

УДК:331.16:658.14.012.2

Н.Г. Радченко, аспірант

Таврійський державний агротехнологічний університет,  
м. Мелітополь

## АНАЛІТИЧНА ІЄРАРХІЯ Т. СААТІ ЯК МЕТОД ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ КРЕДИТНИМ КОМІТЕТОМ

**Анотація.** Стаття розкриває можливості практичного застосування методу аналітичної ієрархії Т. Сааті з метою оптимізації процесу прийняття рішень кредитним комітетом при кредитуванні сільськогосподарських підприємств. Побудована ієрархія вибору клієнтів-позичальників за рівнем кредитного ризику; оцінені вектори пріоритетів по кожному кластеру ієрархії; проведено рейтингування групи сільськогосподарських підприємств за рівнем кредитного ризику.

**Ключові слова:** метод Т. Сааті, ієрархія вибору, вектор пріоритету, матриця парних порівнянь, рейтинг альтернатив.

**I. Вступ.** Колегіальним органом прийняття кредитних рішень в банку є кредитний комітет. Він або "дає добро", або відхиляє заявки позичальників [1]. Ефективна робота кредитного комітету сприятиме підвищенню рівня об'єктивності оцінки кредиту та зменшенню кредитних ризиків. Банки повинні використовувати різноманітні форми організації контролю, методи звірки кредитів, структуру підрозділів залежно від специфіки діяльності клієнтів, потреб і можливостей, особливостей ринку та конкретної ситуації. При цьому не менш важливою залишається і проблема удосконалення методів прийняття рішень кредитним комітетом [2, с. 15].

Процес прийняття рішень кредитним комітетом повинен передбачати обґрунтований і зрозумілий спосіб визначення рейтингу можливих рішень. Інакше, процес прийняття рішень може носити невизначений характер, а потенційні можливості можуть виявитись нереалізованими.

У даний час існує безліч інформаційних технологій, що дозволяють значно полегшити вибір і допомогти у вирішенні проблем, пов'язаних з

процесами прийняття рішень у різних галузях. Зокрема, дуже поширеними зараз є системи підтримки прийняття рішень на основі експертних методів: методу Дельфі, методу «мозкового штурму», експертного опитування та методу аналізу ієрархій. Незважаючи на існування різноманітних методів прийняття рішень, робота кредитного комітету, зазвичай, базується на методі голосування [3]. Голосування також є одним із методів експертних оцінок, але має свої недоліки [4], які вимагають удосконалення та оптимізації процесу прийняття рішень кредитним комітетом. При цьому особливої уваги на наш погляд заслуговує Метод Аналізу Ієрархій (MAI), розроблений американським ученим Т. Сааті.

Використання методу аналізу ієрархій Т. Сааті дістало широкого розповсюдження у вирішенні проблемних питань соціології, управління, політиці, психології, військової сфери, маркетингу, тощо. Гречко А.В. побудована онтологія MAI Т. Сааті для методологічної систематизації даних та інтерфейсів в реалізації системи експертного аналізу [5, с.746-757]. Питаннями впровадження MAI Т. Сааті в банківській практиці присвячені наукові праці Єпіфанова А. О., Андропової І.О., Годук В.М. [6,7,8] та ін., однак практичне запровадження даного методу прийняття рішень залишається складним та малодослідженим питанням.

**II. Постановка завдання.** Метою статті є оптимізація процесу прийняття рішень кредитним комітетом при виборі потенційних клієнтів за допомогою методу аналітичної ієрархії Т. Сааті.

Реалізація поставленої мети обумовила постановку наступних завдань:

- побудова ієрархії вибору клієнтів-позичальників за рівнем кредитного ризику;
- оцінка векторів пріоритетів по кожному кластеру запропонованої ієрархії та визначення рівня узгодженості отриманих даних;
- практичне застосування MAI Сааті на прикладі сільськогосподарських підприємств.

**III. Результати.** У класичному розумінні метод аналізу ієрархій

передбачає активне обговорення всіх його етапів групою експертів під керівництвом організатора, починаючи з етапу встановлення цілей дослідження, рівнів і критеріїв ієрархії, альтернатив, і закінчуючи обговоренням отримуваних результатів з метою коректування думок.

Метод складається із сукупності наступних етапів:

1. Перший етап полягає в структуризації завдання у вигляді ієрархічної структури з декількома рівнями.

2. На другому етапі виконуються попарні порівняння елементів кожного рівня.

3. Обчислюються коефіцієнти важливості для елементів кожного рівня. При цьому перевіряється узгодженість думок.

4. Підраховується комбінований ваговий коефіцієнт і визначається найкраща альтернатива.

Для побудови нормалізованого вектору пріоритетів використовують декілька підходів (методів). Перевірка якості даних на узгодженість виконується за допомогою визначення індексу узгодженості та рівня відносної узгодженості матриці порівнянь [9, с.21-36].

*Індекс узгодженості (ІУ)* дає інформацію про ступінь порушення чисельної і транзитивної узгодженості та розраховується за наступною формулою:

$$ІУ = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1), \text{ де}$$

$\lambda_{\max}$  – максимальне власне значення матриці;

$n$  – розмір матриці.

Для симетричної матриці завжди виконується рівняння:

$$\lambda_{\max} \geq n$$

Розрахунок максимального власного значення  $\lambda_{\max}$  виконується по матриці парних порівнянь наступним чином: визначається сума кожного стовпця думок, потім сума першого стовпця помножується на величину першого компоненту нормалізованого вектору пріоритетів, сума другого

стовпця – на другий компонент і т.д. Останнім етапом є визначення суми отриманих чисел, яка і дорівнює  $\lambda_{\max}$ .

*Рівень відносної узгодженості (ВУ)* – являє собою відношення індексу узгодженості (ІУ) до середньостатистичного його значення (СУ) при випадковому виборі коефіцієнтів матриці порівнянь:

$$ВУ = ІУ / СУ$$

Середньостатистичне значення індексу узгодженості залежить від розміру матриці та визначається відповідно до розробленої Т. Сааті шкали. Матриця вважається достатньо узгодженою, якщо значення ВУ менше ніж 10%; іноді допустимо 20%. Якщо ВУ більше за встановлені межі, то відбувається перегляд думок експертів з метою поліпшення рівня відносної узгодженості.

Метод аналізу ієрархій Сааті має схожі риси з іншими методами досліджень: теорією вірогідності, теорією графів, теорією матриць, з експертними системами, з ідеологією штучних нейронних мереж.

Поряд з цим метод Сааті має і свої переваги: дозволяє провести аналіз проблеми; оцінити суперечність даних і мінімізувати її; провести синтез проблеми прийняття рішення; побудувати рейтинги для груп чинників, що дозволяє оцінювати важливість кожного з них; сприяє досягненню консенсусу; є одночасно і якісним і кількісним. Крім усього вище зазначеного, даний метод є перспективним і відповідає вимогам Базельського комітету в галузі управління кредитним ризиком.

Використовуючи вище вказані особливості та характеристики методу аналітичної ієрархії Сааті спробуємо побудувати ієрархію вибору потенційних позичальників за рівнем кредитного ризику (рис. 1).

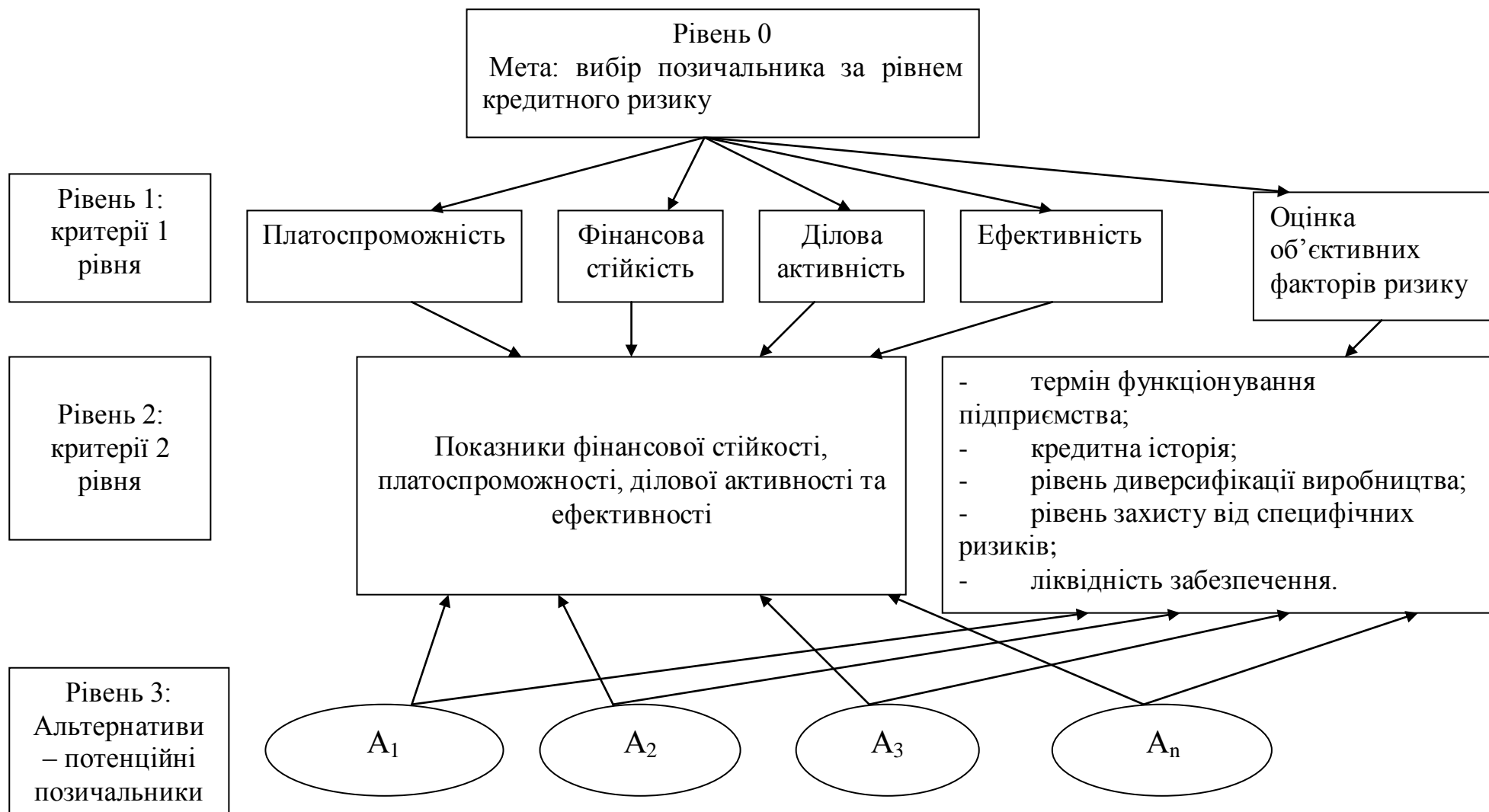


Рис. 1 – Ієрархія вибору потенційного клієнта-позичальника сільськогосподарської галузі за рівнем кредитного ризику.

Відповідно до рис.1, альтернативами виступають сільськогосподарські підприємства – позичальники з внутрішньобанківським кредитним рейтингом, що відповідає класам АА, ААА. Отже, мета полягає у виборі позичальника з найнижчим рівнем кредитного ризику. Ґрунтовні дослідження проводились на базі даних сільськогосподарських підприємств Запорізької області.

Критеріями першого рівня ієрархії виступають: платоспроможність, фінансова стійкість, ділова активність, ефективність та оцінка об'єктивних факторів ризику. В свою чергу, критерії першого рівня формуються під впливом критеріїв другого рівня, а саме: показників платоспроможності, ефективності, стійкості тощо. Кластерами в даній ієрархічній структурі виступають рівень платоспроможності, рівень фінансової стійкості, рівень ділової активності, рівень ефективності та кластер оцінки об'єктивних факторів ризику.

У порівняннях Сааті, кожен вузол кластера порівнюють з рештою всіх вузлів методом парних порівнянь із використанням матриці. На основі результатів отримують вектор пріоритетів – рейтинг вузлів, який кількісно виражає перевагу того чи іншого вузла відповідно до вершин кластера.

Для побудови векторів пріоритетів залучались експерти – працівники кредитних відділів банківських установ.

У таблиці 1 приведені матриці парних порівнянь та відповідні нормалізовані вектори пріоритетів по кожному кластеру окремо.

Як бачимо, найбільшу вагу має оцінка об'єктивних факторів ризику (0,6268), наступні дві позиції займають рівень платоспроможності та рівень фінансової стійкості. Менш значущими критеріями є рівень ділової активності та рівень ефективності.

Рівень відносної узгодженості (ВУ) думок дорівнює 0,06 або 6% та відповідає рекомендованим вимогам, отже, узгодження думок експертів є однорідними та логічними.

Матриця парних порівнянь для критеріїв першого рівня

Критерії 1 рівня	Рівень платоспроможності	Рівень фінансової стійкості	Рівень ефективності	Рівень ділової активності	Оцінка об'єктивних факторів ризику	Геометричне середнє елементів	Оцінка компонентів вектору пріоритетів
Рівень платоспроможності	1,00	1,00	3,00	3,00	0,14	1,0515	0,1321
Рівень фінансової стійкості	1,00	1,00	3,00	3,00	0,14	1,0473	0,1316
Рівень ефективності	0,33	0,33	1,00	0,33	0,11	0,3313	0,0416
Рівень ділової активності	0,33	0,33	3,00	1,00	0,14	0,5396	0,0678
Оцінка об'єктивних факторів ризику	7,00	7,00	9,00	7,00	1,00	4,9878	0,6268

$$\lambda_{\max} = 5,27; \text{CU} = 1,12, \text{BU} = 0,06$$

Використовуючи дані таблиці 1, побудуємо рівняння рейтингу альтернатив:

$$\text{Rating of alternatives} = 0,1321 * \text{Level of solvency} + 0,1316 * \text{Level of financial firmness} + 0,0416 * \text{Level of efficiency} + 0,0678 * \text{Level of business activity} + 0,6268 * \text{Estimation of objective factors of risk, де}$$

*Level of solvency* – нормалізована оцінка вектору пріоритету позичальника по критерію платоспроможність;

*Level of financial firmness* – нормалізована оцінка вектору пріоритету позичальника по критерію фінансова стійкість;

*Level of efficiency* – нормалізована оцінка вектору пріоритету позичальника по критерію ефективність;

*Level of business activity* – нормалізована оцінка вектору пріоритету позичальника по критерію ділова активність;

*Estimation of objective factors of risk* – нормалізована оцінка вектору пріоритету позичальника по критерію оцінка об'єктивних факторів ризику.

У свою чергу, рівень платоспроможності, відповідно до ієрархії вибору залежить від коефіцієнтів платоспроможності, вагові значення яких визначені у таблиці 2.

Таблиця 2

Матриця парних порівнянь показників платоспроможності

Показники платоспроможності	Коефіцієнт загальної ліквідності	Коефіцієнт поточної ліквідності	Коефіцієнт абсолютної ліквідності	Геометричне середнє елементів	Оцінка компонентів вектору пріоритетів
Коефіцієнт загальної ліквідності	1	3	5	2,4662	0,6488
Коефіцієнт поточної ліквідності	0,33	1	2	0,8707	0,2291
Коефіцієнт абсолютної ліквідності	0,2	0,5	1	0,4642	0,1221

$$\lambda_{\max} = 3,004; \text{CU} = 0.58; \text{BU} = 0,003 (0,3\%)$$

Таким чином, рівняння платоспроможності має вигляд:

$$\text{Level of solvency} = 0,6488 * K_{з.л.} + 0,2291 * K_{п.л.} + 0,1221 * K_{а.л.}, \text{ де}$$

$K_{з.л.}$  – нормалізоване значення коефіцієнта загальної ліквідності;

$K_{п.л.}$  – нормалізоване значення коефіцієнта поточної ліквідності;

$K_{а.л.}$  – нормалізоване значення коефіцієнта абсолютної ліквідності.

Виходячи з отриманої оцінки вектору пріоритету коефіцієнтів платоспроможності, дійшли висновку, що найвагомим із них є коефіцієнт загальної ліквідності (0,6488), другим за значущістю є коефіцієнт поточної ліквідності (0,2291) і найменш важливим на думку експертів виявився коефіцієнт абсолютної ліквідності (0,1221).

Нижче приведені результати оцінки позичальників за рівнем платоспроможності.



Побудова нормалізованого вектору пріоритету позичальників за рівнем платоспроможності

Підприємство	К <sub>З.Л</sub>	Нормалізоване значення	К <sub>П.Л</sub>	Нормалізоване значення	К <sub>А.Л</sub>	Нормалізоване значення	Level of solvency
ТОВ „Агрофірма Мир”	10,236	0,122	2,323	0,118	1,335	0,090	0,117
ТОВ „Агрофірма Степове”	11,106	0,132	0,694	0,035	0,403	0,027	0,097
ТОВ „Агрос”	2,521	0,030	0,224	0,011	0,046	0,003	0,022
ТОВ „Олександрівка”	5,873	0,070	1,422	0,072	0,342	0,023	0,065
ТОВ „Іскра”	24,770	0,295	8,281	0,419	7,526	0,508	0,349
ТОВ Агрофірма „Ольвія”	2,771	0,033	0,289	0,015	0,172	0,012	0,026
ТОВ „Рассвет”	9,580	0,114	0,742	0,038	0,093	0,006	0,083
ТОВ „Розівка”	13,729	0,163	5,497	0,278	4,901	0,331	0,210
СВК „Агрофірма Україна”	3,477	0,041	0,274	0,014	0,004	0,000	0,030

Відповідно даним таблиці 3, найкращим за рівнем платоспроможності є ТОВ «Іскра». У загальному векторі пріоритету дане підприємство отримало максимальну оцінку – 0,349. Найнижчий рівень платоспроможності із всієї сукупності альтернатив мало ТОВ «Агрос» - 0,022.

Розрахунок векторів пріоритету позичальників за іншими критеріями вибору було проведено аналогічним чином. У результаті отримали наступні рівняння:

$$Level\ of\ efficiency = 0,4 * P_{O.Д.} + 0,2 * K_{B.П.} + 0,2 * P_{(ROA)} + 0,2 * P_{EBIT}, \text{ де}$$

$P_{O.Д.}$  – нормалізоване значення показника рентабельності основної діяльності;

$K_{B.П.}$  – нормалізоване значення коефіцієнта валового прибутку;

$P_{(ROA)}$  – нормалізоване значення показника рентабельності активів (ROA);

$P_{EBIT}$  – нормалізоване значення показника рентабельності активів по ЕВІТ.

$$\text{Level of financial firmness} = 0,2309 * K_A + 0,2309 * K_{M.B.K} + 0,2309 * K_{D.P.K} + 0,2309 * PV_{B.O.K} + 0,0764 * K_{3.B.I.}, \text{ де}$$

$K_A$  – нормалізоване значення коефіцієнта автономії;

$K_{M.B.K}$  – нормалізоване значення коефіцієнта маневреності власного капіталу;

$K_{D.P.K}$  – нормалізоване значення коефіцієнта достатності робочого капіталу;

$PV_{B.O.K}$  – нормалізоване значення показника питомої ваги власних оборотних коштів у всіх активах;

$K_{3.B.I.}$  – нормалізоване значення коефіцієнта змін валового продажу.

$$\text{Level of business activity} = 0,1111 * KO_{K.B.} + 0,2222 * KO_A + 0,2222 * KO_{O.B.} + 0,2222 * KO_{D.3.} + 0,1111 * KO_{K.3.} + 0,1111 * KO_3, \text{ де}$$

$KO_{K.B.}$  – нормалізоване значення коефіцієнта обігу короткострокового боргу;

$KO_A$  – нормалізоване значення коефіцієнта обігу активів;

$KO_{O.B.}$  – нормалізоване значення коефіцієнта обігу основного боргу;

$KO_{D.3.}$  – нормалізоване значення коефіцієнта обігу дебіторської заборгованості;

$KO_{K.3.}$  – нормалізоване значення коефіцієнта обігу кредиторської заборгованості;

$KO_3$  – нормалізоване значення коефіцієнта обігу запасів.

$$\text{Estimation of objective factors of risk} = 0,2008 * K_{\phi.I.} + 0,3301 * B_{K.I.} + 0,1094 * P_{D.B.} + 0,1291 * P_{3.C.P.} + 0,2307 * P_{L.O.3.}, \text{ де}$$

$K_{\phi.I.}$  – кількість років функціонування підприємства;

$B_{K.I.}$  – наявність позитивної банківської історії;

$P_{D.B.}$  – рівень диверсифікації виробництва;

$P_{3.C.P.}$  – рівень захисту від специфічних ризиків;

$P_{L.O.3.}$  – рівень ліквідності основного забезпечення.

Наявність у підприємства позитивної банківської історії оцінюється оцінкою – «1,00», а її відсутність чи наявність негативної кредитної історії оцінюється оцінкою – «-1,00».

Рівень диверсифікації виробництва характеризує коефіцієнт диверсифікації, розрахований за формулою Херфінделя-Хіршмана [10]. Коефіцієнт диверсифікації змінює своє значення від 0 до 1. Чим більше значення коефіцієнта диверсифікації, тим рівномірніше розвинуті на підприємстві різні галузі економічної діяльності. І, навпаки, чим ближчий він до 0, тим наявніша галузева моноструктура. Отже, для комерційного банку менш ризиковим буде кредитування багатогалузевих сільськогосподарських підприємств, які мають диверсифікований бізнес і, відповідно, незалежні один від одного джерела доходів.

Рівень захисту від специфічних ризиків характеризується наявністю на підприємстві договорів аграрного страхування. Якщо такий договір має місце, то зазначений критерій оцінюється оцінкою – «1,00», якщо ні, то підприємство отримує оцінку – «0,00». Таким чином, перевагу отримують підприємства, які здійснюють страхування своєї діяльності. Обов'язково кредитний комітет повинен приймати до уваги фінансовий стан та рейтинг страхової компанії, з якою укладено договір страхування.

Рівень ліквідності основного забезпечення коливається від 0 до 1 та залежить від розміру ставки дисконту, що застосовується до того чи іншого виду забезпечення. Так, зерно вважається найбільш ліквідним видом основного забезпечення зі ставкою дисконту – 25%, при цьому рівень ліквідності дорівнюватиме 0,75.

Кінцевий вибір позичальників здійснюється на основі результатів адитивної згортки критеріїв (табл. 4) по кожному підприємству (альтернативі) та вибору найбільшого значення.

Таблиця 4

## Адитивна згортка пріоритетів по кожному позичальнику(альтернативі)

Підприємство	Level of solvency	Level of efficiency	Level of financial firmness	Level of business activity	Estimation of objective factors of risk	Rating of alternatives	РАНГ
ТОВ „Агрофірма Мир”	0,1169	0,1682	0,1261	0,1057	0,1313	0,1285	3
ТОВ „Агрофірма Степове”	0,0971	0,0308	0,1193	0,1770	0,1203	0,1172	4
ТОВ „Агрос”	0,0224	0,0976	0,1251	0,1002	0,1300	0,1118	5
ТОВ „Олександрівка”	0,0646	0,0503	0,0920	0,0769	0,1883	0,1460	2
ТОВ „Іскра”	0,3493	0,2510	0,1048	0,1579	-0,0013	0,0803	8
ТОВ Агрофірма „Ольвія”	0,0262	0,1494	0,0868	0,0706	0,1230	0,1030	6
ТОВ „Рассвет”	0,0833	0,0384	0,1279	0,0990	0,1958	0,1589	1
ТОВ „Розівка”	0,2101	0,1430	0,1197	0,0910	-0,0001	0,0556	9
СВК „Агрофірма Україна”	0,0300	0,0712	0,0984	0,1215	0,1127	0,0988	7

Таким чином, найкращою серед існуючих альтернатив для видачі кредиту, за даними таблиці 13, є ТОВ «Рассвет», оскільки це підприємство отримало найвищу оцінку об’єктивних факторів ризику та має найвищий рівень фінансової стійкості. Поряд з цим, ТОВ «Іскра», не зважаючи на високий рівень платоспроможності, фінансової стійкості та ділової активності (значно вищі за відповідні значення ТОВ «Рассвет»), внаслідок відсутності кредитної історії та аграрного старування, як засобу захисту від специфічних ризиків, зайняло в загальному рейтингу альтернатив передостанню позицію. Цей факт підтверджує вагомість оцінки якісних показників кредитного ризику. Користуючись адитивною згорткою пріоритетів, працівники кредитного комітету (відділу) матимуть можливість надавати консультації та рекомендації щодо зниження рівня кредитного ризику того чи іншого позичальника.

**IV. Висновки.** Формування структури моделі прийняття рішення в методі аналізу ієрархій досить трудомісткий процес. Проте у результаті вдається

отримати детальне уявлення про те, як саме взаємодіють чинники, що впливають на пріоритети альтернативних рішень, і самі рішення. Як саме формуються рейтинги можливих рішень і рейтинги, що відображають важливість чинників. Процедури розрахунків рейтингів в методі аналізу ієрархій досить прості, що вигідно відрізняє даний метод від інших методів прийняття рішень. Процедура парних порівнянь і процес перегляду результатів порівнянь для мінімізації протиріч часто є трудомісткими. Проте у результаті особа, що приймає рішення, набуває упевненості, що дані, які використовуються, є цілком осмисленими.

Крім вище зазначених переваг, позитивним моментом є також і те, що складена структура моделі прийняття рішення може застосовуватися багато разів. Залишається лише коректувати цю структуру і наповнювати її даними. При цьому вирішення типових завдань може бути поставлене на потік. Таким чином, вживання методу стає ефективнішим.

Слід прийняти до уваги, що для побудови вище розглянутої ієрархії вибору потенційних позичальників використали мінімальний набір критеріїв, який можна розширити на будь-якому рівні, в залежності від вимог та потреб певного кредитного комітету комерційного банку та його кредитної політики.

При побудові розглянутої ієрархії умовно прийняли той факт, що усі сільськогосподарські підприємства мали потребу в кредиті на поповнення обігових коштів, терміном до 3-х років, на суму, припустимо, 100.000 грн. В подальших розробках пропонуємо доповнити критерії першого рівня третьою групою факторів, які характеризують безпосередньо кредитний продукт.

### **Література:**

1. Словарь [Електронный ресурс]. – Режим доступа: [http: // vipoteku.ru/alphabet/233/](http://vipoteku.ru/alphabet/233/)
2. Криклій О. А. Управління кредитним ризиком банку [Текст]: монографія / О. А. Криклій, Н. Г. Маслак. — Суми : ДВНЗ "УАБС НБУ", 2008. — 86с.

3. Положение о кредитном комитете [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.evrofinance.ru/ru/about/invest/ustav/commCredit/>
4. Орлов А.И. Теория принятия решений. [Текст]: Учебное пособие / А.И. Орлов. - М.: Издательство "Март", 2004. - 656 с.
5. Гречко А.В. Онтология метода анализа иерархий Саати [Текст] / А.В.Гречко // «Искусственный интеллект». – 2005. - № 3. – С. 746 – 757.
6. Єпіфанов А.О. Сучасні та перспективні методи і моделі управління в економіці : [Текст] : монографія : у 2 ч. / за ред. д-ра екон. наук, проф. А.О. Єпіфанова. – Суми : ДВНЗ “УАБС НБУ”, 2008. – Ч. 2. – 256 с.
7. Андропова І.О. Застосування методів Т. Сааті (теорії невизначеної множини) для оцінки платоспроможності позичальника [Електронний ресурс] / І.О. Андропова. – Режим доступу: <http://www.masters.donntu.edu.ua/publ2002/fem/andropova.pdf>
8. Годук В.М. Особливості оцінки банками кредитоспроможності сільськогосподарських підприємств [Текст] / В.М. Годук // Облік і фінанси АПК. – 2008. - № 1. – С. 54 – 58
9. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий [Текст] / Т. Саати. – М.: «Радио и связь», 1993. – 278 с.
10. Андрійчук В. Г. Економіка аграрних підприємств [Текст]: Підручник. — 2-ге вид., доп. і перероблене. / В. Г. Андрійчук. — К.: КНЕУ, 2002. — 624 с.