частота її настання у послідовності численних незалежних випробувань за незмінних зовнішніх умов. У реальній економіці умови функціонування суб'єктів господарювання постійно змінюються. До того ж, на діяльність компаній постійно здійснює вплив людський фактор, що не дозволяє розглядати їх розвиток як випадковий процес. Якщо, наприклад, розглянути два підприємства, які належать до однієї галузі та мають аналогічні показники фінансової діяльності, можна побачити їх розвиток за абсолютно різними сценаріями через їхні внутрішні особливості. Так,

успішне керівництво однією компанією приводить її до успіху, а неуспішний менеджмент іншої — до банкрутства. Однак застосування класичних ймовірнісних підходів щодо цих підприємств не дозволить виявити відмінностей у їх поточному фінансовому стані та перспективах подальшого розвитку.

Іноді під час моделювання діяльності та розвитку фінансово-економічних систем і процесів використовують аксіологічні ймовірності, однак обґрунтованість уведення точкових ймовірнісних оцінок і суб'єктивних ймовірнісних розподілів у більшості використовуваних моделей недостатня, до того ж вносить значну частку суб'єктивізму у прийняття рішення.

У результаті дослідник економічних систем, відмовляючись від ймовірнісного підходу, змушений використовувати в аналізі експертні, мінімаксні та інші методи, що неспроможні враховувати невизначеність економічних процесів належним чином і які, відповідно, здійснюють свій «відчутний внесок» у виникнення економічних криз.

Серед зазначених методи експертних оцінок є найдавнішими. Один із різновидів — дельфійський метод — ґрунтується на багатоступінчастому експертному опитуванні з подальшим обробленням даних на основі інструментарію економічної статистики. Обмеженість методів експертних оцінок обумовлюється суттєвою суб'єктивністю в проведенні розрахунків і відсутністю можливості налагодження моделі на реальних даних із застосуванням математичних методів оптимізації.

Методи ситуаційного аналізу полягають у генерації економічних сценаріїв з присвоєнням кожному із них ймовірнісних ваг і подальшому детермінованому моделюванні розвитку системи за обраним сценарієм. У разі проведення комплексної оцінки потенціалу системи за всіма можливими сценаріями її розвитку, розрахунки проводяться шляхом визначення математичного сподівання випадкової величини результативного показника з урахуванням установленого вагового розподілу ймовірних сценаріїв.

Якщо сценарії розвитку фінансово-економічної системи є багатоступінчастими (процесними), то для дослідження можливих фінансових результатів будується дерево рішень. У фінансовому менеджменті дерева рішень особливо широко використовуються у макроекономічному моделюванні, виборі інвестиційних альтернатив і для оцінювання вартості опціонів. Однак цей підхід має такі самі обмеження до застосування, які стосуються класичного

імовірнісного моделювання, та не дає можливості охопити повну множину можливих сценаріїв розвитку економічної системи.

Щоб уникнути цієї обмеженості було зроблено перехід від дискретного простору сценаріїв до неперервного шляхом заміни дискретного вагового розподілу випадкових величин неперервною щільністю розподілу. Побудовані в такий спосіб класичні моделі фінансового аналізу Блека-Шоулза-Мертонна [46, 47] (справедливої оцінки вартості європейського опціону), Шарпа-Лінтнера [24, 25] (побудови лінії ринку капіталу), Альтмана [48] (діагностування можливості банкрутства) та ін. ґрунтуються на припущенні про стаціонарність випадкових процесів, що суперечить результатам аналізу ринкових даних, особливо за останнє десятиріччя [3, 7, 14, 29—31, 35, 39—45].

Проведені автором цієї статті експерименти з прогнозування банкрутства вітчизняних підприємств з використанням низки відомих дискримінантних моделей, побудованих на зразок до моделі Альтмана, виявили занадто низьку їхню здатність до оцінювання реального фінансового стану компаній і передбачення банкрутств в умовах української економіки [32, 49—52]. Окрім того, дослідження інших авторів з цього напрямку [53—57] свідчать, що коефіцієнти подібних дискримінантних моделей різко змінюються з року в рік і від країни до країни.

У сучасних умовах розвитку української економіки доцільніше аналізувати одночасно з економічними і фінансовими показниками підприємства ще низку допоміжних чинників, за якими опосередковано можна робити висновки про наміри та можливості його керівництва. Це важливо, оскільки проблеми у господарюючих суб'єктів виникають не стільки через структуру фінансів, скільки через неадекватні способи управління ними. Відповідно, під час проведення фінансового аналізу важливо враховувати поряд із кількісними показниками ще й якісну експертно-аналітичну інформацію та забезпечити можливість здійснення розрахунків на цій основі.

Зважаючи на зазначене, ще раз зробимо наголос на доцільності застосування для моделювання стану та розвитку економічних систем методів нечіткої логіки, що надають інструментарій для обробки якісної інформації та врахування експертних знань у предметній області. Залучення ж інструментарію нейронних мереж до моделей на нечіткій логіці забезпечить можливість опти-

мізації їх параметрів на реальних кількісних та якісних показниках діяльності об'єкта дослідження.

Висновки

Проведений у статті короткий історичний екскурс у розвиток економічної науки, організації освітнього процесу та його взаємозв'язку з практичною діяльністю суб'єктів фінансового ринку та реального сектору економіки, дослідження причин виникнення економічних та фінансових криз, аналіз використовуваного інструментарію економіко-математичного моделювання та виявлення його недоліків обґрунтовує доцільність упровадження в економічну науку та практику методів теорій нейронних мереж та нечіткої логіки, які є потужним математичним апаратом, здатним з успіхом замінити поширені морально-застарілі математичні підходи. Наразі для цього є всі необхідні передумови, що дає підстави сподіватись на провідну роль нейро-нечітких технологій у створенні підґрунтя для започаткування нової парадигми розвитку економічної науки та, зокрема, теорії економіко-математичного моделювання.

Наведені у статті аргументи свідчать про доцільність заснування науково-аналітичного журналу «Нейро-нечіткі технології моделювання в економіці», призначенням якого є формування додаткового імпульсу для проведення як фундаментальних, так і прикладних досліджень у напрямку розвитку таких інтелектуальних технологій моделювання, як нечіткі множини, нечітка логіка, нейронні мережі, гібридні нейро-нечіткі системи, еволюційні алгоритми тощо.

Література

1. *Замков О. О., Толстопятенко А. В., Черемных Ю. Н.* Математические методы в экономике: Учебник. — М.: МГУ им. М. В. Ломоносова, Изд-во «Дело и Сервис», 1997. — 248 с.
2. *Гуриев С., Цывинский О.* Пять мифов экономики // На сайті: <http://e-news.com.ua/show/200194.html>.
3. *Камінський А. Б.* Економіко-математичне моделювання фінансових ризиків: Автореф. дис... докт. екон. наук: 08.00.11 / КНУ ім. Тараса Шевченка. — К., 2007. — 34 с.
4. На сайті: <http://www.nssmc.gov.ua/activities/annual>.
5. На сайті: <http://kinto.com.ua>.
6. На сайті: <http://finance.yahoo.com>.

7. Недосекин А. О. Методологические основы моделирования финансовой деятельности с использованием нечетко-множественных описаний: Дис... докт. экон. наук: 08.00.13 — «Математические и инструментальные методы экономики» / СПбГУЭФ. — СПб., 2003. — 280 с.
8. Кун Т. Структура научных революций. — М.: Прогресс, 1975. — 288 с.
9. Галіцин В. К., Лазарева С. Ф. Інформаційний менеджмент: наука про інформаційні процеси та управління ними, перспективи його розвитку // Моделювання та інформаційні системи в економіці. — К.: КНЕУ, 2006. — Вип. 74. — С. 5—29.
10. Печчеи А. Человеческие качества: Изд. 2-е. — М.: Прогресс, 1985. — 312 с.
11. Некипелов А. Д., Татаркин А. И., Попов Е. В. Приоритеты развития современной экономической теории // Экономическая наука современной России. — 2006. — № 3. — С. 127—141.
12. Вітлінський В. В. Актуальні питання розвитку теорії ризику // Моделювання та інформаційні системи в економіці. — К.: КНЕУ, 2006. — Вип. 74. — С. 30—38.
13. Аишуурский Э. Э. Эволюция при посредниках // Вести, версии, события. — 2007. — № 12 (245). — С. 15.
14. Edgar E. Peters. Chaos and Order in the Capital Markets: A New View of Cycles, Prices, and Market Volatility. — New York: John Wiley & Sons Inc., 1996. — 239 p.
15. Вітлінський В. В., Матвійчук А. В. Зміна парадигми в сучасній теорії економіко-математичного моделювання // Економіка України. — 2007. — № 11. — С. 35—43.
16. На сайті: <http://www.bank.gov.ua>.
17. Maria Vassalou, Yuhang Xing. Default Risk I Equity Returns // The Journal of Finance. — 2004. — Vol. LIX. — No. 2. — P. 831—868.
18. Wiener N. Differential-space // J. Math. Phys. Math. Inst. Technol. — No. 2. — 1923. — P. 131—174.
19. Osborne M. F. M. Periodic Structure in the Brownian Motion of Stock Prices // Journal of Operations Research. — 1960. — No. 10. — P. 345—379.
20. Case J. The Modeling and Analysis of Financial Time Series // The American Mathematical Monthly. — 1998. — Vol. 105. — No. 5. — P. 401—411.
21. Friedman B. M., Laibson D. I. Economic Implications of Extraordinary Movements in Stock Prices // Brookings Papers on Economic Activity. — 1989. — No. 2. — P. 137—189.
22. Lo A., Mackinlay A. C. Stock Market Prices Do Not Follow Random Walks: Evidence from a Simple Specification Test // Review of Financial Studies. — 1988. — Vol. I. — No. 1. — P. 41—66.

23. *Turner A. L., Weigel E. J.* Daily stock market volatility // *Management Science*. — 1992. — No. 38. — P. 1586–1609.
24. *Sharpe W. F.* A Simplified Model of Portfolio Analysis // *Management Science*. — 1963. — January. — P. 277–293.
25. *Lintner J.* The Valuation of Risk Assets and The Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets // *Review of Economics and Statistics*. — 1965. — February. — P. 13–37.
26. *Engle R. F.* Autoregressive Conditional Heteroskedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation // *Econometrica*. — 1982. — Vol. 50. — P. 987–1007.
27. *Bollerslev T.* Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity // *Journal of Econometrics*. — 1986. — Vol. 31. — P. 307–327.
28. *McCulloch W. S., Pitts W.* A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity // *Bulletin of Mathematical Biophysics*. — 1943. — Vol. 5. — P. 115–133.
29. *Mandelbrot B. B.* *The Fractal Geometry of Nature*. — New York: W.H. Freeman and Company, 1977. — 468 p.
30. *Edgar E. Peters.* *Fractal Market Analysis: Applying Chaos Theory to Investment and Economics*. — New York: John Wiley & Sons Inc., 1994. — 315 p.
31. *Mandelbrot B. B.* The variation of certain speculative prices // *Journal of Business*. — 1963. — No. 36. — P. 394–419.
32. *Мамвійчук А. В.* Штучний інтелект в економіці: нейронні мережі, нечітка логіка : Монографія. — К.: КНЕУ, 2011. — 439 с.
33. *Zadeh L.* Fuzzy Sets // *Information and Control*. — 1965. — Vol. 8. — № 3. — P. 338–353.
34. *Заде Л.* Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений: Пер. с англ. — М.: Мир, 1976. — 167 с.
35. *Mandelbrot B. B.* A Multifractal Walk Down Wall Street // *Scientific American*. — 1999. — No. 2. — P. 70–73.
36. *Мамвійчук А. В.* Прогнозування розвитку фінансових показників із використанням апарату нечіткої логіки // *Фінанси України*. — 2006. — № 1. — С. 107–115.
37. *Мамвійчук А. В.* Нечеткая идентификация и прогнозирование финансовых временных рядов // *Экономическая наука современной России*. — 2006. — № 3 (34). — С. 29–44.
38. *Andriy Matviychuk.* Fuzzy logic approach to identification and forecasting of financial time series using Elliott wave theory // *Fuzzy Economic Review*. — 2006. — November. — Vol. XI. — No. 2. — P. 51–68.
39. *Гунин Г. А.* Нечёткая логика как альтернативный подход к формированию инвестиционного портфеля // *Экономическая кибернетика*:

системный анализ в экономике и управлении: сборник научных трудов. — 2002. — Вып. 4. — С. 72—76.

40. Дилигенский Н. В., Дымова Л. Г., Севастьянов П. В. Нечеткое моделирование и многокритериальная оптимизация производственных систем в условиях неопределенности: технология, экономика, экология. — М.: Машиностроение-1, 2004. — 401 с.

41. Долятовский В. А., Касаков А. И., Коханенко И. К. Методы эволюционной и синергетической экономики в управлении. — Ростов-на-Дону: Рост. гос. экон. ун-т, 2001. — 578 с.

42. Шаранов О. Д., Дербенцев В. Д., Соловйов В. М. Сучасні методи дослідження складних фінансово-економічних систем // Вісник Української академії банківської справи. — 2006. — Вип. 20. — С. 100—110.

43. Сергеева Л. Н. Нелинейная экономика: модели и методы / Науч. редактор д-р экон. наук, проф. Ю. Г. Лысенко. — Запорожье: Поллиграф, 2003. — 218 с.

44. Занг В. Б. Синергетическая экономика. Время и перемены в нелинейной экономической теории. — М.: Мир, 1999. — 336 с.

45. Gilmore C. G. An examination of nonlinear dependence in exchange rates, using recent methods from chaos theory // Global Finance Journal. — 2001. — No. 12. — P. 139—151.

46. Black F., Scholes M. The Pricing of Options and Corporate Liabilities // The Journal of Political Economy. — 1973. — No. 3. — Vol. 81. — P. 637—659.

47. Merton R. Theory of Rational Option Pricing // Bell Journal of Economics and Management Science. — 1973. — No. 4. — P. 141—183.

48. Altman E. I. Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy // The Journal of Finance. — 1968. — No. 4. — P. 589—609.

49. Матвійчук А. В. Моделювання фінансової стійкості підприємств із застосуванням теорій нечіткої логіки, нейронних мереж і дискримінантного аналізу // Вісник НАН України. — 2010. — № 9. — С. 24—46.

50. Матвійчук А. В. Діагностика банкрутства підприємств // Економіка України. — 2007. — № 4. — С. 20—28.

51. Матвійчук А. В. Діагностика банкрутства підприємств в умовах трансформаційної економіки // Економічна наука сучасної Росії. — 2008. — № 4 (40). — С. 90—104.

52. Andriy Matviychuk. Bankruptcy prediction in transformational economy: discriminant and fuzzy logic approaches // Fuzzy economic review. — 2010. — May. — Vol. XV. — No. 1. — P. 21—38.

53. Недосекин А. О. Нечетко-множественный анализ рисков фондовых инвестиций. — СПб.: Сезам, 2002. — 181 с.

54. *Терещенко О. О.* Дискримінантна модель інтегральної оцінки фінансового стану підприємства // *Економіка України*. — 2003. — № 8. — С. 38—45.
55. *Терещенко О. О.* Антикризове фінансове управління на підприємстві. — К.: КНЕУ, 2004. — 268 с.
56. *Островська О. А.* Застосування інтегрованих показників у вітчизняній аналітичній практиці // *Фінанси, облік і аудит*. — 2005. — Вип. 6. — С. 106—113.
57. *Русак Н. А., Русак В. А.* Финансовый анализ субъекта хозяйствования. — Мн.: Выш. шк., 1997. — 309 с.

Стаття надійшла до редакції 27.04.2012