

Державний вищий навчальний заклад
«Українська академія банківської справи Національного банку України»

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРСОНАЛУ БАНКУ
НА ЗАСАДАХ ТЕОРІЇ НЕЧІТКИХ МНОЖИН

Конкурсна робота Всеукраїнського
конкурсу студентських наукових робіт
з природничих, технічних та гуманітарних наук у 2012/2013 навчальному році
за напрямом «Кількісні методи в економіці
(статистика, економіко-математичне моделювання)»

Автор

студент групи МЕК-22
спеціальності 8.03050201
«Економічна кібернетика»
Діденко Ірина Вікторівна

Науковий керівник

завідувач кафедри
економічної кібернетики
Гриценко Костянтин
Григорович

ЗМІСТ

ВСТУП	3
1 ОГЛЯД СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ДО ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРСОНАЛУ БАНКУ	4
1.1 Характеристика задачі оцінки ефективності персоналу банку	4
1.2 Аналіз існуючих методів оцінки ефективності персоналу банку	7
1.3 Постановка задачі дослідження.....	12
2 НЕЧІТКО-МНОЖИННА МОДЕЛЬ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРСОНАЛУ БАНКУ	17
2.1 Розробка моделі оцінки ефективності персоналу банку на засадах теорії нечітких множин	17
2.2 Реалізація нечітко-множинної моделі в системі MATLAB.....	24
ВИСНОВКИ.....	28
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	29
ДОДАТКИ.....	31

ВСТУП

Актуальність проблеми оцінки ефективності персоналу банку обумовлена її великою практичною значимістю та водночас недостатньою теоретичною та практичною розробленістю. Сьогодні, в період соціалізації ринкових процесів, питання оцінки ефективності персоналу банківських установ стоїть надзвичайно гостро, а необхідність його вирішення ні в кого не викликає сумнівів.

Метою конкурсної роботи є теоретичне обґрунтування модельного інструментарію, розробка та програмна реалізація моделі, яка б дозволяла формувати комплексну оцінку ефективності персоналу банку з урахуванням як кількісних так і якісних критеріїв оцінювання.

В загальному вигляді оцінка персоналу банку представляє собою співставлення якісних характеристик персоналу (компетенцій) з посадовими вимогами. Іншими словами, оцінка персоналу банку – це процес визначення ефективності виконання працівниками банку своїх посадових обов'язків і реалізації цілей банку.

Даній проблематиці присвячені праці багатьох вітчизняних та іноземних науковців, таких як: О.Д. Заруба, О.І. Лаврушина, С.В. Мочерний, І.О. Лущик, Г.А. Савченко, С.В. Шекшня, М.Д. Виноградський, Б.І. Мокін, С.М. Козьменко та інші. Практичне використання моделі оцінки ефективності персоналу банку сприятиме покращенню мотивації працівників банку. Крім того, воно сприятиме орієнтації керівництва банку на подальші системні дослідження подібного спрямування та більш ефективне використання трудового потенціалу працівників банку.

1 ОГЛЯД СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ДО ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРСОНАЛУ БАНКУ

1.1 Характеристика задачі оцінки ефективності персоналу банку

На зміцнення конкурентної позиції банку все меншою мірою впливають абсолютні показники його діяльності (розмір власного та запозиченого капіталу, чисті активи банку, обсяг кредитів і депозитів тощо). Сьогодні банки все частіше ставлять за орієнтир роботи якісні показники, зокрема робиться акцент на підвищенні ефективності персоналу. Для банків стали актуальними наступні проблеми: зниження плинності кадрів; підвищення вартості інтелектуального капіталу; збільшення витрат на персонал через стрімкий розвиток бізнесу; підвищення привабливості банку не лише для інвесторів, а й для власного персоналу. Вирішивши ці проблеми, банк зможе досягти поставлених цілей, що стосуються насамперед його конкурентоспроможності. В наш час роль управління персоналом в банках істотно змінилась у порівнянні із радянськими часами (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Місце та роль людських ресурсів у системі банківського менеджменту

Раніше	У сучасних умовах
1	2
Оскільки діяльність банків фокусувалася на рості, а не на продуктивності, це супроводжувалося значним рівнем трудових витрат	Основою стратегії бізнесу стає концепція «Люди – це головний ресурс, а не витрати»
Персонал вважався витратами, а не ресурсом, оскільки більшість робітників була зайнята у сфері обліку, а не маркетингу та інновацій	Зрушення в концепції управління персоналом від позиції «у банку працюють з паперами» до концепції «у банку люди працюють з людьми»
Лише кілька фахівців у верхньому ешелоні фактично складали людський ресурс банку	У новому діловому середовищі найбільш важливе питання – як конкурувати: кожний працівник має зробити певний внесок до спільного результату

Продовження таблиці 1.1

1	2
Основні зусилля були спрямовані на мінімізацію витрат, а не на інновації	Новим критерієм управління людськими ресурсами є якість послуг і додавання нової цінності
Оцінка персоналу як фактора витрат (до 70 % всіх операційних витрат) була головною рисою стратегії банків	Тільки значний рівень ефективності управління людськими ресурсами може зумовити підвищення конкурентної якості банківських послуг
Роль і місце робітника банку визначалися системою внутрішнього просування та лояльністю керівництва	Перенесення акценту на якість банківської послуги

Управління персоналом вимагає вирішення наступних завдань: добір персоналу та його оцінка, адаптація персоналу, професійне становлення та ефективне виконання професійних ролей, мотивація персоналу, здійснення професійної кар'єри та інші. Вони утворюють собою загальну схему управління персоналом організації (рис. 1.1).

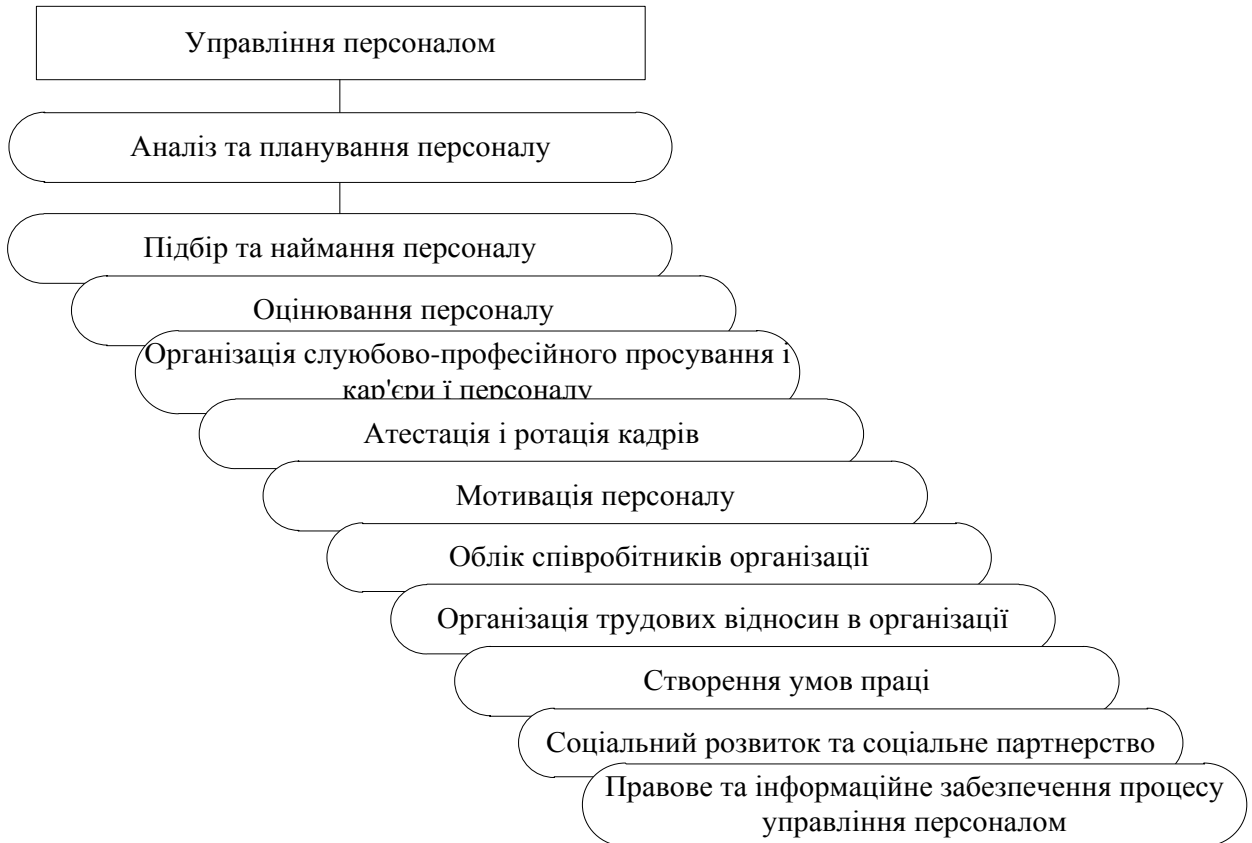


Рисунок 1.1 – Загальна схема управління персоналом організації [1]

Розглянемо більш детальніше завдання оцінювання персоналу. Оцінювання персоналу – це процедура, за допомогою якої визначається ступінь відповідності якостей працівника, його трудової поведінки, результатів діяльності певним вимогам [2]. Оцінка персоналу повинна обов'язково включати психологічний компонент і бути спрямованою на розробку рекомендацій щодо управління персоналом. Оцінці підлягають усі категорії працівників, але значимість її для окремих категорій різна.

Безпосередньо через оцінку персоналу керівник організації може:

- отримати інформацію про ефективність працівників, їх потенційні можливості та перспективи росту;
- виявити причини неефективної діяльності окремих працівників;
- проаналізувати потреби і пріоритети в навчанні та підвищенні кваліфікації;
- знайти шляхи удосконалення організації праці тощо.

До того ж, на результатах оцінки ґрунтується ряд управлінських рішень з таких проблем:

- підбір і розстановка кадрів;
- виявлення вкладу кожного працівника в діяльність організації;
- просування працівників як по вертикалі так і по горизонталі;
- покращення структури, стилю, методів управління персоналом;
- зміцнення взаємозв'язків адміністрації і профспілки, керівників і підлеглих.

Специфіка оцінка ефективності персоналу в банківській сфері виражається через особливості праці банківських працівників, що залежить від їх функціональних обов'язків [3]:

- функції з обслуговування банківського процесу;
- загально-банківські функції;
- адміністративно-управлінські функції.

1.2 Аналіз існуючих методів оцінки ефективності персоналу банку

Успішна діяльність банківської установи визначається ступенем реалізації поставлених перед нею цілей. Показники прибутковості та рентабельності банку визначають загальну оцінку ефективності його роботи в цілому, враховуючи вплив усіх організаційних ресурсів, у тому числі і людських. Існуючі методи оцінки ефективності персоналу банку можна класифікувати за декількома ознаками (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Класифікація методів оцінки банківського персоналу [4]

№ пор.	Класифікаційні ознаки	Назва методів
1	Рівень суспільно-економічного функціонування	– загальні; – специфічні
2	Особливості цільових установок оцінки банківського персоналу	– фактографічні; – прогнозні
3	Етапи оціночного процесу	– попередня; – поточна; – заключна

Залежно від рівня суспільно-економічного функціонування усі методи оцінки персоналу поділяються на методи базового характеру (загальні) та прикладного характеру (специфічні) або традиційні та нетрадиційні методи. За поширенням свого використання лідирують традиційні методи, зокрема система періодичної атестації. До таких методів належать: анкетування, тестування, опитування, співбесіда тощо. Вони залишаються популярними за рахунок своєї простоти та дешевизни проведення. Дані методи характеризуються такими рисами [5]:

- індивідуалізація (фокусування на окремому працівнику, оцінка його за організаційним контекстом);
- однобічність (грунтується винятково на оцінці співробітника керівником);
- ретроспективність орієнтації та недостатнє урахування довгострокових перспектив розвитку організації та працівника.

Нетрадиційні методи створювались для того, щоб вирішити наступні проблеми:

- акцентування уваги на організації (оцінка працівника його колегами та здатність працювати у групах);

- урахування результатів діяльності організації в оцінці окремого працівника, а також впливу діяльності окремого працівника на ефективність організації:

- акцентування уваги не тільки на успішності виконання працівником поточних функцій, а й на його здатності до професійного розвитку та до освоєння нових професій і навичок.

На сьогодні виділяють такі основні нетрадиційні методи оцінювання діяльності персоналу: атестація «360 градусів» [6], Assessment Center [7], управління за цілями [8], управління за досягненнями [9] та інші.

Оцінка «360 градусів» – це систематичний збір даних про показники праці окремого робітника або групи, що отримані від зацікавлених осіб та використання зворотного зв'язку. Схема методу представлена на рис. 1.2.

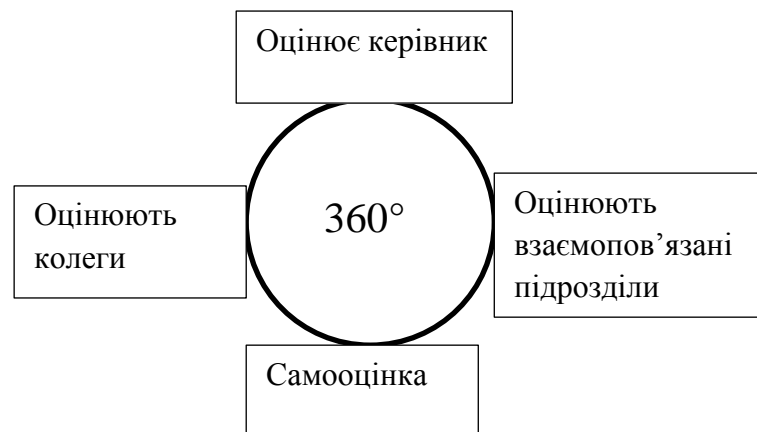


Рисунок 1.2 – Модель оцінки «360 градусів»

Основною перевагою застосування цього методу є те, що оцінка «360 градусів» дозволяє організації усвідомити, наскільки важлива узгодженість між поведінкою керівника, поведінкою працівника, результатами діяльності підрозділу та очікуванням споживача. Дана модель враховує складність управління та цінність інформації, що надходить із різних джерел, при цьому

оцінюються не тільки професіональні, але й лідерські якості працівника. Вона дозволяє розробити план розвитку працівника щодо його професійних, управлінських і лідерських компетенцій, його максимальної інтеграції в організацію, що, безперечно, впливає на підвищення як задоволеності працівника, так і ефективності компанії.

Що ж стосується методу Assessment Center, то він представляє собою технологію оцінки професійних якостей працівників, що ґрунтується на моделюванні ключових аспектів діяльності останніх. Даний метод допомагає керівництву організації оцінити особистісні якості працівників та їх здатність проявити себе в тих або інших ситуаціях. Оцінку можна проводити за допомогою інтерв'ю з експертом, в результаті якого збирається інформація щодо знань і досвіду діяльності співробітника; тестування (діагностика індивідуально-психологічної, ділової, професійної компетентності); ділової гри; інтерв'ю за компетенціями; індивідуального аналізу конкретних ситуацій (case-study). Консультантам необхідно упродовж робочого дня спостерігати за працівниками у визначених ситуаціях і виставляти їм комплексні оцінки за певною системою критеріїв.

Описані методи набули високої популярності за кордоном. Проте, вони не є прийнятними для сучасної української системи управління персоналом через ряд своїх недоліків. По-перше, їхня висока вартість проведення не є доступною для вітчизняної організації середнього рівня. По-друге, для того, щоб провести комплексний аналіз діяльності персоналу, використовуючи перелічені методиками, потрібен досить тривалий час. Крім того, рівень точності отриманих результатів не завжди відповідатиме дійсності, оскільки, аналіз проводиться без використання будь-якого математичного представлення. На практиці рекомендується одночасне поєднання методів «360 градусів» і Assessment Center із традиційними методиками.

Класичним методом оцінки діяльності персоналу є «Управління за цілями». Центральна ідея цієї концепції полягає у множинності цілей організації. Завдання керівника – збалансувати ці цілі. Важливою перевагою

цієї концепції є об'єднання цілей і завдань, що стоять перед окремим менеджером, із загальними цілями організації, оскільки невід'ємною умовою ефективного управління за цілями є широка участь у ньому працівників. Вищі керівники, у свою чергу, повинні підтримувати співробітництво з персоналом і його участь у прийнятті рішень щодо стратегії розвитку організації.

Основними недоліками такого підходу є часті зміни зовнішнього та внутрішнього середовища, що не дозволяє використовувати його як основу менеджменту, оскільки альтернативність досягнення цілей не є необхідною в цьому підході. Крім того, керівникам іноді важко встановити кількісно визначені цілі для кожного підлеглого.

Управління за досягненнями (Performance Management) виступає своєрідною сумішшю декількох існуючих методик оцінки ефективності персоналу. Сутність цього методу розкривається через принципи його функціонування:

- метод управління за досягненнями орієнтований на досягнення взаємопов'язаних, взаємозалежних кількісних та якісних цілей;
- повинна бути присутньою ієрархія цілей організації, тобто в основі цілей відділу та особистих цілей працівників мають лежати цілі всієї організації;
- взаємозалежність досягнення поставлених цілей перед робітником і його матеріальних чи нематеріальних винагород.

Взагалі дана концепція для оцінки ефективності персоналу використовує показники якості роботи KPI (Key Performance Indicators). Вони всебічно оцінюють працівника та виявляють не тільки його кількісні досягнення, а й формують загальну картину «клімату» всередині колективу.

Відомо, що при оцінці персоналу організації оперують характеристиками, що носять переважно якісний характер. Тому доречно згадати про теорію нечітких множин, основні положення якої висвітлено в наукових розробках зарубіжних (Л. Заде, Д. Дюбуа, А. Прад, А.О. Недосекін)

та вітчизняних вчених (В.В. Вітлінський, А.В. Матвійчук, Б.І Мокін, О.В. Мороз, А.П. Ротштейн, О.В. Серая, С.Д. Штовба). Сьогодні зазначені науковці пропонують надійний математичний апарат теорії нечітких множин, що може бути використаний для оцінювання ефективності персоналу та задовольняє таким важливим вимогам, як:

- однаковість критеріїв, за якими експерти оцінюють ефективність персоналу;

- можливість перетворення лінгвістичних оцінок експерта в числові оцінки, визначені в одній і тій же шкалі оцінювання, за однаковими правилами.

Для побудови моделі оцінки ефективності персоналу банку нами було обрано теорію нечітких множин. Нечітко-множинні моделі зазвичай використовують для дослідження тих процесів, які вирізняються своєю складністю, тобто тоді, коли важко підібрати простішу математичну модель. Крім того, у даному випадку оцінка ефективності персоналу банку буде проводитись здебільшого за допомогою якісних критеріїв, які можна сформулювати лише в лінгвістичній формі.

Переваги та недоліки використання тих чи інших методів оцінки ефективності персоналу представлені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Переваги та недоліки методів оцінки ефективності персоналу

Назва методу	Переваги	Недоліки
1	2	3
«360 градусів»	Простота проведення. Демократичність у виборі критеріїв	Низький рівень точності та високі ресурсні витрати
Assessment Center	Максимально наближений до реальних умов діяльності персоналу. Високий цілісний рівень точності	Висока вартість проведення

Продовження таблиці 1.3

1	2	3
Управління за цілями та досягненнями	Об'єднання цілей і завдань, що стоять перед окремим працівником, із загальними цілями організації. Залучення всього персоналу. Високий вибірковий рівень точності	Неврахування частих змін внутрішнього та зовнішнього середовищ. Складність у встановленні кількісно визначених цілей для кожного підлеглого. Вартість проведення середня
Оцінка ефективності персоналу на засадах теорії нечітких множин	Однаковість критеріїв, за якими експерти оцінюють ефективність персоналу. Можливість перетворення лінгвістичних оцінок експерта в числові оцінки, визначені в одній і тій же шкалі оцінювання, за однаковими правилами. Можливість поєднання з іншими методами	Суб'єктивність у виборі типу та параметрів функцій належності

1.3 Постановка задачі дослідження

Оцінка ефективності персоналу є невід'ємною частиною системи менеджменту будь-якої організації. Основною задачею, яку ми ставимо перед собою, є побудова прикладного інструменту, що дозволить отримати певний інтегральний показник, що характеризує рівень ефективності конкретного працівника банку та може бути використаний для мотивації його подальшої діяльності. На основі отриманих інтегральних показників ефективності працівників банку буде сформовано їх рейтинг. Від найвищого значення цього показника керівництво буде відштовхуватись при нарахуванні розміру надбавок до заробітної плати.

Невід'ємною частиною при створенні моделі є врахування особливостей об'єкта та суб'єкта оцінювання. Вибір як одного, так і іншого елемента для банківського персоналу є досить специфічним, оскільки в якості як суб'єкта, так і об'єкта виступають люди, які співіснують у нерозривному поєднанні (рис. 1.3):



Рисунок 1.3 – Узагальнена схема управління персоналом [10]

Успіх представленого на рис. 2.1 процесу в великій мірі залежить від ефективності каналу зворотного зв'язку, що розглядається як процес оцінки суб'єктом управління відповідності об'єкта управління встановленим стандартам. Від того, наскільки об'єктивно буде проведено оцінювання персоналу та достовірною буде отримана суб'єктом управління інформація, залежить рівень можливих втрат під час досягнення управлінських цілей. Розглянемо більш детально основні вимоги, які висуваються до суб'єкта та об'єкта оцінювання.

Перш за все необхідно обрати те, що ми будемо оцінювати, тобто об'єкт. Оцінку банківського персоналу можна проводити починаючи від конкретного індивідуума і до всього персоналу банку. Ключовою вимогою, яка висувається до об'єкта дослідження є те, щоб усі працівники банку були повністю охоплені періодичною оцінкою ефективності їхньої діяльності. Потім варто звернути особливу увагу на підбір експертної групи (суб'єкта оцінювання).

При підборі експертів в першу чергу визначають кількісний склад експертної групи. Кількість експертів має бути достатньо великою для того, щоб в сукупності вони мали змогу врахувати суттєві властивості задачі та щоб рішення, знайдене за їх допомогою, було достатньо точним [11]. В ролі експертів з оцінювання ефективності персоналу банку можуть виступати: безпосередній керівник відділу, по якому здійснюється оцінка, керівник відділу по роботі з персоналом, інші співробітники оцінюваного відділу, представники внутрішнього чи зовнішнього аудиту, клієнти оцінюваного співробітника чи навіть сам оцінюваний може провести самооцінку. Зазначені можливі учасники експертної групи мають як свої переваги, так і недоліки. Наприклад, оцінювання одразу двома керівниками може призвести до дублювання інформації, участь в оцінюванні колег чи підлеглих осіб може породити міжособистісні конфлікти всередині колективу тощо. Тому треба з особливою увагою відбирати склад експертної групи. Перш ніж призначати працівника на посаду експерта, керівництво банку повинно обов'язково ознайомити його з усіма тонкощами використовуваної методики оцінювання.

Коли чисельність експертної групи визначена, переходять безпосередньо до підбору експертів. Для цього визначають коло завдань, які необхідно вирішити, та складають перелік осіб, компетентних в даних областях. До необхідних умов підбору експертів відносяться [11]:

1. Компетентність, тобто ступінь кваліфікації експерта. Визначається на основі аналізу діяльності фахівця.
2. Креативність — здатність до вирішення творчих завдань.
3. Конформізм — урахування впливу пріоритетів..
4. Ставлення до експертизи (сумлінність, чесність).
5. Конструктивність мислення, тобто пропозиції повинні мати практичну спрямованість та урахувати реальні можливості.
6. Колективізм — створення позитивного психологічного клімату.
7. Самокритичність.

Для моделювання оцінки ефективності персоналу банку буде використано метод експертних оцінок з використанням теорії нечітких множин. Для цього буде сформована група експертів, які здійснюватимуть оцінювання, використовуючи набір спеціальних критеріїв. Експертну групу пропонується сформувати з трьох осіб:

- керівник відділу корпоративних продажів банку (Експерт 1);
- керівник відділу внутрішнього аудиту банку (Експерт 2);
- працівник відділу корпоративних продажів банку (Експерт 3).

Оскільки у даній роботі буде проведене моделювання оцінки ефективності персоналу відділу корпоративних продажів банку, необхідно обрати такі критерії оцінювання, за допомогою яких можна було б оцінити кожного працівника цього відділу: провідного спеціаліста, консультанта, юриста, бухгалтера, економіста. Для оцінки ефективності працівників відділу корпоративних продажів використаємо наступні п'ять критеріїв:

- індивідуальний показник коефіцієнта корисної дії;
- рівень комунікабельності та контактності;
- здатність робітника організувати та планувати роботу;
- професійна компетентність;
- здатність до нововведень.

Перший критерій носить кількісний характер і визначає внесок конкретно взятого співробітника в розвиток діяльності всього відділу. Наступні чотири критерії є якісними. Їх не можливо виміряти кількісним шляхом, тому для оцінювання й було запропоновано інструментарій теорії нечітких множин. Дані критерії виступатимуть у ролі лінгвістичних змінних, які оцінюватимуться за допомогою терм-множини, терми якої формалізуються параметричними функціями належності [12]. Оскільки у більшій мірі комплексний показник оцінки залежатиме саме від обраних критеріїв, то до них висуватимуться особливі вимоги:

– утворена терм-множина повинна містити такі терми, за допомогою яких кожен з експертів міг би адекватно оцінити працівника за кожним із обраних критеріїв;

– лінгвістичні оцінки повинні бути чітко сформульованими та бути зрозумілими не лише експерту, а й оцінюваному співробітнику;

– кількість лінгвістичних оцінок не повинна перевищувати дев'яти, оскільки це може лише ускладнити процес оцінювання.

Рівень комунікабельності та контактності для співробітників відділу корпоративних продажів банку відіграють дуже важливу роль, оскільки їм постійно доводиться активно спілкуватись як із клієнтами, так і із колегами не лише по відділу, а й усього банку. Даний критерій показує здатність людини знайомитись, розпочинати та вести ділові переговори, встановлювати та підтримувати тривалий контакт з людьми.

Критерій здатності робітника організувати та планувати роботу характеризує його не тільки як кваліфікованого спеціаліста, але й вдалого організатора.

Професійна компетентність працівника відділу корпоративних продажів поєднує такі складові частини:

– економічну (рівень отриманої освіти та участь в проектах по підвищенню професійно-кваліфікаційного рівня);

– комп'ютерну (навики застосування інформаційних технологій);

– виробничу (практична реалізація вмінь у процесі виконання посадових обов'язків).

Останній критерій, представлений у списку, в сучасних умовах є одним із ключових. Адже здатність до нововведень, тобто до структурних змін у різних сферах діяльності працівника, характеризують його як фахівця, який здатен швидко реагувати та підлаштовуватись під нові умови праці.

2 НЕЧІТКО-МНОЖИННА МОДЕЛЬ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРСОНАЛУ БАНКУ

2.1 Розробка моделі оцінки ефективності персоналу банку на засадах теорії нечітких множин

У попередньому розділі були описані критерії, що використовуються в моделі оцінки ефективності персоналу. Розглянемо кожен із них детальніше.

Перший критерій, якому відповідає лінгвістична змінна «Індивідуальний показник коефіцієнта корисної дії» є кількісним критерієм, що безпосередньо характеризує результативність роботи працівника. Для його обчислення використаємо наступну формулу [13]:

$$P_p = \frac{P_B * D_{сер} * R_{сер} * Ч_{II}}{100}, \quad (2.1)$$

де P_p – продуктивність праці працівника за звітний період;

P_B – питома вага (цінність) працівника підприємства;

$D_{сер}$ – середня кількість днів, відпрацьованих працівником;

$R_{сер}$ – середня тривалість робочого дня, годин;

$Ч_{II}$ – середньогодинна продуктивність працівника.

Експерти дають оцінку індивідуального показника коефіцієнта корисної дії за допомогою таких лінгвістичних термів, як «дуже низький», «низький», «середній», «високий», «дуже високий».

Другий критерій, якому відповідає лінгвістична змінна «Рівень комунікабельності та контактності», визначається за допомогою наступних оцінок (лінгвістичних термів):

«дуже низький» – співробітник взагалі не підтримує ні з ким контакту, замкнутий в собі;

«низький» – співробітник намагається проявляти активність в діловому спілкуванні із колегами та клієнтами, проте не дотримується мовних норм ввічливості і тим самим відштовхує від себе співрозмовника;

«середній» – уміє налагодити контакт із людьми, але неефективно використовує свій робочий час;

«високий» – добре володіє основами ділового спілкування, проте інколи вагається приймати самостійно рішення в межах своєї компетенції;

«дуже високий» – відмінно підтримує контакт із оточуючими людьми і періодично пропонує шляхи покращення виконання тієї чи іншої роботи.

Наступний критерій, якому відповідає лінгвістична змінна «Здатність працівника організувати та планувати роботу», є одним із основних в діяльності персоналу відділу корпоративних продажів. Він визначається за допомогою таких оцінок:

«дуже низька» – явно неорганізований робітник;

«низька» – не вміє організувати та планувати свою роботу;

«середня» – вміє організувати трудовий процес, але не завжди вдало планує роботу;

«висока» – вміє добре організувати та планувати свою роботу;

«дуже висока» – вміє створювати та підтримувати чіткий порядок у роботі на основі ефективного планування.

Четвертий критерій, якому відповідає лінгвістична змінна «Професійна компетентність», вимагає від працівника високого рівня спеціальних знань. Він включає в себе не лише вже здобутий професійний досвід, але й здатність працівника до вдосконалення своїх знань, самонавчання. Даний критерій оцінюється такими лінгвістичними термами:

«дуже низька» – співробітник має середню спеціальну освіту, не проявляє ніякої ініціативи щодо підвищення свого професійного рівня;

«низька» – співробітник має вищу освіту проте не проявляє активності в підвищенні якості професійних знань;

«середня» – має вищу освіту та декілька позитивних відгуків від клієнтів і з попереднього місця роботи (навчання);

«висока» – має вищу освіту, декілька дипломів міжнародного стандарту та паралельно постійно бере участь у різноманітних семінарах і тренінгах;

«*дуже висока*» – має науковий ступінь і постійно виступає в ролі ініціатора проведення наукових семінарів чи тренінгів.

Останній критерій, якому відповідає лінгвістична змінна «*Здатність до нововведень*», є особливо актуальним в час постійних технологічних і нормативних змін, характерних для сьогодення. Його оцінки мають такий вигляд:

«*дуже низька*» – працівник взагалі не сприймає нововведень;

«*низька*» – працівник робить спроби проявляти інтерес до нововведень;

«*середня*» – працівник використовує у своїй діяльності певні новації;

«*висока*» – працівник добре освоює нові технології та самостійно йде на різноманітні експерименти удосконалення своєї роботи;

«*дуже висока*» – працівник охоче приймає будь-які нововведення, які пропонує керівництво організації та пропонує власні рішення проблеми.

Для використання вищезазначених критеріїв необхідно присвоїти кожному з них коефіцієнт відносної важливості ($w_i, i = \overline{1, 5}$), щоб адекватно врахувати вплив окремих критеріїв на комплексну оцінку. Коефіцієнти відносної важливості критеріїв можуть бути визначені різними способами, наприклад, за методом аналізу ієрархій Сааті з використанням наступної шкали парних порівнянь [14]:

1 – якщо перевага i -го критерію над j -им критерієм відсутня;

3 – якщо перевага i -го критерію над j -им критерієм слабка;

5 – якщо перевага i -го критерію над j -им критерієм істотна;

7 – якщо перевага i -го критерію над j -им критерієм явна;

9 – якщо перевага i -го критерію над j -им критерієм абсолютна;

2, 4, 6, 8 – проміжні порівняльні оцінки: 2 – майже слабка перевага, 4 – майже істотна перевага, 6 – майже явна перевага, 8 – майже абсолютна перевага.

Вважаємо, що думки експертів узгоджені, тоді матриця парних порівнянь $A = \{ a_{ij} \}$ ($i, j = \overline{1, n}$), де a_{ij} – оцінка важливості i -го критерію по відношенню до j -го критерію за вищенаведеною шкалою Сааті, є діагональною ($a_{ii} = 1$) та обернено симетричною ($a_{ij} = 1/a_{ji}$). Коефіцієнти відносної важливості критеріїв дорівнюють відповідним координатам власного вектора $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ матриці парних порівнянь A . Вектор W знаходять з наступної системи рівнянь:

$$\begin{cases} A \cdot W = \lambda_{max} \cdot W, \\ w_1 + w_2 + \dots + w_n = 1, \end{cases} \quad (2.2)$$

де λ_{max} – найбільше власне значення матриці A .

Модель оцінки ефективності персоналу записується у такому вигляді:

$$Y = f(\vec{X}, \vec{K}, \vec{W}), \quad (2.3)$$

$$\vec{X} = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}^T, \quad \vec{K} = \{k_1, k_2, \dots, k_m\}^T, \quad \vec{W} = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}^T, \quad (2.4)$$

$$\sum_{i=1}^m k_i = 1, \quad \sum_{j=1}^n w_j = 1, \quad (2.5)$$

де: Y – інтегральна оцінка ефективності персоналу;

\vec{X} – вектор нечітких оцінок ефективності персоналу, отриманих згідно обраних критеріїв оцінювання (лінгвістичних змінних) [15];

\vec{K} – вектор вагових коефіцієнтів, що характеризують відносну компетентність експертів [11];

\vec{W} – вектор вагових коефіцієнтів, що характеризують міру впливу окремих критеріїв оцінювання на інтегральну оцінку [16];

m – кількість експертів;

n – кількість критеріїв оцінювання ефективності персоналу.

Інтегральна нечітка експертна оцінка з урахуванням ваги w_j кожного j -го критерію оцінювання представляється у вигляді наступної нечіткої множини:

$$Y = \{ \langle \mu_Y(u) / u \rangle \}, \quad \mu_Y(u) = \max_{j=1, n} (\mu_{x_j}(u) \cdot w_j), \quad u \in U, \quad (2.6)$$

де: $\mu_{x_j}(u)$ – міра належності елемента $u \in U$ нечіткій множині x_j , що описує нечітку експертну оцінку працівника за j -тим критерієм;

n – кількість критеріїв.

Нечітка експертна оцінка працівника за j -тим критерієм представляється у вигляді наступної нечіткої множини:

$$x_j = \{ \langle \mu_{x_j}(u) / u \rangle \}, \quad \mu_{x_j}(u) = \min_{i=1, m} (\mu_{x_{ij}}(u) \cdot k_i), \quad u \in U, \quad j = \overline{1, n}, \quad (2.7)$$

де: U – універсальна множина (шкала оцінювання), задана на відрізку $[0, 1]$;

$\mu_{x_{ij}}(u)$ – обрана i -им експертом функція належності (відповідності) елемента $u \in U$ нечіткій множині x_{ij} , яка відповідає j -му критерію оцінювання (лінгвістичній змінній);

k_i – коефіцієнт компетентності i -го експерта.

Коефіцієнт компетентності є кількісною оцінкою рівня компетентності та розраховується за результатами висловлювань фахівців про склад експертної групи. Для розрахунку коефіцієнта компетентності проводять опитування фахівців про склад експертної групи та будують матрицю $B = \{ b_{ij} \} (i, j = \overline{1, m})$ з елементами [11]:

$$b_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } j\text{-й експерт назвав } i\text{-го експерта;} \\ 0, & \text{якщо } j\text{-й експерт не назвав } i\text{-го експерта.} \end{cases} \quad (2.8)$$

За цією матрицею обчислюють коефіцієнт компетентності i -го експерта як відносну вагу:

$$k_i = \frac{\sum_{j=1}^m b_{ij}}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m b_{ij}}, \quad i = \overline{1, m}, \quad \sum_{i=1}^m k_i = 1. \quad (2.9)$$

Коефіцієнт компетентності експертів можна обчислити також за апостеріорними даними, тобто за результатами оцінювання працівників. Основною ідеєю цього обчислення є наступна гіпотеза: компетентність експертів оцінюється за ступенем погодженості їхніх оцінок із груповою оцінкою працівників [11].

Функції належності, якими описуються нечіткі терми лінгвістичних змінних (критеріїв) «Індивідуальний показник коефіцієнта корисної дії», «Рівень комунікабельності та контактності», «Здатність працівника організувати та планувати роботу», «Професійна компетентність», «Здатність до нововведень» зручно будувати на основі методу аналізу ієрархій Сааті [14]. Терм-множина цих критеріїв представлена у вигляді таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Шкала оцінювання персоналу за j -тим критерієм

Відповідність співробітника j -му критерію	Дуже низька	Низька	Середня	Висока	Дуже висока
Нечіткий терм T лінгвістичної змінної	<i>ДН</i>	<i>Н</i>	<i>С</i>	<i>В</i>	<i>ДВ</i>
$u \in U$	0	0,25	0,5	0,75	1

Для того, щоб спростити нечітко-множинну модель, для всіх нечітких термів (*ДН*, *Н*, *С*, *В*, *ДВ*) використана гаусова функція належності (рис. 2.1), яка добре апроксимує функції належності, отримані за методом парних порівнянь Сааті:

$$\mu_{x_{ij}}(u) = e^{-\frac{(u-m_{jT})^2}{2a_{jT}^2}}, \quad j = \overline{1, n}, \quad (2.10)$$

де m_{jT} – координата максимуму (позиція центру);

a_{jT} – коефіцієнт концентрації (контролює ширину «дзвону»).

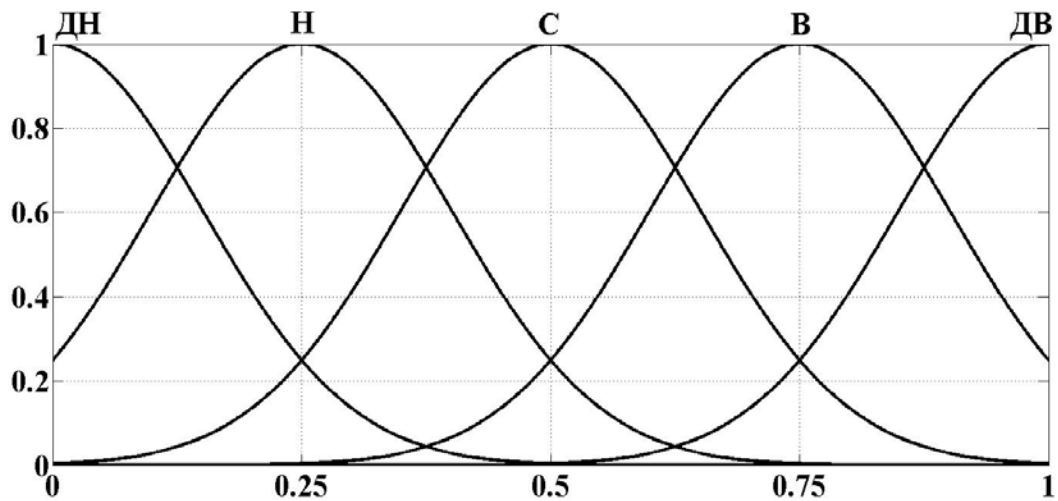


Рис. 2.2 – Функції належності нечітких термів лінгвістичних змінних

Для всіх критеріїв оцінювання прийнято $m_{jДН} = 0$; $m_{jН} = 0,25$; $m_{jС} = 0,5$; $m_{jВ} = 0,75$; $m_{jДВ} = 1$. Коефіцієнт концентрації приймемо рівним $a_{jT} = 0,15$.

Дефазифікація інтегральної нечіткої оцінки Y здійснюється за методом центру тяжіння за формулою

$$Y^* = \frac{\sum_{l=1}^L u_l \cdot \mu_Y(u_l)}{\sum_{l=1}^L \mu_Y(u_l)}, \quad (2.11)$$

де $\mu_Y(u_l)$ – міра належності елементів $u_l \in U$ нечіткій множині Y , що представляє собою інтегральну нечітку оцінку ефективності персоналу,

L – кількість рівнів шкали оцінювання.

Отримані інтегральні оцінки ефективності працівників Y^* дають змогу в подальшому визначити рейтинг кожного із працівників і на рейтинговій основі здійснити матеріальне стимулювання працівників. В ролі матеріальних стимулів пропонується використати надбавки до заробітної плати, які можна визначати за формулою [17]:

$$H_i = \frac{Y_i^*}{Y_{\max}^*} \cdot H_{\max}, \quad i = \overline{1, p}, \quad (2.12)$$

де: Y_i^* – інтегральна оцінка ефективності i -го працівника;

Y_{\max}^* – максимальна серед усіх працівників відділу інтегральна оцінка ефективності;

H_{\max} – максимальний розмір надбавки до основної заробітної плати для даного банку;

p – загальна кількість працівників у відділі, яким встановлюється надбавка.

2.2 Реалізація нечітко-множинної моделі в системі MATLAB

Розглянемо реалізацію розробленої нечітко-множинної моделі оцінки ефективності персоналу банку в системі MATLAB. Вважаємо, що всі експерти є однаково компетентними, тому рівень їх компетентності не враховуємо. Нехай експерти, які мають однакову компетентність, оцінили діяльність певного працівника відділу корпоративних продажів банку за допомогою лінгвістичних оцінок x_{ij} , причому $i = \overline{1,3}$ – номер експерта, $j = \overline{1,5}$ – номер критерію.

Маємо наступні нечіткі оцінки ефективності банківського працівника трьома експертами за п'ятьма критеріями:

- 1) індивідуальний показник коефіцієнта корисної дії: $x_{11} = "C"$, $x_{21} = "B"$, $x_{31} = "ДВ"$;
- 2) рівень комунікабельності та контактності: $x_{12} = "H"$, $x_{22} = "C"$, $x_{32} = "B"$;
- 3) здатність працівника організувати та планувати роботу: $x_{13} = "ДН"$, $x_{23} = "H"$, $x_{33} = "C"$;
- 4) професійна компетентність: $x_{14} = "C"$, $x_{24} = "B"$, $x_{34} = "ДВ"$;
- 5) здатність до нововведень: $x_{15} = "ДН"$, $x_{25} = "H"$, $x_{35} = "C"$

Для автоматизації розрахунків за методом аналізу ієрархій Сааті використовуються m -функції, лістинги яких приведені у додатку А:

`string2a_r.m` – за методом Ротштейна А.П. формує матрицю парних порівнянь за одним останнім рядком матриці парних порівнянь снові (передбачається, що думки експертів узгоджені), в якій порівнюється один елемент з усіма іншими (включая і себе);

`a2mu_r.m` – розраховує коефіцієнти відносної важливості за формулою (2.2) на основі матриці парних порівнянь, сформованою за методом Ротштейна А.П. з використанням m-функції `string2a_r.m`.

Розмістимо обрані критерії оцінювання у порядку зменшення важливості їх впливу на комплексну оцінку (рівень ефективності працівника). Найбільш важливим, на нашу думку, є індивідуальний показник коефіцієнта корисної дії (Кр1), менш важливим є рівень комунікабельності та контактності (Кр2), середню позицію займає здатність працівника організувати та планувати роботу (Кр3), наступним за значущістю критерієм є професійна компетентність (Кр4), останнім – здатність до нововведень (Кр5). За дев'ятибальною шкалою Сааті перший рядок матриці порівнянь A матиме такий вигляд: Кр1, Кр2, Кр3, Кр4 та Кр5; і відповідно матиме наступні числові значення коефіцієнтів: 1, 3, 5, 7, 9. Розрахунок коефіцієнтів відносної важливості w_i , $i = \overline{1, 5}$ обраних критеріїв Кр1, Кр2, Кр3, Кр4 та Кр5 в системі MATLAB представлений на рис.2.2.

```

1 - comp_str = [1 3 5 7 9]
2 - A = string2a_r(comp_str)
3 - [norm_mu, mu] = a2mu_r(A);
4 - w = mu

Command Window
>> koef_w

comp_str =

    1     3     5     7     9

A =

    1.0000    3.0000    5.0000    7.0000    9.0000
    0.3333    1.0000    1.6667    2.3333    3.0000
    0.2000    0.6000    1.0000    1.4000    1.8000
    0.1429    0.4286    0.7143    1.0000    1.2857
    0.1111    0.3333    0.5556    0.7778    1.0000

w =

    0.5595    0.1865    0.1119    0.0799    0.0622
fx >>

```

Рисунок 2.2 – Розрахунок коефіцієнтів відносної важливості за методом парних порівнянь Сааті в системі MATLAB

Перш ніж переходити до створення m-сценарію обробки вхідних даних (експертних оцінок), необхідно створити m-функції, за допомогою яких здійснюються розрахунки за формулами (2.6) і (2.7): `fuzoper` і `fuzprod`. Лістинг цих m-функцій представлено в додатку Б.

Лістинг m-сценарію `bank_personnel_estimator`, за допомогою якого оцінюється ефективність працівника банку, представлений в додатку В. Графічна ілюстрація етапів оцінювання ефективності працівника банку на основі моделі (2.1)-(2.11) представлено на рис. 2.3.

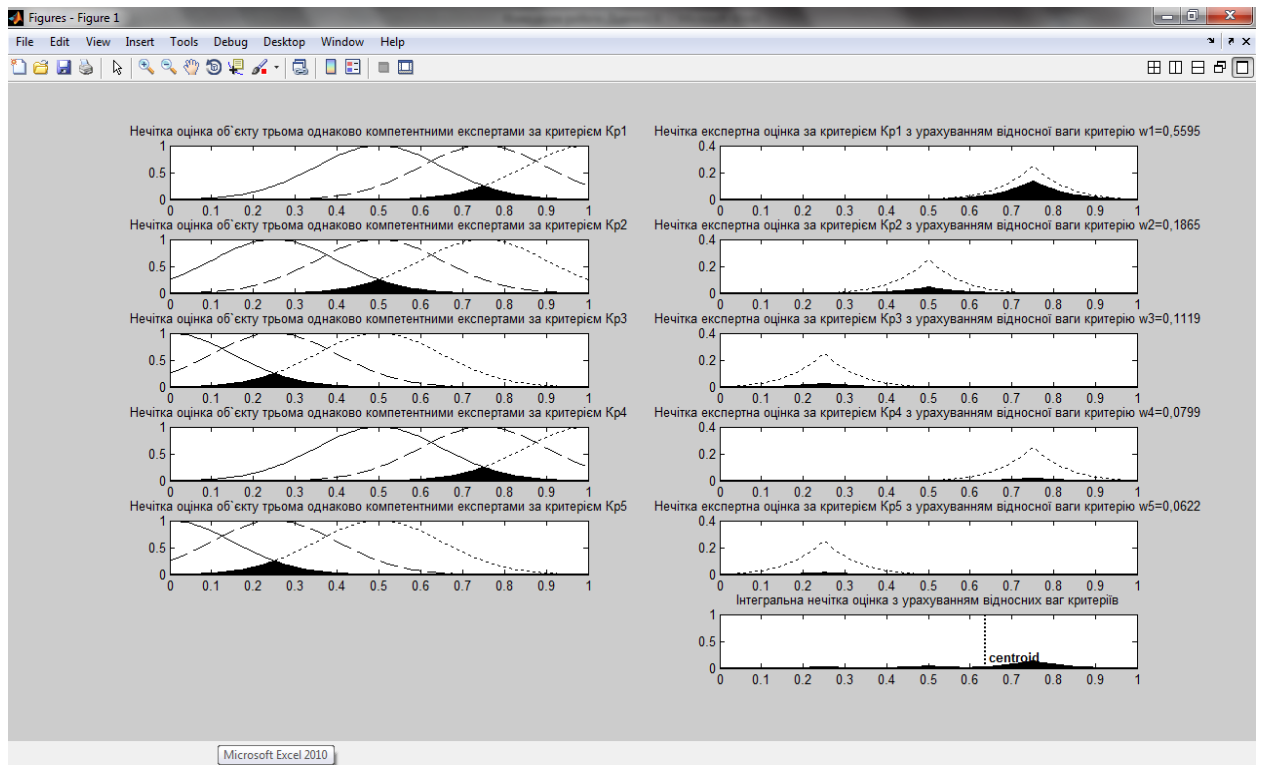


Рисунок 2.3 – Оцінювання ефективності працівника банку на засадах теорії нечітких множин

Значення інтегрального показника оцінки ефективності працівника банку виводиться в командному вікні системи MATLAB:

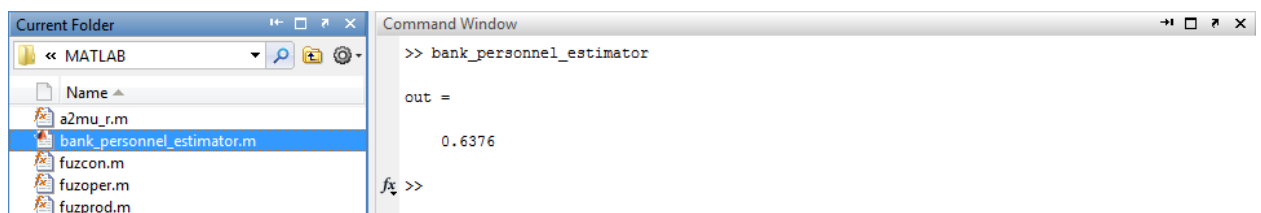


Рисунок 2.4 – Інтегральний показник оцінки ефективності працівника відділу корпоративних продажів банку

Програмна реалізація нечітко-множинної моделі в системі MATLAB (див. додатки А, Б, В) забезпечила доступність її сприйняття та легкість внесення змін. Для того, щоб дана модель набула широкого розповсюдження на практиці, пропонується створити окремий програмний додаток на мові С# за допомогою середовища програмування Microsoft Visual Studio та СУБД Microsoft SQL Server Express. Пропонується створити таку базу даних, яка б містила інформацію про персонал кожного відділу окремо, і всього банку в цілому. Крім можливості виставляти оцінки персоналу за визначеними критеріями конкретною експертною групою, в програмному додатку можна також реалізувати рейтингову систему оцінювання персоналу, на основі якої керівництво банку може приймати рішення щодо заохочення найрезультативніших працівників.

ВИСНОВКИ

Проведення регулярної оцінки ефективності персоналу банку дозволяє визначати пріоритети розвитку працівників, планувати їхню кар'єру та формувати у банківських працівників мотивацію до розвитку необхідних професійних компетенцій. Сьогодні не існує єдиної методики оцінки ефективності персоналу банку. Для оцінки ефективності персоналу банку було обрано теорію нечітких множин, яка дозволяє використовувати як кількісні так і якісні критерії оцінювання.

Розроблена на засадах теорії нечітких множин модель оцінки ефективності персоналу банку містить такі основні компоненти: вектор нечітких оцінок ефективності персоналу банку, отриманих згідно обраних критеріїв оцінювання; вектор вагових коефіцієнтів, що характеризують відносну компетентність експертів; вектор вагових коефіцієнтів, що характеризують міру впливу окремих критеріїв оцінювання на інтегральну оцінку. Для обчислення вагових коефіцієнтів було використано метод попарних порівнянь за шкалою Сааті.

Запропонована модель була реалізована в системі MATLAB засобами функціонального модуля Fuzzy Logic Toolbox і дозволяє отримати інтегральну оцінку ефективності персоналу банку. Її можна використовувати при ранжуванні персоналу банку за ефективністю та нарахуванні до основної заробітної плати надбавок з метою матеріального стимулювання персоналу.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Пошелюжна, Л.Б. Особливості сучасного управління персоналом на вітчизняних підприємствах [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.nbuiv.gov.ua/portal/Soc_Gum/inek/2010_1/163.pdf. – Заголовок з екрану.
2. Данюк, В.М. Менеджмент персоналу: навчальний посібник [Текст] / В.М. Данюк, В.М. Петюх, С.О. Цимбалюк та ін.; за заг. ред. В.М. Данюка, В.М. Петюха. – К: КНЕУ, 2006. – 398 с.
3. Роздобудько, В.В. Специфіка визначення ефективності управління персоналом комерційних банків: [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.pdaa.edu.ua/np/pdf3/44.pdf>. – Заголовок з екрану.
4. Шаперенков, А.В. Методологічні засади ефективного управління персоналом банку [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://dspace.uabs.edu.ua/bitstream/123456789/3002/1/49.pdf>. – Заголовок з екрану.
5. Козьменко, С.М. Стратегічний менеджмент банку: навчальний посібник: [Текст] / С.М. Козьменко, Ф.І. Шпиг, І.В. Волошко. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2003. – 734 с.
6. Петренко, С.А. Комплексна оцінка діяльності персоналу – інструмент підвищення ефективності системи управління підприємством [Текст] / С.А. Петренко // Академічний огляд. – 2009. – № 2. – С. 85–89.
7. Дяків, О.П. Оцінка персоналу методом Assessment Center [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.nbuiv.gov.ua/portal/Soc_Gum/VSUNU/2011_14_1/Dyakiv3.pdf. – Заголовок з екрану.
8. Музиченко-Козловський, А.В. Управління за цілями як інноваційна модель розвитку підприємства [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.nbuiv.gov.ua/portal/natural/Vnulp/Management/2011_714/18.pdf. – Заголовок з екрану.

9. Вітлінський, В. В. Моделювання економіки [Текст]: навч.-метод. посібник для самост. вивч. дисципліни / В.В. Вітлінський, Г.І. Великоіваненко.– К.: КНЕУ, 2005. – 306 с.
10. Озеров, М.Я. Оценка качества трудового потенциала персонала коммерческого банка [Текст] / М.Я. Озеров; под редакцией д-ра экон. наук Е.Г. Новоселовой. – Томск: Интернет-Издательство ВШБ ТГУ, 2008. – 173 с.
11. Останкова, Л.А. Аналіз, моделювання та управління економічними ризиками: навчальний посібник [Текст] / Л.А. Останкова, Н.Ю. Шевченко. – К.: ЦУЛ, 2011. – 256 с.
12. Леоненков, А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH [Текст] / А.В. Леоненков. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 736 с.
13. Аналіз управління персоналом на ТОВ «Рондо» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=461412>. – Заголовок з екрану.
14. Ротштейн, А.П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткая логика, генетические алгоритмы, нейронные сети [Текст] / А.П. Ротштейн. – Винница: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 1999. – 320 с.
15. Заде, Л. Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений [Текст] / Л. Заде. – М.: Мир, 1976. – 163 с.
16. Вітлінський, В.В. Економічний ризик: ігрові моделі [Текст] / В.В. Вітлінський, П.І. Верченко, А.В. Сігал, Я.С. Наконечний; за ред. д-ра экон. наук, проф. В.В. Вітлінського. – К.: КНЕУ, 2002. – 446 с.
17. Мокін, Б.І. Математичні моделі в системах управління ефективністю діяльності професорсько-викладацького складу вищих навчальних закладів [Текст]: монографія / Б.І. Мокін, Ю.В. Мокіна. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. – 132 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

Лістинг m-функції string2a_r.m

```

function [A, warning]=string2a_r(comp_str)
%Розрахунок матриці парних порівнянь (A) по одному рядку (comp_str),
%в якому порівнюють один елемент з усіма (включаючи і себе). Порівняння
%виконують за шкалою Сааті, тому допустимими значеннями являються:
%1/9, 1/8,...,1,2,...,9.
%Розрахунок виконується за методом, що запропонований Ротштейном А.П.
%Передбачається, що матриця парних порівнянь крім властивості
%діагональності та оберненої симетричності, має ще і властивість
%транзитивності.
%warning - попередження:
% 0 - все в порядку;
% -1 - матриця містить елементи <1/9;
% 1 - матриця містить елементи >9.
warning=0;
%Перевірка за допустимими значеннями парних порівнянь:
if (max(comp_str)<=9) & (min(comp_str)>=1/9)
    N=length(comp_str);
    if N<2 error ('Рядок парних порівнянь повинен мати хоча б 2 елементи')
    end
    %Вихідна матриця парних порівнянь:
    A=ones(N,N);
    tmp1=find(comp_str==1);
    if length(tmp1)==0 error ('Рядок парних порівнянь повинен мати 1')
    end
    %Номер базового елементу - порядковий номер елемента, з яким
    %порівнюються інші:
    k=tmp1(1);
    %Формуємо k-ий рядок матриці парних порівнянь
    A(k,:)=comp_str;
    %Розраховуємо всі елементи матриці парних порівнянь на основі
    %властивості транзитивності:
    for i=1:N
        A(i,:)=A(k,+)/A(k,i);
    end
    %Перевірка на допустимі значення елементів матриці парних порівнянь
    if max(max(A))>9 disp('Матриця парних порівнянь містить елементи >9.');
```

```

warning=1;
    elseif min(min(A))<1/9 disp('Матриця парних порівнянь містить елементи
<1/9.');
```

```

    warning=-1;
    end
else error ('Парні порівняння повинні бути від 1/9 до 9.')
end

```

Лістинг m-функції a2mu_r.m

```

function mu=a2mu_r(A)
%Розрахунок вагових коефіцієнтів із матриці парних порівнянь за методом
%Ротштейна А.П.
%mu - вагові коефіцієнти

mu=1./sum(A);
if (max(mu)>=1 | min(mu)<=0)
    error ('Матриця парних порівнянь неправильно сформована')
end

```

Додаток Б

Лістинг m-функції fuzoper.m

```

function out = fuzoper(x, A, B, operator)

%НЕЧИТКИ ОПЕРАЦІЇ
%   OUT = FUZOPER(X, A, B, OPERATOR) returns a fuzzy set OUT as the result
%   of applying OPERATOR on fuzzy sets A and B of universe X. A, B, and X
%   should be vectors of the same dimension. OPERATOR should be one of the
%   following strings: 'miin', 'maun', 'alin', 'alunn','drin' or 'drun'.
%   The returned fuzzy set OUT is a column vector with the same length as A
%   and B.
%   1. A and B are convex fuzzy sets;
%   2. Membership grades of A and B outside of X are zero.
%
%   Fuzzy addition could generates "divide by zero" message, but it will
%   not affect the correctness of this function.

%
xright=length(x);
if strcmp(operator, 'miin')
    out=min(A,B);
elseif strcmp(operator, 'maun'),
    out=max(A,B);
elseif strcmp(operator, 'alin'),
    out=A.*B
elseif strcmp(operator, 'alun'),
    out=A+B-A.*B;
elseif strcmp(operator, 'boin'),
    out=max(A+B-1,0);
elseif strcmp(operator, 'boun'),
    out=min(A+B,1);
elseif strcmp(operator, 'drin'),
    for i=1:xright
        if A(i)==1.0,
            out(i)=B(i);
        elseif B(i)==1.0,
            out(i)=A(i);
        else out(i)=0.0;
        end
    end
elseif strcmp(operator, 'drun'),
    for i=1:xright
        if A(i)==0.0,
            out(i)=B(i);
        elseif B(i)==0.0,
            out(i)=A(i);
        else out(i)=1.0;
        end
    end
else
    error('Це невідома операція!');
end
end

```

Лістинг m-функції fuzprod.m

```

function out = fuzprod(x, A, op)
xright=length(x);
for i=1:xright
    out(i)=A(i)*op;
end
end

```


Додаток В

Лістинг m-сценарію bank_personnel_estimator
проведення нечіткої експертної оцінки

```

%Етап 1. Критеріальна нечітка експертна оцінка
x=0:0.01:1;
%Коефіцієнти компетентності експертів не враховуємо:
%Експерт А
k1=1;
%Експерт В
k2=1;
%Експерт С
k3=1;
%Об'єкт №1 Критерій №1
%Експерт А - "С"
A = gaussmf(x, [0.15 0.5]); % Gaussian fuzzy set A
A=fuzprod(x,A,k1);
%Експерт В - "В"
B = gaussmf(x, [0.15 0.75]); % Gaussian fuzzy set B
B=fuzprod(x,B,k2);
%Експерт С - "ДВ"
C = gaussmf(x, [0.15 1.0]); % Gaussian fuzzy set C
C=fuzprod(x,C,k3);
D = fuzoper(x, A, B, 'miin');
E1 = fuzoper(x, C, D, 'miin');
subplot(6,2,1);
plot(x, A, 'k', x, B, 'k--', x, C, 'k:', x, E1, 'k');
title('Нечітка оцінка об'єкту трьома однаково компетентними експертами за критерієм Кр1');
%Об'єкт №1 Критерій №2
%Експерт А - "Н"
A = gaussmf(x, [0.15 0.25]); % Gaussian fuzzy set A
A=fuzprod(x,A,k1);
%Експерт В - "С"
B = gaussmf(x, [0.15 0.5]); % Gaussian fuzzy set B
B=fuzprod(x,B,k2);
%Експерт С - "В"
C = gaussmf(x, [0.15 0.75]); % Gaussian fuzzy set C
C=fuzprod(x,C,k3);
D = fuzoper(x, A, B, 'miin');
E2 = fuzoper(x, C, D, 'miin');
subplot(6,2,3);
plot(x, A, 'k', x, B, 'k--', x, C, 'k:', x, E2, 'k');
title('Нечітка оцінка об'єкту трьома однаково компетентними експертами за критерієм Кр2');
%Об'єкт №1 Критерій №3
%Експерт А - "ДН"
A = gaussmf(x, [0.15 0.0]); % Gaussian fuzzy set A
A=fuzprod(x,A,k1);
%Експерт В - "Н"
B = gaussmf(x, [0.15 0.25]); % Gaussian fuzzy set B
B=fuzprod(x,B,k2);
%Експерт С - "С"
C = gaussmf(x, [0.15 0.5]); % Gaussian fuzzy set C
C=fuzcon(x,C,k3);
D = fuzoper(x, A, B, 'miin');
E3 = fuzoper(x, C, D, 'miin');
subplot(6,2,5);

```

```

plot(x, A, 'k', x, B, 'k--', x, C, 'k:', x, E3, 'k');
title('Нечітка оцінка об'єкту трьома однаково компетентними експертами за
критерієм Кр3');
%Об'єкт №1 Критерій №4
%Експерт А - "С"
A = gaussmf(x, [0.15 0.5]); % Gaussian fuzzy set A
A=fuzprod(x,A,k1);
%Експерт В - "В"
B = gaussmf(x, [0.15 0.75]); % Gaussian fuzzy set B
B=fuzprod(x,B,k2);
%Експерт С - "ДВ"
C = gaussmf(x, [0.15 1]); % Gaussian fuzzy set C
C=fuzprod(x,C,k3);
D = fuzoper(x, A, B, 'miin');
E4 = fuzoper(x, C, D, 'miin');
subplot(6,2,7);
plot(x, A, 'k', x, B, 'k--', x, C, 'k:', x, E4, 'k');
title('Нечітка оцінка об'єкту трьома однаково компетентними експертами за
критерієм Кр4');
%Об'єкт №1 Критерій №5
%Експерт А - "ДН"
A = gaussmf(x, [0.15 0.0]); % Gaussian fuzzy set A
A=fuzprod(x,A,k1);
%Експерт В - "Н"
B = gaussmf(x, [0.15 0.25]); % Gaussian fuzzy set B
B=fuzprod(x,B,k2);
%Експерт С - "С"
C = gaussmf(x, [0.15 0.5]); % Gaussian fuzzy set C
C=fuzprod(x,C,k3);
D = fuzoper(x, A, B, 'miin');
E5 = fuzoper(x, C, D, 'miin');
subplot(6,2,9);
plot(x, A, 'k', x, B, 'k--', x, C, 'k:', x, E5, 'k');
title('Нечітка оцінка об'єкту трьома однаково компетентними експертами за
критерієм Кр5');

%Етап 2. Урахування ваг критеріїв
w1=0.5595; w2=0.1865; w3=0.1119; w4=0.0799; w5=0.0622;
%Вага критерію №1 - 0.5595
%Вага критерію №2 - 0.1865.
%Вага критерію №3 - 0.1119
%Вага критерію №4 - 0.0799
%Вага критерію №5 - 0.0622
F1=fuzprod(x, E1,w1);
subplot(6,2,2);
plot(x, E1, 'k:', x, F1, 'k');
title('Нечітка експертна оцінка за критерієм Кр1 з урахуванням відносної ваги
критерію w1=0,5595');
F2=fuzprod(x,E2,w2);
subplot(6,2,4);
plot(x, E2, 'k:', x, F2, 'k');
title('Нечітка експертна оцінка за критерієм Кр2 з урахуванням відносної ваги
критерію w2=0,1865');
F3=fuzprod(x,E3,w3);
subplot(6,2,6);
plot(x, E3, 'k:', x, F3, 'k');
title('Нечітка експертна оцінка за критерієм Кр3 з урахуванням відносної ваги
критерію w3=0,1119');
F4=fuzprod(x,E4,w4);
subplot(6,2,8);
plot(x, E4, 'k:', x, F4, 'k');
title('Нечітка експертна оцінка за критерієм Кр4 з урахуванням відносної ваги
критерію w4=0,0799');

```

```
F5=fuzprod(x,E5,w5);
subplot(6,2,10);
plot(x, E5, 'k:', x, F5, 'k');
title('Нечітка експертна оцінка за критерієм Кр5 з урахуванням відносної ваги
критерію w5=0,0622');
    %Етап 3. Інтегральна нечітка експертна оцінка
J1 = fuzoper(x, F1, F2, 'maun');
J2 = fuzoper(x, J1, F3, 'maun');
J3 = fuzoper(x, J2, F4, 'maun');
J4 = fuzoper(x, J3, F5, 'maun');
out = defuzz(x,J4,'centroid')
subplot(6,2,12);
plot(x, J4, 'k');
h1 = line([out out],[0.0 1.0],'Color','k', 'LineStyle', ':');
t1 = text(out,0.2,' centroid','FontWeight','bold');
title('Інтегральна нечітка оцінка з урахуванням відносних ваг критеріїв');
```