

3. Закон України «Про цінні папери та фондовий ринок» № 3480-IV від 23.02.2006 р. — [електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.rada.gov.ua>.

4. Долінський Л. Б., Галкін А. І. Оцінка вартості облігацій з урахуванням ризику неплатежу // Вісник НБУ. — 2007. — № 7. — С. 46—49.

5. Долінський Л. Б., Галкін А. І. Імовірнісні моделі оцінки ризику неплатежу та визначення вартості облігацій // Вісник НБУ. — 2007. — № 8. — С. 38—40.

6. Долінський Л. Б. Моделювання дефолтів за облігаційними позиками. // Фінанси України. — 2009. — № 4. — С. 65—74.

7. Конечные цепи Маркова. Кемени Дж. И Снелл Дж. — М.: Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука», 1970.

8. Вітлінський В. В., Долінська Є. Б. Імовірнісні моделі оцінки ризику неплатежу операцій фінансового лізингу // Фінанси України. — Червень 2005. — № 6. — С. 62—68.

9. Долінська Є. Б. Моделі оцінки надійності лізингових операцій з використанням ланцюгів Маркова // Моделі управління в риночній економіці. — № 8. — 2005. — С. 69—82.

Стаття надійшла до редакції 10.06.2011 р.

УДК 330.356

В. О. Макаренко, канд. екон. наук, доцент,

О. М. Гончар,

Криворізьський економічний інститут

ДВНЗ «КНЕУ імені Вадима Гетьмана»

ПРОГНОЗУВАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕВИЗНАЧЕНИХ ЧИСЕЛ

АНОТАЦІЯ. У даній роботі приведено характеристику невизначених чисел та досліджено питання необхідності, корисності та можливості їх застосування в економіці. Результатами виконання даної роботи є рекомендації щодо практичного застосування невизначених чисел у прогнозуванні деяких макропоказників розвитку економіки.

АННОТАЦИЯ. В данной работе приводится характеристика неопределённых чисел, а также исследуется вопрос необходимости, полезности и возможности их применения в экономике. Результатами данной работы являются рекомендации по практическому применению неопределённых чисел в прогнозировании некоторых макропоказателей развития экономики.

ANNOTATION. The characteristics of uncertain numbers, its necessity, utility and suitability for economics are given in this work. The findings of this work are recommended for application uncertain numbers in the process of forecasting of some macroeconomic indicators.

КЛЮЧОВІ СЛОВА. *Невизначені числа, інтервальний аналіз, інтервал, прогнозування, експертний метод, компетентність експерта, кластеризація.*

На практиці досить часто доводиться мати справу з неточністю отриманих даних, їх неповнотою, малою або взагалі невідомою ймовірністю. Повсюди, де присутні неточні дані, динамічні, нестабільні процеси можна застосовувати невизначені числа і насамперед це стосується економіки. Крім того, економічні процеси розвиваються циклічно, мають порядок з дискретними неперервні характеристики, тому можуть бути описані за допомогою інтервалів. Актуальним завжди залишається питання врахування невизначеності в умовах кризи, зокрема це стосується прогнозів, тому задля збільшення їх точності можливе поєднання деяких відомих методів прогнозування з інтервальним аналізом.

Питання невизначених чисел та їх застосування почало досліджуватись відносно недавно. Поняття невизначеного числа є досить загальним, звичайно з цього загалу виокремлюють такі види: випадкові, інтервальні та нечіткі числа [12]. Випадкові числа (ймовірнісні) є об'єктом вивчення теорії ймовірностей і є найбільш дослідженими. Нечіткі та інтервальні числа менш досліджені, особливо це стосується останніх. Дослідженням інтервалів та їх властивостей займається інтервальний аналіз, який виник у 60-х роках ХХ століття. Перші роботи з інтервального аналізу були написані в 1966 році Р. Муром [9], також у цьому напрямі проводились активні дослідження вченими Німеччини, США та ін. Перші вітчизняні публікації можна віднести до часів СРСР — в 1981 році Ю. Шокін [7], в 1982 р. — Т. Назаренко, Л. Марченко [3], в 1986 році — вийшла монографія С. Калмикова та співавторів [2]. До більш об'ємних та узагальнених робіт можна віднести перекладену та видану в 1987 році роботу Г. Алефельда та Ю. Херцбергера [1]. Протягом останніх років окремі питання досліджувались у працях С. П. Шарого [4—6] та вчених Інституту обчислювальних технологій СВ РАН. Дослідження інтервального аналізу та можливостей його застосування проводяться і в наш час.

Метою роботи є, по-перше, дослідження необхідності, можливості та корисності застосування невизначених чисел до розв'язання практичних економічних задач, зокрема прогнозування макроекономічних показників України. По-друге, розробка методики прогнозування на основі поєднання методу експертних оцінок, інтервального аналізу та кластеризації, що дозволить мінімізувати відхилення фактичних показників від прогнозованих та досягнути більшої точності останніх.

Невизначені числа поділяють на випадкові (записуються у вигляді числа та його ймовірності), інтервальні (записуються у вигляді інтервалу чисел) та нечіткі (записуються у вигляді інтервалу чисел та функції належності).

Суть випадкових чисел полягає в тому, що вони представляють собою конкретне числове значення деякої величини m_i та його ймовірність, вираженням якої є, зокрема, дисперсія σ^2 . Результатом будь-якої операції з випадковими величинами також буде випадкова величина.

Існує можливість зведення лінгвістичних оцінок до ймовірнісних числових. Так, експертам пропонується зробити лінгвістичну оцінку ймовірності настання тієї чи іншої події або ж розвитку подій за конкретним сценарієм, яка застосовується на практиці та формалізується, зокрема за наступною шкалою (табл.1) [8].

Таблиця 1

ШКАЛА ПЕРЕТВОРЕННЯ ЛІНГВІСТИЧНИХ ОЦІНОК
У ЙМОВІРНІСНІ

Лінгвістична оцінка	Відповідна ймовірність
«мінімальна»	0,0—0,1
«мала»	0,1—0,3
«середня»	0,3—0,4
«висока»	0,4—0,6
«максимальна»	0,6—0,8
«критична»	0,8—1,0

Таким чином, висловлювання експерта зводяться до чисел, з якими можна робити подальші обчислення.

Інтервальне число представляє собою непевне значення, яке задане у вигляді неперервного інтервалу $[a_{\min}; a_{\max}]$, де $a_{\max}$ — верхня межа (максимальне можливе значення), $a_{\min}$ — нижня межа (мінімальне можливе значення). Надалі позначатимемо інтервали однією буквою $[a]$.

Над інтервалами можна виконувати наступні арифметичні дії:

$$\begin{aligned}
 [a] + [b] &= [a_{\min} + b_{\min}; a_{\max} + b_{\max}]; \\
 [a] - [b] &= [a_{\min} - b_{\max}; a_{\max} - b_{\min}]; \\
 [a] * [b] &= [a_{\min} \times b_{\min}; a_{\max} \times b_{\max}]; \\
 [a] / [b] &= [a_{\min} / b_{\max}; a_{\max} / b_{\min}].
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Дані формули дійсні за умови додатності інтервалу. Для інтервалів не діє закон дистрибутивності, а також в інтервальному аналізі додавання не протилежне відніманню та множення не обернене діленню ($[a] - [a] \neq 0$, $[a] / [a] \neq 1$).

Слід зазначити, що інтервальный аналіз розроблений не лише для додатних інтервалів. По своїй суті, дії над інтервалами зводяться до знаходження функції мінімаксу, тобто максимальної та мінімальної можливих значень функції. У загальному вигляді це можна відобразити як:

$$F([a], [b]) = [\min F([a], [b]); \max F([a], [b])], \quad (2)$$

де F — функція арифметичних дій (+, −, *, /).

Запис чисел у вигляді інтервалів дає можливість уникнути неточностей при округленнях, а також відображати динаміку процесів у вигляді неперервного інтервалу та порівнювати результати за відповідними законами порівняння інтервалів.

По своїй суті нечіткі числа являють собою інтервали та функцію належності, яка відображає те, яке значення належності мають ці інтервали у кожній точці. Часто використовують трикутну функцію належності для описання невизначених даних. Такі числа записуються, наприклад, як $A = [2; 5; 9]$. Перше і останнє числа — межі інтервалу, а центральне — значення з максимальним значенням функції належності.

Згідно джерела [10, 11], арифметичні операції над нечіткими числами здійснюються шляхом операції дефазифікації нечіткої множини, тобто дискретизації нечіткого числа за допомогою виділення скінченного числа дискретних рівнів функції належності $\mu_1, \dots, \mu_i, \dots, \mu_n$, кожен із яких породжує звичайний інтервал, тобто $\mu_i \rightarrow [a_{i\min}, a_{i\max}]$. Далі операції над інтервалами виконуються за правилами інтервального аналізу.

Недоліки нечітких чисел проявляються у деякій суб'єктивності визначення вигляду функції належності, так як вигляд останньої задається експертом.

Найбільш точним, на наш погляд, є інтервальный метод відображення невизначених чисел, що має достатньо прозорий спосіб виконання арифметичних операцій. Даний метод є відносно новим та останнім часом активно розвивається та пропонується до впровадження у різних сферах моделювання, всюди, де присутні неточні дані, динамічні або непостійні процеси, і насамперед, в економіці.

На даний час є кілька напрямів дослідження можливості застосування інтервального аналізу:

— рішення практичних задач з інтервальною невизначеністю в даних;

— врахування помилок округлення;

— пристосування традиційних математичних методів та задач до інтервального аналізу.

Економічні процеси можуть бути описані на певних часових проміжках неперервними функціями, на нашу думку, відповідні показники можуть бути подані за допомогою інтервалів, тоді як існуючі методи показують тільки кількісні значення цих показників на певний момент часу, тобто є дискретними. Актуальним є питання врахування невизначеності в умовах кризи, що проявляється у високій неточності прогнозів, тому можливе поєднання певних економіко-математичних методів прогнозування з використанням інтервального аналізу задля досягнення більшої адекватності.

Слід звернути увагу на пристосування інтервальних методів до теорії прийняття рішень та рішення практичних задач із заданою інтервальною невизначеністю. Цікавим є, в першу чергу, прогнозування економічних процесів в умовах невизначеності, питання оцінювання стійкості економічної системи та можливості практичного застосування інтервального аналізу та невизначених чисел в поєднанні з іншими методами моделювання до аналізу розвитку основних показників фінансової системи України.

Пропонуємо розглянути можливості практичного застосування невизначених чисел у прогнозуванні ключових показників розвитку фінансової системи України.

Фінансова система України має розгалужену ієрархічну, багаторівневу структуру. Важливе значення для функціонування кожної системи є її стійкість. Зокрема, у банківській сфері поняття стійкості визначається так [13]: стійкість фінансової системи — це такий її стан, за якого вплив будь-яких шоків на фінансову систему (чи на окремі її елементи) не заважає їй забезпечувати ефективний перерозподіл фінансових ресурсів в економіці, функціонування платіжної системи тощо. Існують інші визначення, зокрема стійкість можна трактувати відповідно до мети дослідження об'єкта. Наведене вище визначення характеризує фінансову систему з точки зору її стійкості до збурюючого впливу внутрішніх і зовнішніх чинників. Визначення стійкості фінансової системи з точки зору її прогнозованості, на наш погляд, може мати наступний вигляд: стійкість фінансової системи — це такий її стан, при якому відхилення фактичних показників функціонування системи від прогнозованих є досить малим (у межах допу-

стимої точності прогнозу). Це визначає мету дослідження, яка полягає в мінімізації відхилення фактичних показників від прогнозованих, тобто досягнення більшої точності останніх. Рекомендації по розрахунку показників фінансової стійкості наведені, зокрема, і Міжнародним валютним фондом [14]. Так як одним з головних елементів фінансової системи на макрорівні є державний бюджет, як фінансовий план країни, розрахунки доходної та видаткової частин бюджету проводяться з урахуванням прогнозованих показників розвитку таких, як прогнозований приріст/зменшення валового внутрішнього продукту та прогнозований рівень інфляції. Ці показники беруть за базу своїх розрахунків різні установи та організації. Часто закладені у бюджеті показники розбігаються з реальними та прогнозами світових рейтингових агенцій, центрів прогнозування, окремих авторитетних експертів, прогнозами Міжнародного валютного фонду (МВФ), Європейського банку реконструкції та розвитку (ЄБРР), Світового банку та ін.

Ефективним методом оцінювання прогнозного значення показника в умовах нестабільності, на наш погляд є експертний метод, що передбачає врахування прогнозів найбільш компетентних експертів у галузі досліджуваного об'єкта. Експерт — це компетентна особа, яка має глибокі знання про предмет чи об'єкт дослідження [16].

Для підвищення точності прогнозів пропонується систематизувати показники (варіанти) прогнозів різних незалежних один від одного експертів у ряд, при цьому показники, що співпадають, об'єднати і таким чином отримати кількість співпадінь (частоту). Для досягнення більшої точності необхідна якомога більша кількість незалежних експертів, але ця кількість об'єктивно обмежена. Числові значення, що мають найбільшу кількість співпадінь (мода), вважаються найбільш вірогідними. При цьому найбільш вірогідні значення потрібно об'єднати в інтервал чисел, щоб врахувати частку похибок при обчисленні даного показника. Приклад наведено нижче.

За даними [15] авторитетні світові та європейські фінансові організації одноставно прогнозували на 2009 рік для України падіння показника валового внутрішнього продукту (ВВП), але дані прогнози розходяться у своїх кількісних характеристиках: за прогнозом ЄБРР показник ВВП знизиться у порівнянні з 2008 роком на 14 %, за даними Світового банку — на 15 %, МВФ прогнозує падіння даного показника на 14 %, тоді як Міністерство економіки України стверджує, що рівень падіння показника ВВП на кінець 2009 року

складатиме 12 %, а Рахункова палата України оприлюднила дані про прогнозоване зниження даного показника на 15—16 % (табл. 2).

Таблиця 2

ПРОГНОЗИ РІВНЯ ПАДІННЯ ВВП УКРАЇНИ НА 2009 РІК, %

Організація	ЄБРР	Світовий банк	МВФ	Міністерство економіки України	Рахункова палата України
Прогноз рівня падіння ВВП	14	15	14	12	15—16

Пропонуємо проаналізувати дані табл. 2, визначивши наявні співпадіння (накладення) прогнозних значень експертних оцінок. Як видно, показники деяких організацій і установ збігаються: показник 14 % зустрічається 2 рази, показник 15 % також 2 рази (так як 15 входить в інтервал [15; 16]). Отже можна вважати, що дані показники є найбільш вірогідними. Крім того, пропонуємо у даному випадку (коли два близькі за значенням числа мають рівну кількість співпадінь) записувати значення показника у вигляді інтервалу чисел [14; 15]. До того ж даний інтервал враховує похибку при розрахунку ($I = i \pm \Delta$, де I — фактичне значення показника, а i — прогнозоване) у випадку з 14 % — у сторону збільшення (+ Δ), а у випадку з 15 % — у сторону зменшення (– Δ). Але показники, що не ввійшли в даний інтервал, не слід повністю відкидати, а лише вважати менш вірогідними.

В умовах невизначеності дані подаються у вигляді інтервалів, як у випадку з Рахунковою палатою України (15—16 %). У даному випадку слід провести детальне вивчення цих показників і за аналогією з попереднім методом визначити найбільш вірогідний інтервал числових значень. Слід врахувати, що потрібно знаходити не лише рівні за означенням [4] інтервали (коли з двох інтервалів $[a]$, $[b]$ маємо рівність $a_{\min} = b_{\min}$, $a_{\max} = b_{\max}$), але й ті, що частково співпадають (накладаються один на інший) (наприклад, [4; 9], [2; 6], отже спостерігається співпадіння [4; 6]). Таким чином при наявності більшої кількості інтервальних даних буде спостерігатись поступове зменшення їх кількості, але розмах інтервалів ($a_{\max} - a_{\min}$) буде зростати. Таким чином, якщо не залишається рівних або частково співпадаючих інтервалів, то отримаємо деяку кількість інтервалів, з числа яких визначається найбільш вагомий. Найвагомішим буде той інтервал, який отриманий у результаті більшого числа скорочень (тобто входить у найбільшу кількість початкових експертних оцінок).

Розглянемо в якості прикладу кілька інтервальних оцінок прогнозованого рівня інфляції на 2009 рік умовними експертами, яких позначимо римськими числами. Можливі варіації зроблених прогнозів зазначеними експертами подано відповідно у вигляді трьох таблиць (табл. 3, 4 і 5), кожна з яких відповідає можливому випадку (при наявності чи відсутності співпадінь в прогнозних значеннях експертних оцінок) отримання результату прогнозу. Розглянемо кожен з них більш детально.

Таблиця 3

ПРОГНОЗИ РІВНЯ ІНФЛЯЦІЇ В УКРАЇНІ (І ВИПАДОК), %

Експерт	I	II	III	IV	V
Прогноз рівня інфляції	18—20	17,8—19,5	19,0—20,2	19,1—21,0	19—20,5

Спостерігаємо накладання інтервалів, яке зводиться до значення інтервалу $[19,1; 19,5]$, тобто, найбільш вагомим буде інтервал $[19,1; 19,5]$. У даній ситуації, застосовуючи до інтервалів операції об'єднання, перетину та виділення підмножин, спостерігаємо співпадіння всіх інтервалів, що дає ефект зменшення розмаху інтервалу, але можливі й інші ситуації.

Можливе співпадіння лише декількох інтервалів або отримаємо кілька інтервалів, що є однаково вагомими, а також існує ризик відсутності співпадінь, який знижується зі збільшенням кількості експертів. Для описання іншої ситуації з отриманням двох рівно вагомих інтервалів візьмемо наступні дані.

Таблиця 4

ПРОГНОЗИ РІВНЯ ІНФЛЯЦІЇ В УКРАЇНІ (II ВИПАДОК), %

Експерт	I	II	III	IV	V
Прогноз рівня інфляції	18—20	17,8—19,5	20,3—21,2	19,1—21,0	21,3—21,5

У даному випадку маємо рівну вагомість для двох отриманих інтервалів $[17,8; 19,5]$ та $[20,3; 21,0]$, тому слід враховувати обидва варіанти. В разі наближеності верхньої межі меншого інтервалу і нижньої межі більшого, можливе зведення до одного інтервалу чисел, наприклад $[17,8; 21,0]$.

Таблиця 5

ПРОГНОЗИ РІВНЯ ІНФЛЯЦІЇ В УКРАЇНІ (III ВИПАДОК), %

Експерт	I	II	III	IV	V
Прогноз рівня інфляції	18—20	17,2—17,5	20,1—21,0	21,1—21,6	21,6—21,9

У таблиці 4 не спостерігається співпадінь прогнозних значень експертних оцінок, що, перш за все, може бути зумовлено недостатньою кількістю експертів. Далі дослідимо питання достатності даних для уникнення подібної ситуації, доцільної кількості експертів та питання визначення їх компетентності.

Виходячи з визначення поняття «експерт», необхідно враховувати рід його занять та досвід роботи. Найголовнішим серед критеріїв відбору експертів є їх компетентність, що може визначатись двома методами: самооцінка та колективна оцінка авторитетності експертів.

Найбільш зручною та простою формою самооцінки експертів є визначення сукупного індексу, розрахованого на основі оцінювання експертами своїх знань, досвіду та можливостей. Оцінювання проводиться за шкалою з позиціями «високий», «середній» та «низький», яким у відповідність ставиться відповідне числове значення «1», «0,5» та «0». Далі обчислюється коефіцієнт рівня компетентності за формулою [17]:

$$K = \frac{k_1 + k_2 + k_3}{3}, \quad (3)$$

де k_1 — числове значення самооцінки експертом рівня своїх теоретичних знань, k_2 — числове значення самооцінки практичного досвіду, k_3 — числове значення самооцінки здібності до прогнозування.

Коефіцієнт рівня компетентності коливатиметься в інтервалі від 0 до 1. Зазвичай до уваги беруться дані експертів, у яких індекс компетентності не менше середнього 0,5 та вище.

Аналогічно проводиться відбір за методом колективної оцінки, але тільки в тому випадку, якщо експерти мають уявлення один про одного, що характерно для вчених та економістів. У цьому випадку кожному експерту пропонується оцінити компетентність інших, а далі за аналогією до попереднього методу. Таким чином, матимемо вихідне число експертів, яке, на нашу думку, має бути не менше 7 та не більше 20.

Коефіцієнти компетентності експертів можна оцінити за ступенем узгодженості їх оцінок із груповою оцінкою об'єктів. Детальне описання даного методу наводиться у підручнику В. В. Вітлінського [18].

Пропонуємо концептуальні положення та відповідний алгоритм оцінювання рівня компетентності експертів з використанням невизначених чисел на основі аналізу даних попередніх періодів.

Узагальнена схема оцінювання рівня компетентності експертів складається з таких кроків:

Крок 1. Визначення числа експертів, що можуть бути компетентними у досліджуваному питанні та збір усіх наявних даних про їх попередні прогностичні оцінки.

Крок 2. Групування наявних експертів у кластери, при цьому використовуються певні характеристики. Зокрема, це може бути методика прогнозування, якість інформації, отриманої експертом, якість інформації, що надходить від нього.

Крок 3. Дослідження попередніх прогнозів експертів та зіставлення їх із фактичними показниками за попередній період.

Крок 4. Визначення ступеня відхилення прогностичних оцінок кожного експерта від фактичних. Тобто, фактичні дані використовуються у якості перевірочних.

Крок 4.1. Виявлення подібних за ступенем відхилення прогнозів експертів та кластеризація експертів за характеристикою неточності попередніх прогнозів.

Крок 4.2. Створення інтервальних проміжків з прогнозованих показників на майбутній період для кожного отриманого на кроці 4.1 кластера. З прогнозів тих експертів, які є найбільш неточними (мають найбільший ступінь відхилення прогностичних значень від фактичних), відбираємо найбільше та найменше значення інтервального прогнозу, які будуть утворювати межі інтервалу. Таким же чином, прогнози даного кластера з меншими за значенням, але подібними відхиленнями також утворюватимуть інтервали, які матимуть менший розмах.

Крок 5. Відсіювання інтервалу прогнозів на майбутній період, який має найбільший розмах, виходячи з припущення, що прогнози експертів, які були найбільш неточними у минулому матимуть найменш точне значення прогнозу у теперішньому часі.

Крок 6. Результатом прогнозу слід вважати наступний за відкинутим за величиною розмаху інтервал, якщо кількість експертів є задовільною, в іншому разі — повернення до кроку 2 з метою повторної кластеризації без попередньо відсіяних експертів та проходження аналогічних етапів.

Таким чином, отримуємо замкнений циклічний алгоритм оцінювання рівня компетентності експертів, що дозволяє, по-перше, зменшити число малокомпетентних експертів та, по-друге, оцінити більш точний інтервальний прогноз на майбутнє. При цьому важливим є визначення числа характеристик, за якими проводиться кластеризація на кроці 2, так як від нього залежить віднесення експерта до відповідного кластера, а отже, і кількість відсіяних експертів та отримання раціональної їх кількості. Наведемо даний алгоритм у вигляді блок-схеми (рис. 1).

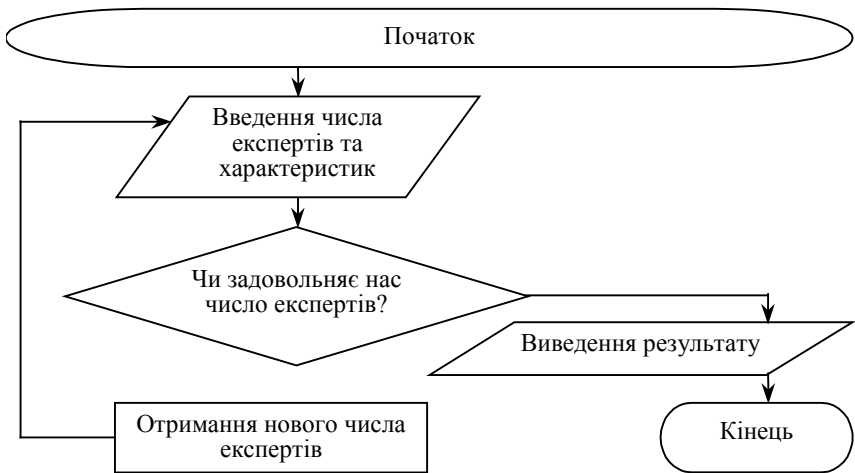


Рис. 1. Узагальнена схема оцінювання компетентності експертів

Також слід зазначити, що ступінь відхилення оцінок, які дають експерти, з кожним прогнозом на наступний період може змінюватись, тому при розрахунку прогнозів на кожен наступний період необхідно брати до уваги вихідну кількість експертів, в тому числі відсіяних при попередніх розрахунках.

Наведемо приклад на основі підібраних (умовних) даних. Позначимо загальну кількість експертів як n , а кожного експерта n_i , $i = \overline{1, \dots, n}$. Кожен експерт має ряд характеристик, які набувають числового значення через переведення вербальних оцінок у числові. Таким чином, кожному експерту притаманний ряд характеристик $X_i = \{x_{ij}\}$, де x_{ij} — числове значення характеристики, i — номер відповідного експерта, j — номер відповідної характеристики.

Для кластеризації даної n -множини експертів на деяку m -кількість кластерів ($m \leq n$) необхідно, щоб кожен експерт i належав лише одному кластеру.

Для кластеризації за характеристикою якості даних, що надходять від експертів, пропонуємо найбільше відхилення експертних даних від фактичних прийняти за 1, відповідно, розраховуючи коефіцієнти неточності інших прогнозів.

Відхилення прогнозованих даних від фактичних знайдено за формулою:

$$\Delta_i = \left| \frac{\text{Факт} - \text{Прогноз}}{\text{Факт}} * 100 \% \right|, \text{ де } i = \overline{1, \dots, n}. \quad (4)$$

Таблиця 6

**ОЦІНКА НЕТОЧНОСТІ ПОПЕРЕДНІХ ПРОГНОЗІВ
ПРИРОСТУ РЕАЛЬНОГО ВВП, ЗРОБЛЕНИХ ЕКСПЕРТАМИ**

№ експерта	2007				2008				2009				Прогноз на майбутній період
	Прогноз	Факт	Відхилення, %	Оцінка	Прогноз	Факт	Відхилення, %	Оцінка	Прогноз	Факт	Відхилення, %	Оцінка	
1	2,60	2,80	7,14	0,14	7,90	8,30	4,82	0,40	9,20	8,70	5,75	0,31	9,6
2	2,10	2,80	25,00	0,50	9,10	8,30	9,64	0,80	10,10	8,70	16,09	0,87	12,3
3	2,90	2,80	3,57	0,07	7,30	8,30	12,05	1,00	8,60	8,70	1,15	0,06	8,9
4	1,40	2,80	50,00	1,00	7,80	8,30	6,02	0,50	8,20	8,70	5,75	0,31	7,5
5	3,20	2,80	14,29	0,29	8,10	8,30	2,41	0,20	9,00	8,70	3,45	0,19	9,3
6	3,10	2,80	10,71	0,21	8,90	8,30	7,23	0,60	10,30	8,70	18,39	1,00	9,7
7	1,90	2,80	32,14	0,64	8,40	8,30	1,20	0,10	8,90	8,70	2,30	0,13	9,5
8	2,50	2,80	10,71	0,21	8,20	8,30	1,20	0,10	8,40	8,70	3,45	0,19	9,4

Оцінку неточності зробимо наступним чином: приймаємо за 1 найбільше відхилення, а решту порівнюємо зі значенням цього відхилення за формулою:

$$O_i = \frac{\Delta_i}{\Delta_{\max}}, \text{ де } i = \overline{1, \dots, n}. \quad (5)$$

Проаналізуємо для прикладу дані 8-ми умовних експертів:

Отримана оцінка буде відображати ступінь неточності прогнозу, наданого експертом, порівняно з іншими експертами. Середня оцінка розраховується за формулою середньої арифметичної.

Дані про оцінки по інших характеристиках експертів (якість інформації, отриманої експертами, компетентність експертів) проводиться методом самооцінки експерта із критеріями переведу вербальної оцінки в числову за методом наведеним у табл. 1.

Отримані дані про оцінки по всіх характеристиках подамо у вигляді таблиці (табл. 7).

Отримаємо чотири кластери з наступними характеристиками:

I) середня неточність попередніх прогнозів — 0,25—0,40; компетентність експерта (самооцінка) — 0,6—0,8; якість інформації, отриманої експертами — 0,6—0,8;

II) середня неточність попередніх прогнозів — 0,6—0,8; компетентність експерта (самооцінка) — 0,6—0,8; якість інформації, отриманої експертами — 0,4—0,6;

III) середня неточність попередніх прогнозів — 0,25—0,40; компетентність експерта (самооцінка) — 0,8—1,0; якість інформації, отриманої експертами — 0,6—0,8;

IV) середня неточність попередніх прогнозів — 0—0,25; компетентність експерта (самооцінка) — 0,8—1,0; якість інформації, отриманої експертами — 0,8—1,0.

Таким чином, відсіюється II кластер, так як неточність (ступінь відхилення) цих прогнозних даних є найбільшою, тобто інтервал прогнозів, здійснених експертами даного кластера має найбільший розмах, що задається інтервалом [7,5; 12,3], отже дані прогнози є найбільш неточними. Припускаємо, що прогноз на наступний період буде найбільш точним у експертів I, III та IV кластерів, тобто прогнозний інтервал звузився до [8,9; 9,7]. З метою ще більшого уточнення прогнозу отримані дані можуть бути повторно оцінені, з аналогічним проходженням усіх кроків запропонованого алгоритму. Повторне оцінювання можна проводити за умови наявності достатньої кількості даних для утворення 2-х кластерів.

ОЦІНКИ ХАРАКТЕРИСТИК ЕКСПЕРТІВ

Характеристика	Номер експерта							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Неточність попередніх прогнозів	0,14	0,50	0,07	1,00	0,29	0,21	0,64	0,21
	0,40	0,80	1,00	0,50	0,20	0,60	0,10	0,10
	0,31	0,87	0,06	0,31	0,19	1,00	0,13	0,19
Компетентність експерта (самооцінка)	0,6—0,8	0,6—0,8	0,8—1,0	0,6—0,8	0,8—1,0	0,6—0,8	0,8—1,0	0,8—1,0
Якість інформації, отриманої експертами	0,6—0,8	0,4—0,6	0,6—0,8	0,4—0,6	0,8—1,0	0,6—0,8	0,6—0,8	0,8—1,0
Належність до кластера	I	II	III	II	IV	I	III	IV

* — середнє значення відповідних неточностей.

У результаті отримаємо групу експертів, що є найкомпетентнішими, тому можливо припустити, що їхні прогнози будуть найточніші і на наступний період. Отже, саме ці прогнозні оцінки слід брати до уваги при визначенні прогнозу на майбутні періоди раніше запропонованим способом. Відповідно, й отримане в результаті прогнозування значення показника буде точнішим.

Запропонований спосіб поєднання експертного методу оцінювання зі складовими імовірнісних та інтервальних методів задання невизначених чисел для прогнозування макропоказників економічного розвитку країни та розроблена концепція та методика прогнозування дозволяють виділити найбільш вірогідні значення із прогнозів експертів, та отримати кінцевий результат у вигляді інтервалу, який враховує неточності при оцінці.

Література

1. *Алефельд Г., Херицбергер Ю.* Введение в интервальные вычисления. — М.: Мир, 1987.
2. *Калмыков С. А., Шокин Ю. И., Юлдашев З. Х.* Методы интервального анализа. — Новосибирск: Наука, 1986.
3. *Назаренко Т. И., Марченко Л. В.* Введение в интервальные методы вычислительной математики. — Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 1982.
4. *Шарый С. П.* Конечномерный интервальный анализ. — Изд-во «XYZ», 2010.
5. *Шарый С. П.* Интервальные алгебраические задачи и их численное решение: Диссертация на соискание ученой степени доктора физико-математических наук. — Новосибирск, 2000.
6. *Шарый С. П.* Алгебраический подход во «внешней задаче» для интервальных линейных систем. // Вычислительные технологии. — 1998.
7. *Шокин Ю. И.* Интервальный анализ. — Новосибирск: Наука, 1981.
8. *Бронз П. В.* Разработка методов оценки экономической эффективности инвестиционных проектов электростанций по интервальным данным: Диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук. — Москва, 2007.
9. *Moore R. E.* Interval analysis. Engelwood Cliffs. — N.J.: Prentice-Hall, 1966.
10. *Zaden L. A.* Fuzzy sets. — Information and Control. — 1965. — № 8. — P. 338—353.
11. *Zaden L. A., Whalen B. H.* On optimal control and linear programming. — IRE Trans. Automatic control, Ac-7. — 1962. — P. 45—46.
12. *Ferson Scott.* Risk Assessment with Uncertain Numbers. — Lewis Publishers, 2002. — 214 p.

13. Організаційно-методичні підходи до запровадження в НБУ системи оцінки стійкості фінансової системи: Інформаційно-аналітичні матеріали / За редакцією д.е.н., проф. В. І. Міщенко, канд. екон. наук доц. О. І. Кіреєва і канд. екон. наук М. М. Шаповалової. — К.: Центр наукових досліджень НБУ, 2005. — 97 с.

14. Показатели финансовой устойчивости. Руководство по составлению. — Вашингтон, округ Колумбия, США: Международный Валютный Фонд, 2007 год.

15. Офіційний сайт видання «Економічна правда». — <http://epravda.com.ua/news/4aa699d3b4cd7/>.

16. Гориков М. К., Шереги Ф. Э. Как провести социологическое исследование. — М.: Политиздат, 1990.

17. Добреньков В. И., Кравченко А. И. Методы социологического исследования: Учебник. — М.: ИНФРА-М, 2004. — 768 с.

18. Вітлінський В. В., Наконечний С. І., Шаранов О. Д. Економічний ризик і методи його вимірювання: Підручник. — К.: ІЗМН, 1996. — 400 с.

Стаття надійшла до редакції 14.06.2011 р.

УДК 519.86

В. І. Іваненко, д-р техн. наук, професор,
університет «Києво-Могилянська Академія»,
О. В. Куц, здобувач,
О. В. Гришин, здобувач,
Національний технічний університет України «КПІ»

ДО УПРАВЛІННЯ ФІНАНСАМИ В КОМЕРЦІЙНИХ БАНКАХ

АНОТАЦІЯ. У роботі представлено потокову модель економічної системи на прикладі комерційного банку, побудована за допомогою інструментарію інженерної теорії автоматичного керування.

ABSTRACT. In the work it is represented the flow model of economics system — commercial bank, created by means of engineers theory of automatic control.

КЛЮЧОВІ СЛОВА. Теорія керування, об'єкт керування, комерційний банк, збурення, потокова модель.

З точністю до прийменника «до» назва цієї статті співпадає з назвою книжки [1]. Але мабуть так само — «Управління фінансами в комерційних банках» — виглядав би і український переклад