

DOI: [10.32702/2307-2105-2019.7.41](https://doi.org/10.32702/2307-2105-2019.7.41)

УДК 336.7

*Т. Ю. Гайда,
к. е. н., ст. викладач кафедри міжнародних економічних відносин,
Тернопільський національний економічний університет
ORCID: 0000-0001-6664-8772*

ВИКОРИСТАННЯ ТЕОРІЇ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ МЕТОДУ ДЕРЕВА РІШЕНЬ У МІЖНАРОДНОМУ БІЗНЕС-АНАЛІЗІ

*T. Y. Haida
Ph. D. in Economics, senior lecturer at International economic relations department,
Ternopil national economic university*

IMPROVING DECISION TREE METHOD IN INTERNATIONAL BUSINESS ANALYTICS WITH FUZZY LOGIC

В статті розглянуто особливості використання нечіткої логіки при здійсненні міжнародного бізнес-аналізу. Запропоновано використання методу нечіткої логіки для підвищення ефективності методу дерева рішень при аналізі діяльності гіпотетичної фірми. Причиною підвищення ефективності виявлено можливість більш точного опису думок експертів, які традиційно були прив'язані до встановлення чітких значень коефіцієнтів. Часто це унеможливило опис реального бачення події, явища чи процесу експертом. Розглянуто популярні програмні додатки, що дозволяють використовувати нечіткі алгоритми широкому загалу користувачів. Виявлено, що використання алгоритмів нечіткої логіки на сьогодні є достатньо простим завдяки наявності зручних графічних користувацьких інтерфейсів і дозволяє використовувати цей інструмент особам без математичного фаху, що значно розширює можливості його використання.

In the article author described features of the fuzzy logic algorithm usage for improving decision tree method accuracy in the context of international business analysis. Decision tree method is a management risk tool that uses a graph or a model of solutions and their possible consequences, including the probability of outcome events, resource cost, utility. The decision tree is a way of displaying the algorithm, helping to determine the most attractive strategy for achieving the goal. However, this method also has a number of shortcomings. The main one is the use of an expert method for describing and assessing the probabilities of a scenario. This is due not only to the subjectivity of the analyst-expert, but also to the impossibility, in some cases, to accurately predict many probabilities of a scenario. For any business risks, that are hard to evaluate, are a very negative thing, as the inability to predict risks probabilities and their effects or influences leads to bigger cost increase to cover those risks. Very often, expert methods are used to manage and assess risks. The main disadvantage of the expert method is the factor of subjectivity and the impossibility to describe a certain phenomenon with one digit or coefficient. The use of the fuzzy logic method is proposed for increasing the efficiency of the decision tree method in the analysis of the hypothetical firm's activity. Previously analysts had to know perfectly the manual

calculation of fuzzy sets. It needed highly skilled professionals, which was only available to large companies and a narrow circle of scientists. Today, all calculations are carried out "under the hood" by means of computer software, which allows using this method to a wide public of researchers. That's why the author considered popular software applications that allow the usage of fuzzy algorithms for the general public. Author described a hypothetical example of the decision tree method application to assess the riskiness of the release of a new product into a foreign market. It has been found that the use of fuzzy logic algorithms is fairly simple today due to the availability of convenient graphical user interfaces and allows the use of this tool for persons without a mathematical background, which greatly extends the possibilities of its use.

Ключові слова: міжнародний бізнес-аналіз; нечітка логіка; нечіткі множини; експертний метод; управлінські рішення.

Key words: international business analysis; fuzzy logic; fuzzy sets; expert method; managerial decisions.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями:

При інтенсифікації євроінтеграційних процесів у нашій державі як ніколи гостро стоїть проблема ведення конкурентної боротьби із закордонними компаніями як на національному ринку, так і на ринках інших країн, в тому числі у інтернет-середовищі. Очевидними перепонами є по-перше фірми, що вже функціонують на європейському ринку і мають значний досвід ведення конкурентної боротьби та інформаційні засоби для цього. По-друге, якщо мова йде про роботу наших компаній на закордонних ринках – потенційні явні та приховані протекціоністські ринкові механізми. Окрім цього, при веденні зовнішньоекономічної діяльності підприємства в значно більшій мірі стикаються із певними форс-мажорними, непередбачуваними обставинами які можуть значним чином вплинути на бізнес процеси. Володіння засобами, що дозволяють більш точно описувати та прогнозувати події, і які здатні вплинути на компанію може надати додаткові конкурентні переваги.

Аналіз останніх досліджень і публікацій:

Одним із таких засобів з теорії нечітких множин, запропонована у Л. Заде. Дослідженням цього підходу займалися Б. Діаз, А. Морілас, В. Чернов, Л. Дорохова, А. Оздієв, А. Карпова та багато інших науковців.

Проте поява сучасних програмних додатків з простим графічним інтерфейсом дозволяє переглянути традиційні судження щодо доцільності та можливості застосування даного інструменту, в тому числі малими та середніми фірмами.

Постановка цілей статті: Метою дослідження є виявлення можливості використання теорії нечітких множин при здійсненні міжнародного бізнес-аналізу та обґрунтування доцільності такого застосування для управлінських рішень при веденні зовнішньоекономічної діяльності.

Виклад основного матеріалу дослідження:

При здійсненні зовнішньоекономічної діяльності на закордонних ринках компанії різного розміру регулярно стикаються із ризиками. Навіть у розвинутих і стабільних у більшості відношень країнах Європейського союзу присутній ряд ризиків, пов'язаних, наприклад зі змінами законодавства, виходом Великобританія зі складу Євросоюзу, нерівномірністю економічного розвитку країн-членів і т.п. Для будь-якого бізнесу негативним є не стільки сама наявність певного ризику, як неможливість його передбачення та прогнозування його ефектів та впливів. Дуже часто для управління ризиками використовують експертні методи. Основним недоліком експертного методу є фактор суб'єктивізму а також неможливість чіткого опису певного явища однією цифрою. Саме для нівелювання цього недоліку пропонуємо використовувати методи нечіткої логіки.

Нечітка логіка – це математичний підхід, що базується на понятті нечіткої множини і вивчає певні процеси та явища з функцією приналежності елемента до множини яка приймає значення у інтервалі від 0 до 1, а не лише 1 або 0 («істина» або «хибність»), як це прийнято у програмуванні або побудові простих моделей приналежності. Такий підхід дозволяє виконувати логічні операції з цими множинами, задаючи словесно числові величини і мати їх конкретне математичне відображення. В даному ракурсі виникло поняття «лінгвістична змінна». Базуючись на цьому стає можливим буквально віднімати від поняття «середній дохід» «низькі витрати».

В основі цього підходу лежить теорія, викладена в серії робіт Л. Заде в 1965-1973 роках. Саме в його роботах розглядаються елементи множини, для яких функція приналежності представляє собою не жорсткий поріг (належить / не належить), а плавну сигмоїду (часто спрощено ламану лінію), що проходить через всі значення від нуля до одиниці [4, 66].

Треба сказати, що поняття нечіткої множини цілком узгоджується з інтуїтивними уявленнями про навколишній світ. Велика частина використовуваних понять за своєю природою нечіткі і розмиті і спроба загнати їх у рамки двійкової логіки призводить до неприпустимих спотворень. Важко, наприклад, побудувати порогову функцію приналежності для множин «дорогий», «популярний», «якісний» і т.д. В рамках теорії нечітких множин це завдання не викликає ніяких труднощів.

Паралельно з використанням нечіткої логіки в системах управління робилися енергійні зусилля щодо створення на її основі нового покоління експертних систем. Як зазначає Коско [5], нечіткі експертні системи, крім своєї основної переваги – кращої адаптованості до умов реального світу, володіють ще двома достоїнствами в порівнянні з традиційними. По-перше, вони вільні від так званих «циклічних блокувань» при побудові висновків. По-друге, різні бази нечітких правил можна з легкістю об'єднувати, що рідко вдається в звичайних експертних системах.

Таким чином, даний метод дозволяє більш точно описувати комплексні явища, події, величини завдяки можливості описати їх не лише одним усередненим числом, а логічним відображенням, яке є найбільш близьким до того, як його розуміють з прийняття зовнішнього світу. Наприклад, експертні оцінки ризиків традиційно задають відсотком, ймовірністю настання того чи іншого ризику, в той час, як експерт словесно може більш широко це описати. Наприклад – при сприятливих обставинах ризик може бути низьким, в звичайних – високим, в несприятливих обставинах ризик буде також високим. Проте для традиційного опису моделей, як вже згадувалось, йому доведеться обмежитись описом цього ризику якимось одним усередненим значенням, яке буде найбільшою мірою відповідати його (експерта) оцінці. Тобто теорія нечітких множин дозволяє отримати більш точне відображення реального світу в математичних моделях.

Прикладами, де застосовують теорію нечітких множин для аналізу економічних, бізнесових явищ та процесів можна назвати:

- Аналіз криміногенної обстановки, ризику рейдерських захоплень;
- Аналіз клімату, погоди, врожайності;
- Фінансові ризики;
- Моделювання страхових ситуацій;
- Зміни законодавства;
- Ризики державних переворотів, змін політичних курсів;
- Маркетингові ризики, пов'язані з «хайпами» (спонтанними спалахами популярності) на товари/послуги конкурентів або товари-субститути та ін.

Слід зазначити, що раніше аналітикам потрібно було досконало знати процедуру ручного обчислення нечітких множин. Це потребувало фахівців надзвичайно високої кваліфікації, що було доступно лише великим компаніям та вузькому колу науковців. На сьогодні ж всі обчислення здійснюються «під капотом» засобами комп'ютерного програмного забезпечення, що дозволяє використовувати цей метод широкому загалу дослідників.

Так, існує низка програмних продуктів, які дозволяють працювати із нечіткими множинами і, при цьому, не потребують спеціальних знань математики. Алгоритми їх роботи є прихованими від користувача. Аналітику потрібно лише розуміти фізичну природу невизначеності і вміти інтерпретувати нечіткі числа. Найпопулярнішими програмами є:

- CubiCalc - одна з найбільш потужних комерційних експертних систем на основі нечіткої логіки, що дозволяє створювати власні прикладні експертні системи;
- RuleMaker - програма автоматичного виявлення нечітких правил з вхідних даних ;
- FuziCalc - електронна таблиця з нечіткими полями, що дозволяє робити швидкі оцінки при неточно відомих даних без накопичення помилок при виконанні оцінок.

Також надзвичайно вдалими для інформаційно-аналітичних систем для компаній та науковців загалом є програмні продукти, розроблені українською компанією Inex-FT:

- Fuzzy for Excel – розширює можливості звичайного Excel для обробки нечітких чисел;
- Expert Professional Master – один із найпотужніших аналітичних продуктів компанії, будучи багатофункціональним середовищем, в рамках якої можна без програмування вирішувати задачі оцінки, прогнозування, класифікації (кластеризації) із будь-яких предметних областей.
- Expert Professional Planner – спеціалізований програмний комплекс для вирішення задач мережевого планування та управління проектами в умовах невизначеності, коли не точно відомо початок, тривалість та об'єм робіт, кількість виділених ресурсів і їх витрачання, параметри фінансування та інші величини;
- scikit-fuzzy – спеціалізована бібліотека мови програмування Python.

Достатньо зручним є розширення Fuzzy for Excel (FE). Часто при проведенні фінансових розрахунків, визначенні економічної ефективності угод використовуються електронні таблиці типу Microsoft Excel. Fuzzy for Excel є розширенням, що встановлюється в якості «надбудови» і дозволяє, поряд із звичайними числами, працювати з числовими величинами, точні значення яких не визначені або невідомі, але про які все ж таки існують деякі міркування хоча б відносно їх порядку та/або характеру. При цьому забезпечується аналіз чисел не в одному (що властиво традиційним числовим розрахунками, в тому числі і за допомогою звичайних електронних таблиць), а у двох вимірах: власне на числовій осі та на осі впевненості (ризик). На рис. 1. зображено один із способів задання нечіткої величини.

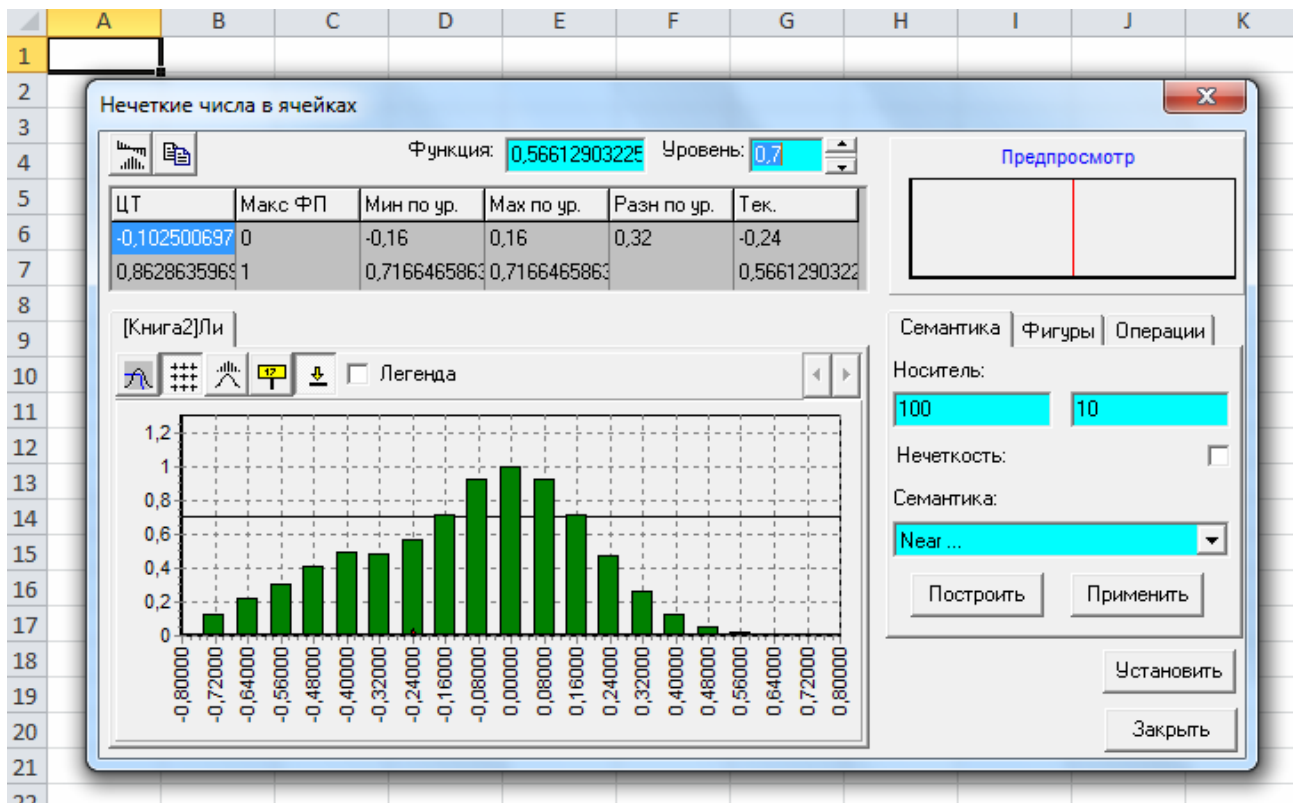


Рис. 1. Опис нечіткого значення засобами Fuzzy for Excel tool

Простота роботи забезпечується за рахунок того, що всі операції здійснюються у середовищі Microsoft Excel. Крім цього, FE містить низку інтуїтивно зрозумілих функцій для завдання нечітких чисел і реалізації традиційних арифметичних операцій. Більшість функцій працює як з нечіткими, так і зі звичайними числами. Правила виклику і використання функцій FE аналогічні Microsoft Excel. FE також надає користувачеві широкі можливості по візуалізації результатів розрахунків як за допомогою засобів Microsoft Excel, так і власними, вбудованими засобами [2, с. 283].

Також нечіткі множини можна застосовувати і в Data-Mining чи OLAP-системах. В такому разі виникає проблема накопичення (зберігання) нечітких даних. Для створення нечітких баз даних доцільно застосувати підхід, запропонований В. Бочерніковим. Ним у якості основи для створення нечіткої бази даних обрано реляційну модель. Перевагою реляційного підходу є представлення інформації у вигляді відношень, що дає можливість застосувати апарат прикладної алгебри і нечіткої логіки до задач проектування нечіткої бази даних та наблизити модель даних до професійної мови експерта. Представляти інформаційні одиниці у базі даних пропонується за допомогою нечітких мір [1].

В якості більш детального прикладу пропонуємо використати теорію нечіткої логіки для підвищення точності методу дерева рішень. Метод дерева рішень, що був опублікований у контексті даної наукової проблеми [3, с. 186] – це засіб управління управлінськими ризиками, який використовує граф або модель рішень та їх можливих наслідків, включаючи ймовірності результатів подій, вартості ресурсів, корисності і тип. Також дерево рішень є способом відображення алгоритму, допомагає визначити найбільш привабливу стратегію для досягнення поставленої мети.

Найчастіше цей метод застосовується для аналізу ризиків певних процесів, які характеризуються невеликою кількістю можливих сценаріїв розвитку. Тобто дерево рішень – це схема можливих сценаріїв розвитку, на якій події позначаються вузлами, роботи - стрілками, а також наводиться інформація про час, вартість робіт між ключовими подіями та ймовірності прийняття того чи іншого рішення. Після побудови дерева рішень визначають наскільки вірогідний кожен сценарій розвитку, розраховують NPV (чистий дисконтований дохід) кожного сценарію, а також інтегральний показник NPV для всього проекту. Якщо NPV більше нуля, тоді є підстави говорити про прийнятний ризик стратегії.

Як приклад можна запропоновано опис гіпотетичного прикладу застосування методу дерева рішень для оцінки ризикованості виходу з новим товаром на деякий зарубіжний ринок. Гіпотетична фірма виявила незадоволений попит на макаронні вироби на ринку Туреччини, схема методу зображена на рис. 2.

Для створення нової виробничої лінії достатньої потужності, продукт якої відповідав би ринковим стандартам Туреччини потрібно 6 років, облікова ставка 0,1. Умовно процес впровадження такої лінії розділимо на чотири основних етапи. Нижче наведено зміст основних етапів даного проекту.

На першому етапі проводяться маркетингові дослідження з метою чіткої ідентифікації попиту, на виробничій лінії світового класу, їх можливості та особливості, ємкості ринку даного продукту. Витрати на маркетингові дослідження в сумі 50000 дол. США здійснюються на початку етапу.

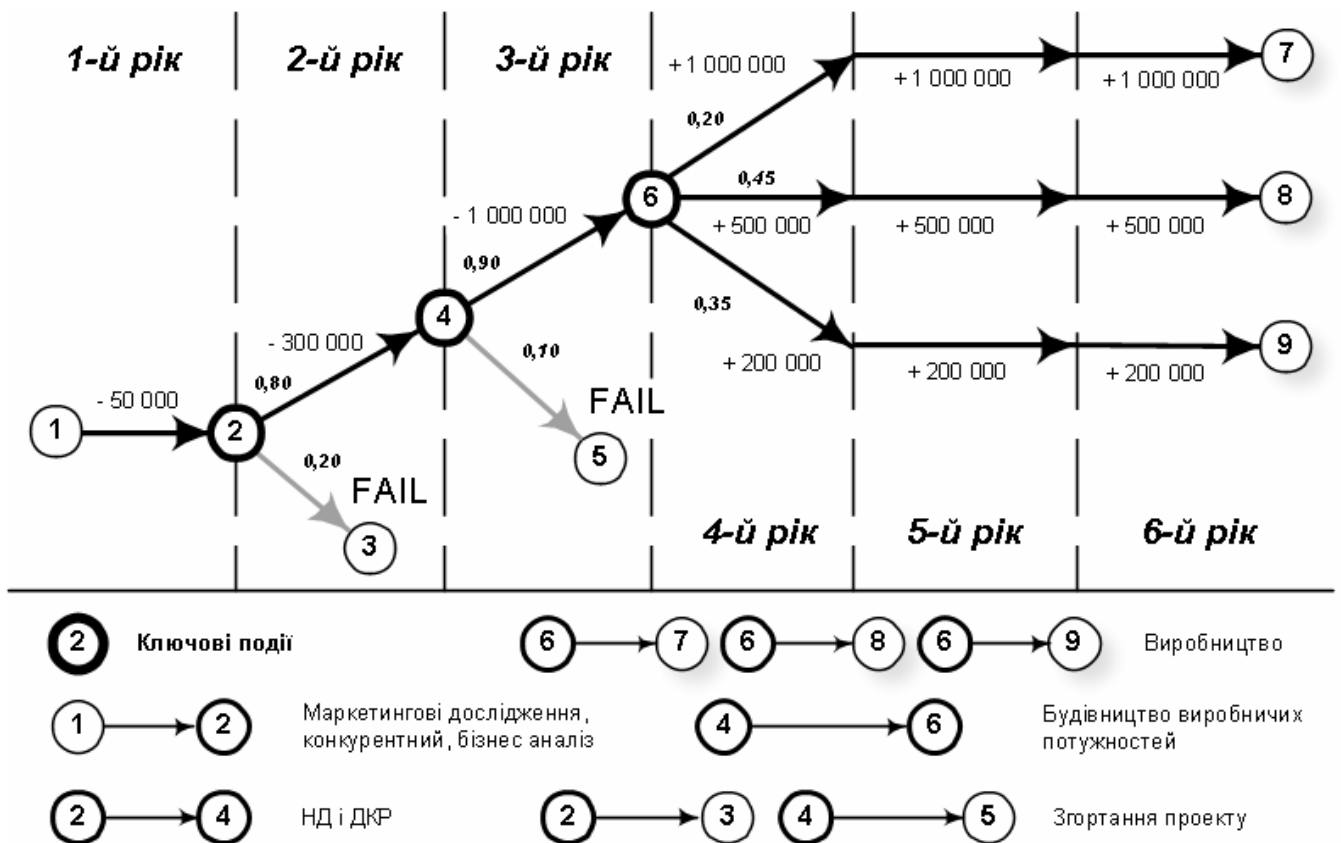


Рис. 2. Дерево рішень проекту «Вихід підприємства на ринок макаронних виробів Туреччини»

На другому етапі можливі два варіанти розвитку проекту: 1) згорання проекту (ймовірність 0,2) , якщо маркетингові дослідження виявили відсутність попиту на продукт або 2) початок НДДКР (ймовірність 0,8, вартість 300 000 дол. США) за умови, що маркетингові дослідження виявили ринкові перспективи продукту.

На третьому етапі можливі два шляхи подальшого розвитку проекту: 1) згорання проекту (ймовірність 0,1) при умові, якщо дослідно-виробнича перевірка виявила неможливість імплементації бажаної виробничої лінії з тих чи інших причин або 2) створення виробничих потужностей для макаронів відповідної якості (ймовірність 0,9, вартість дол. США).

Після четвертого етапу проект починає генерувати грошові надходження. Розмір грошових надходжень визначається ситуацією на ринку макаронів іноземної держави. Припустимо, експерти прогнозують можливість трьох ситуацій на ринку: 1) оптимістична (ймовірність 0,20, щорічні грошові надходження 1,0 млн. дол. США), 2) нормальна (ймовірність 0,45, щорічні грошові надходження 0,5 млн. дол. США), 3) песимістична (ймовірність 0,35, грошові надходження 0,2 млн. дол. США).

На рис. 2 зображено дерево рішень описаної бізнес-стратегії. Нежирними колами на схемі позначені події (початку і закінчення етапів проекту), Жирними – ключові події (після них – альтернативні варіанти розвитку), стрілками – етапи, цифрами над стрілками позначений грошові потоки (не дисконтовані). Цифрами, виділеними жирним шрифтом, позначені ймовірності прийняття певного рішення.

Метод дерева рішень є досить потужним, гнучким і одночасно простим інструментом, який може значно поліпшити прийняття управлінських рішень і його доцільно імплементувати в системи інформаційного забезпечення підприємств, для наукових розробок та досліджень. Основними перевагами методу дерева рішень є можливість його застосування практично у будь-якій галузі. Крім цього, не менш важливим моментом є можливість практично нескінченної деталізації кроків сценарію, що підвищує точність прогнозу (однак підвищує складність і вартість дослідження). Це важливо, наприклад, для харчової галузі, оскільки виробничий ланцюжок тут досить довгий і, відповідно, ризик допустити помилку високий. Також при здійсненні зовнішньоекономічної діяльності модель ускладнюється ще більше, оскільки з'являються додаткові ризики і стохастичні чинники.

Однак у даного методу існує і ряд недоліків. Основний з них – це застосування експертного методу при формуванні ймовірностей настання того чи іншого сценарію. Це пов'язано не лише із суб'єктивізмом аналітика-експерта, але і з неможливістю, в ряді випадків, точно спрогнозувати багатьох ймовірностей настання сценарії. Особливо актуально це в харчовій галузі, оскільки тут існує чимало факторів, які важко передбачити, зокрема, такі як погодні умови, врожайність, коливання цін на інші сировинні ресурси та ін. Цей недолік можна зменшити, застосовуючи нейронні мережі, теорію нечітких множин та відповідне програмне забезпечення [1, 2].

Застосувати теорію нечітких можна, наприклад, на 6-тій події, яка відбувається на 4-му етапі – коли проект може генерувати прибуток. Згідно заданої умови експертами встановлено ймовірності отримувати задані величини прибутку.

Для моделювання використано надбудову Fuzzy Logic Toolbox програмного комплексу MatLab, який є надзвичайно простим і водночас забезпечує весь необхідний функціонал для побудови достатньо складних нечітких моделей із великою кількістю входів та виходів. Так, на рис. 3 зображено головне вікно побудови моделі. Зліва задаються вхідні потоки, справа – вихідні. Вхідними потоками моделі обрано внутрішнє виробництво в країні, в якій фірма планує здійснювати реалізацію продукції а також попит на цю продукцію. Виходом моделі є індикатор ринкової ситуації, яка в дереві рішень зображена елементами 7, 8, 9, і яка, відповідно, є оптимістичною, нормальною і песимістичною. Так, з рис 2. Видно, що при оптимістичному сценарії, який, згідно думки експертів настане з ймовірністю 0,2 щорічний прибуток з реалізації продукції на закордонному ринку становитиме 1 000 000 дол.

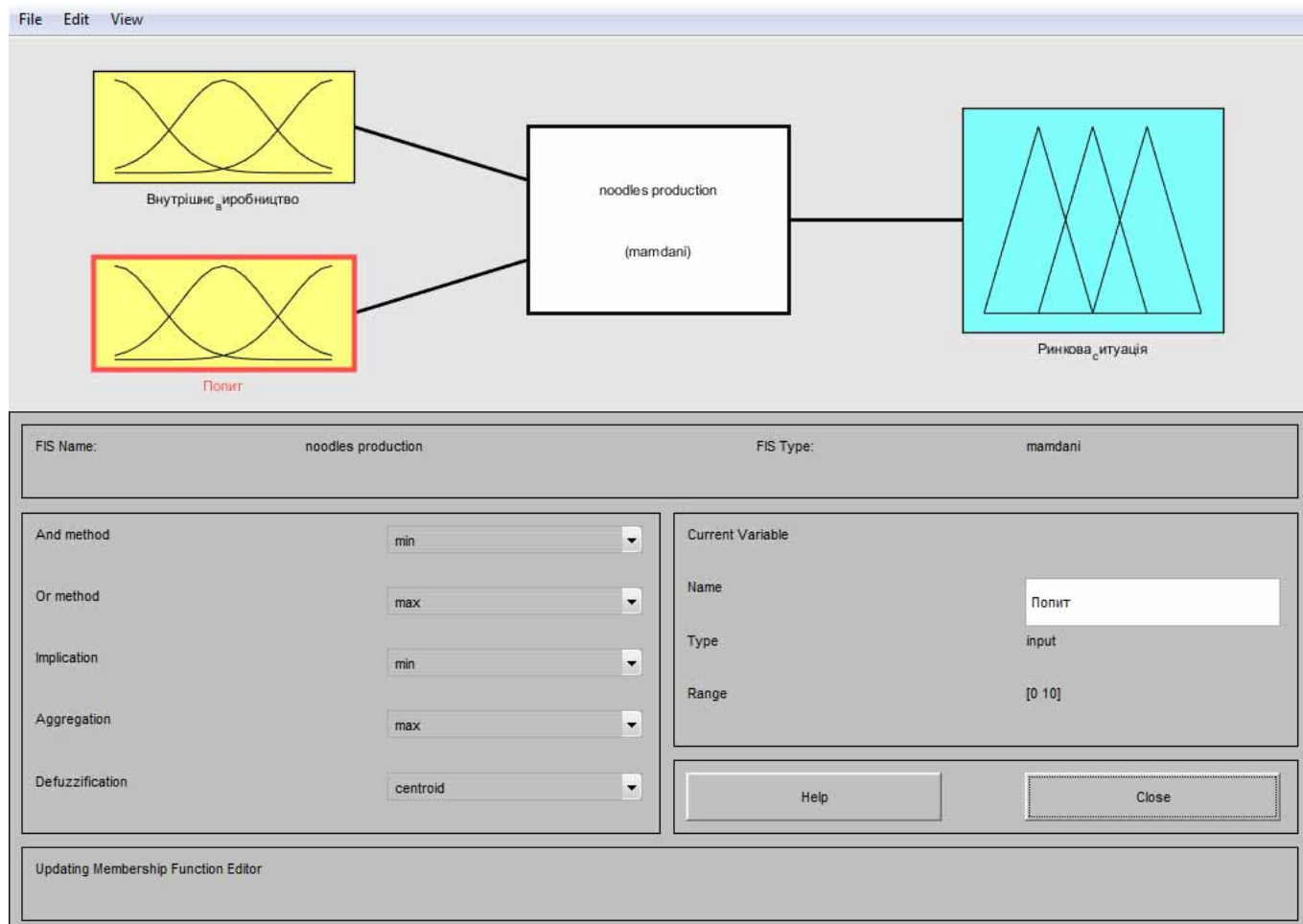


Рис. 3. Загальний вигляд нечіткої моделі в надбудові Fuzzy Logic Toolbox

При нормальній ринковій ситуації, ймовірність якої 0,45, прибуток становитиме 500 000 дол. При песимістичному сценарії, несприятливій ринковій ситуації, щорічний прибуток становитиме лише 200 000 дол.

Тобто на ринкову ситуацію будуть впливати обрані вхідні потоки – внутрішнє виробництво в країні, куди буде здійснюватись експорт та внутрішній попит в цій країні. Спосіб задання цих потоків зображений на рис. 4. В полі Type можна вибрати тип функції, в полі Params задати числові величини ймовірностей. Проте можливим є вручну, користуючись курсором, задати форму функцій, при цьому дані величини будуть введені автоматично, відповідно до цієї функції. Таким чином стає можливим візуально описувати явища та процеси згідно того, як їх бачить експерт, а числові характеристики будуть встановлені програмою.

Варто зазначити, що Fuzzy Toolbox дозволяє задавати практично безмежну кількість входів та виходів моделі, що дозволяє моделювати достатньо складні економічні явища, процеси чи ситуації. Також наявна велика кількість типів функції, такий як трикутна, трапецієвидна, функція Гауса та ін.

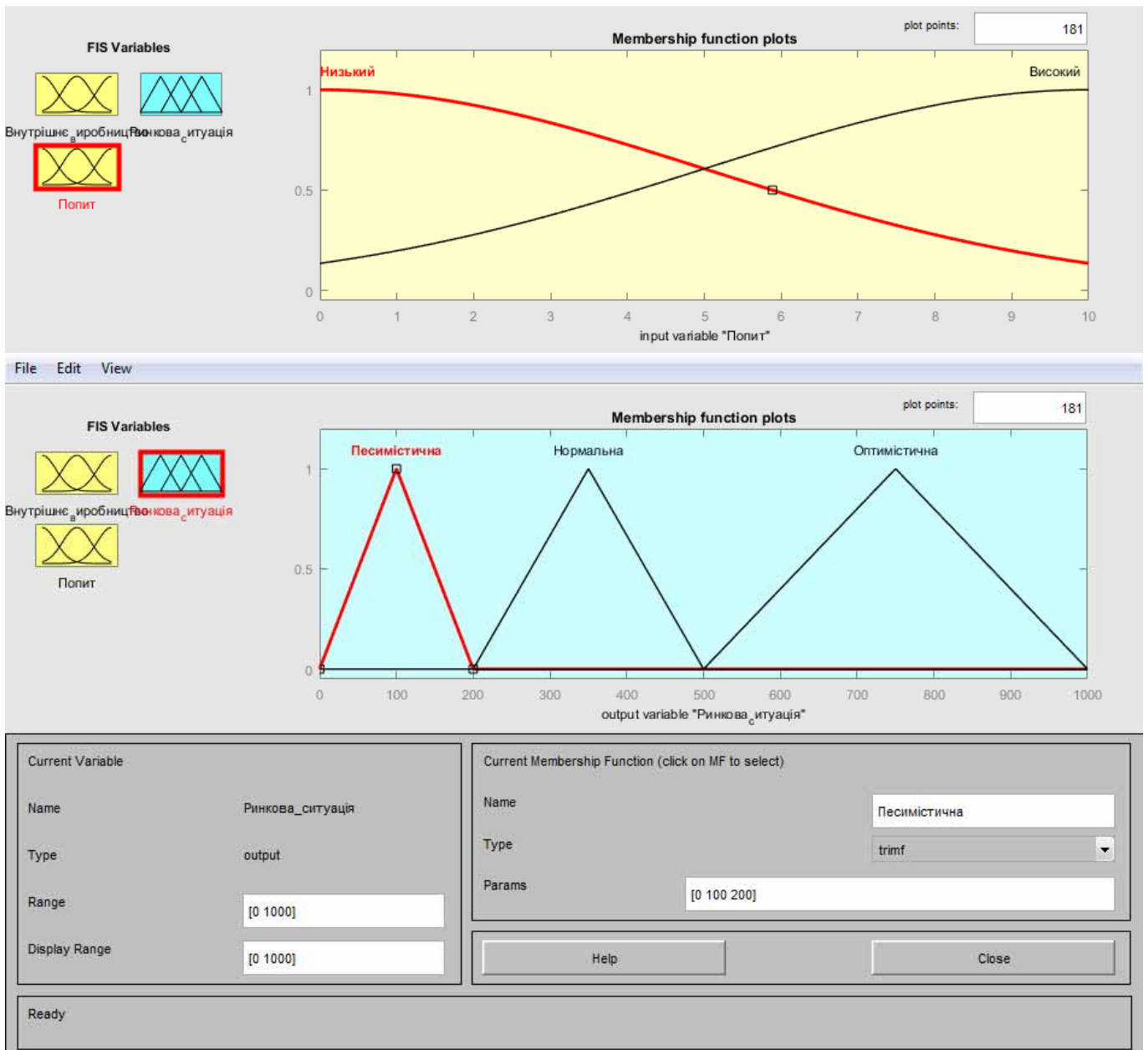


Рис. 4. Задання вхідних і вихідних потоків даних моделі

Наступним кроком при моделюванні є задання правил «якщо ... то ...», де в простому інтерфейсному вікні можна ввести всі бажані комбінації словесних форм (назв входів і виходів моделі). Наприклад якою буде ринкова ситуація (оптимістичною, нормальною чи песимістичною) якщо внутрішніх попит буде низьким, а внутрішнє виробництво в країні, куди буде експортуватись товар, високим. Кількість комбінацій може бути довільною.

Виведення результатів моделювання може здійснюватись у двох форматах – в вигляді моделювання правил, коли рухаючи курсором, скажімо, показник внутрішнього виробництва, автоматично буде змінюватись ринкова ситуація на виході, а також буде виводитись конкретне значення очікуваного прибутку.

Іншим способом виведення є побудова поверхні на тривимірному графіку (рис. 5), на якому можна обрати що саме буде відображатись на осях (які вхідні і вихідні потоки моделі). Оскільки в описаній моделі два вхідні потоки і один вихідний, такий 3-D графік є досить зручним способом відображення можливих варіантів. Якщо обрати лише два параметри, а третій опустити, то графік буде звичайний, двовимірний.

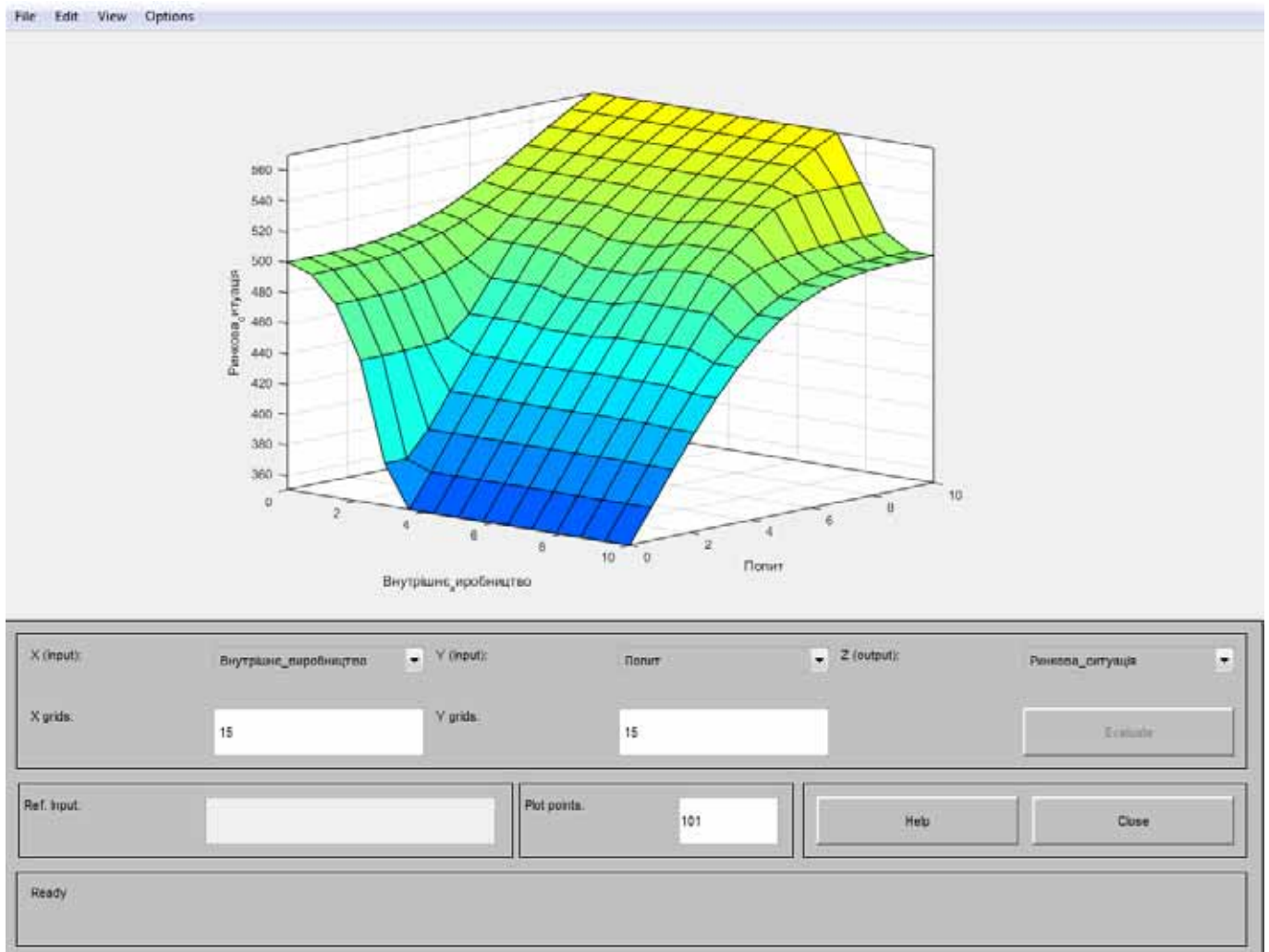


Рис. 5. Виведення результатів нечіткої моделі через 3D графік.

З рис. 5 видно, що незважаючи на початкові умови дерева рішень (оптимістична ринкова ситуація може дозволити отримувати щорічний прибуток в розмірі 1 000 000 дол.), базуючись на описаних вхідних потоках моделі в реальності найбільший очікуваний прибуток може становити не більше 570 000 дол.

Висновки та перспективи подальших досліджень.

Попри описані переваги, застосування нечіткої логіки має і ряд недоліків. Найголовнішим із них є процес дефазування – присвоєння аналітиком значенню певної величини. Наприклад, припущення, що при деяких обчисленнях діапазон чисел від 0 до 0,2 характеризується низьким рівнем ризику, 0,2-0,7 – середнім, 0,7-1 високим. Таким чином, на виході моделі з'являється своєрідний фактор суб'єктивності. Саме за це дану теорію науковці у США на зорі її появи жорстко критикували. Та не зважаючи на це, теорія нечітких множин все ж є потужним інструментом підвищення точності експертних оцінок. Також даний підхід можна використати не лише для підвищення адекватності моделі дерева рішень, але і для оперативного, стратегічного планування чи прогнозування. Теорія нечітких множин вже багато десятиліть використовується провідними фінансовими установами світу, що дозволяло їм значно підвищити точність не лише експертних оцінок економічних явищ, але і загалом підвищити ефективність стратегічного управління, забезпечивши таким чином додатковий прибуток. В нашій державі така методика не є особливо популярною через складність алгоритму та браку відповідних фахівців. Проте завдяки останнім розробкам в сфері програмного забезпечення використання теорії нечітких множин стає можливим її використання більш широкому загалу науковців, управлінців та експертів, що приймають управлінські рішення саме завдяки зручному графічному інтерфейсу у сучасних програмних пакетах. Подальших розробок потребують як навчальні матеріали та робота щодо подальшої популяризації алгоритму, так і доступність програмних засобів з елементами нечіткої логіки для аналізу економічних явищ та процесів, в тому числі open-source типу.

Література.

1. Бочарніков В.П. Нечіткі бази даних. Застосування у бізнес-аналітиці / В.П. Бочарніков, Ю.А. Кірпічіков. – Аналитический портал Конкуренция и конфликты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.inex-ft.com.ua/mds.php?name=Downloads&d_op=getit&lid=8.
2. Бочерников В. П. Fuzzy-технология: Математические основы. Практика моделирования в экономике / В. П. Бочерников. – Санкт-Петербург: "Наука", РАН, 2001. – 328 с.

3. Гайда Т.Ю. Метод дерева решений в системе информационного обеспечения ВЭД предприятий пищевой промышленности / Т.Ю. Гайда // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – Москва : Литера. – 2014. – №4 (63). – С. 186–189.
4. Заде, Л. А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений: пер. с англ. / Л. А. Заде. — М.: Мир, 1976. — с. 165.
5. Kosko B. *Neural Networks and Fuzzy Systems* / Bart Kosko. – Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1991. – 468p.
6. Zadeh, L. Fuzzy Sets / Lotfi Zadeh // *Information and Control*. – 1965. – 8(3). – P. 338–353

References.

1. Bochernikov, V.P. and Kirpichikov, Y.A., “Fuzzy databases. Application in business analytics”, *Analytical portal Competition and conflicts* [Online], available at: http://www.inex-ft.com.ua/mds.php?name=Downloads&d_op=getit&lid=8. (Accessed 15 Jan 2019).
2. Bochernikov, V.P. (2001), *Fuzzy-technologia: matematicheskiye osnovy* [Fuzzy Technology: Mathematical Foundations. Modeling practice in economics], Nauka, Saint Petersburg, Russia.
3. Haida, T.Y. (2014), “Decision tree method in the system of information support for foreign trade activities of food industry enterprises”, *Aktualnye problemy humanitarnykh i estestvennykh nauk*, vol. 14, no. 63, pp. 186-189.
4. Zadeh, L.A. (1976), *Ponyatie lingvisticheskoy peremennoy i eho primenenie k poniatuyu priblizhennykh resheniy: perevod s angliyskogo* [The concept of a linguistic variable and its application to making approximate decisions: transl. from English], Mir, Moscow, Russia.
5. Kosko B. (1991), *Neural Networks and Fuzzy Systems*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
6. Zadeh, L. (1965), Fuzzy Sets, *Information and Control*, vol. 8, no. 3, pp. 338–353.

Стаття надійшла до редакції 20.07.2019 р.