

Використання апарату нечіткої логіки для багатокритеріальної оцінки інвестиційної привабливості промислових підприємств

Ратушняк О. Г., к.т.н., доцент, Лялюк О. Г., к.т.н., доцент,

Причепя І. В., к.е.н., доцент

Вінницький національний технічний університет

Інвестиції є головним джерелом ефективного розвитку промислового підприємства. Вони дають можливість вдосконалювати виробництво, оновлювати основні фонди, використовувати інноваційні технології, виготовляти нову або удосконалювати продукцію, впроваджувати нові методи та підходи в роботі підприємства тобто бути конкурентоспроможним та займати лідируючі позиції на ринку. Оцінка інвестиційної привабливості промислового підприємства є найважливішим етапом при прийнятті управлінського рішення інвестором щодо об'єкта інвестування. Сьогодні є велика кількість методик проведення оцінки інвестиційної привабливості підприємства але не всі вони враховують інтереси інвестора. Тому розробка методики оцінки інвестиційної привабливості промислового підприємства з врахуванням кількісних і якісних факторів впливу на роботу підприємства для прийняття виваженого управлінського рішення інвестором щодо об'єкту інвестування залишається актуальною.

Питанням оцінки інвестиційної привабливості підприємства займалась велика кількість як вітчизняних та і іноземних вчених, зокрема Балацький О. Ф., Бланк І. А., Боярко І. М., Донцов С. С., Іванов А. П., Рзаєв Г. І. Соколов М. О., Теліженко О. М. та ін. Вагомий внесок серед них зробили Н. Ф. Стеблюк, В. В. Опаренко розробили матричну модель оцінки інвестиційної привабливості¹. І. А. Бланк розробила методику на основі визначення життєвого циклу

¹ Стеблюк Н. Ф. Матрична модель оцінки інвестиційної привабливості підприємств / Н. Ф. Стеблюк, В. В. Опаренко // Вісник економічної науки України. – 2019. – № 2. – С. 176-178.

підприємства². Н. Ю. Брюховецька, О. В. Хасанова провели аналіз існуючих методик та визначили їх основні недоліки³. Незважаючи на велику кількість публікацій, які присвячені даній темі є потреба в розробці методичного інструментарію, який дозволить зробити об'єктивну оцінку інвестиційної привабливості промислового підприємства.

Метою дослідження є розробка методики оцінки інвестиційної привабливості промислового підприємства, яка дозволяє враховувати кількісні і якісні фактори впливу на базі теорії нечіткої логіки.

Сьогодні існує велика кількість методик оцінки інвестиційної привабливості підприємства, в кожній з яких є свої переваги та недоліки. Аналіз методик оцінки інвестиційної привабливості підприємства наведено в таблиці 1. Більшість науковців зводяться до аналізу фінансових показників діяльності підприємства, а саме до оцінки майнового стану підприємства, його ліквідності, рентабельності та інших показників ефективності. Ці методики є зручними оскільки є доступ до фінансової звітності і не потребують залучення експертів для проведення оцінки інвестиційної привабливості підприємства. Однак їх недоліком є те що вони не враховують якісні фактори впливу на інвестиційну привабливість підприємства і не завжди можуть відобразити об'єктивну ситуацію на підприємстві.

З проведеного аналізу методик оцінки інвестиційної привабливості промислового підприємства (таблиця 1) виявлено, що більшість з них враховують тільки кількісні показники, які використовуються з фінансової звітності підприємства і не дають можливість врахувати якісні показники для отримання більш об'єктивного результату.

Для проведення оцінки інвестиційної привабливості підприємства пропонуємо використовувати теорію нечіткої логіки, яка дозволяє враховувати як кількісні і якісні фактори впливу. На основі аналізу літературних джерел

² Бланк И.А. Инвестиционный менеджмент / И. А. Бланк. – К.: МП "ИТЕМ, Лтд", "Юнайтед Лондон Трейд Лимитед", 1995. – 448 с.

³ Брюховецька Н. Ю. Оцінка інвестиційної привабливості підприємства: визначення недоліків деяких існуючих методик [Електронний ресурс] / Н. Ю. Брюховецька, О. В. Хасанова. – Режим доступу: http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/2864/st_44_15.pdf?sequence=1

було сформовано фактори, які потрібно враховувати при оцінці інвестиційної привабливості промислового підприємства та побудовано дерево логічного висновку (рис. 1).

1. Аналіз методик оцінки інвестиційної привабливості промислового підприємства

Методика	Автор	Пояснення
Матрична модель оцінки інвестиційної привабливості промислових підприємств	Н. Ф. Стеблюк, В. В. Опаренко ¹	Визначає узагальнений показник інвестиційної привабливості підприємства з врахуванням кількісних і якісних факторів
Визначення стадії життєвого циклу підприємства	І.А. Бланк ²	Передбачає, якщо підприємство проходить ефективно певний етап життєвого циклу – це свідчить про ефективність його роботи, а саме ефективне використання ресурсів та забезпечення ефективного функціонування. Недоліком є те що при негативному інвестиційному кліматі в країні не можна правильно визначити стадію життєвого циклу підприємства
Методика інтегральної оцінки інвестиційної привабливості підприємств і організацій	Агентства з питань запобігання банкрутству підприємств та організацій ⁴	Здійснюється інтегральна оцінка інвестиційної привабливості підприємства на основі балансу та звіту про фінансові результати. При розрахунку інтегрального показника використовують показники: майнового стану, фінансової стійкості, ліквідності, ділової активності та ринкової активності. Недоліком даної методики є те що вона дає оцінку теперішнього стану об'єкта інвестування і не здійснює прогноз на майбутнє.
Оцінка рівня інвестиційної привабливості суб'єктів господарювання	Боярко І. М. ⁵	Методика надає можливість об'єктивно визначити рівень перспективності інвестиційних вкладень в діяльність певних підприємств, виявити рівень взаємозалежності і збалансованості інвестиційного потенціалу і інвестиційного ризику, з'ясувати „критичні зони” для залучення інвестицій.
Фундаментальний аналіз інвестиційної привабливості з використанням методів технічного аналізу	Іванов А.П., Кравченко Ю.Я., Мендрула О.Г., Шелудько В.М. ^{6 7}	Додають до показників, які характеризують фінансово-господарський стан підприємства ще капіталізовану вартість (ринкова вартість акціонерного товариства), показник співвідношення ринкової і балансової вартості акцій. Недоліком є те що вона може застосовуватись тільки для акціонерних товариств.

⁴ Методика інтегральної оцінки інвестиційної привабливості підприємств і організацій: Затв. наказом Агентства з питань запобігання банкрутству підприємств та організацій 23.02.1997 р. № 22 // Державний інформ. бюл. про приватизацію. – 1998. – № 7. – С. 18-28.

⁵ Боярко І. М. Оцінка інвестиційної привабливості суб'єктів господарювання / І. М. Боярко // Актуальні проблеми економіки. – 2008. – № 7. – С. 90 -99.

⁶ Иванов А.П. Инвестиционная привлекательность акций. / Иванов А. П. – М.: Изд. центр «Акционер», 2002. – 192 с.

⁷ Ткаченко А. М. Економічна оцінка інвестиційної привабливості підприємства [Електронний ресурс] / А. М. Ткаченко, О. Кушнір. – Режим доступу: http://www.zgia.zp.ua/gazeta/evzdia_4_154.pdf С. 154-161

Продовження таблиці 1

Кваліметрична модель оцінки інвестиційної привабливості підприємства	Северюгін Ю.В. ⁸	Розраховується інтегральний коефіцієнт, який охоплює кількісні і якісні фактори фінансового стану, ринкового оточення та рівня корпоративної культури.
Оцінка інвестиційної привабливості підприємства на основі психологічного аспекту	Чорна Л.О. ⁹	Проводиться якісна оцінка інвестиційної привабливості підприємства з врахуванням інвестиційного ризику, привабливості кадрів, інновацій, фінансів, території, екології, соціальної політики та продукції підприємства. Недоліком є потреба обробки великого обсягу інформації для отримання потрібного результату.

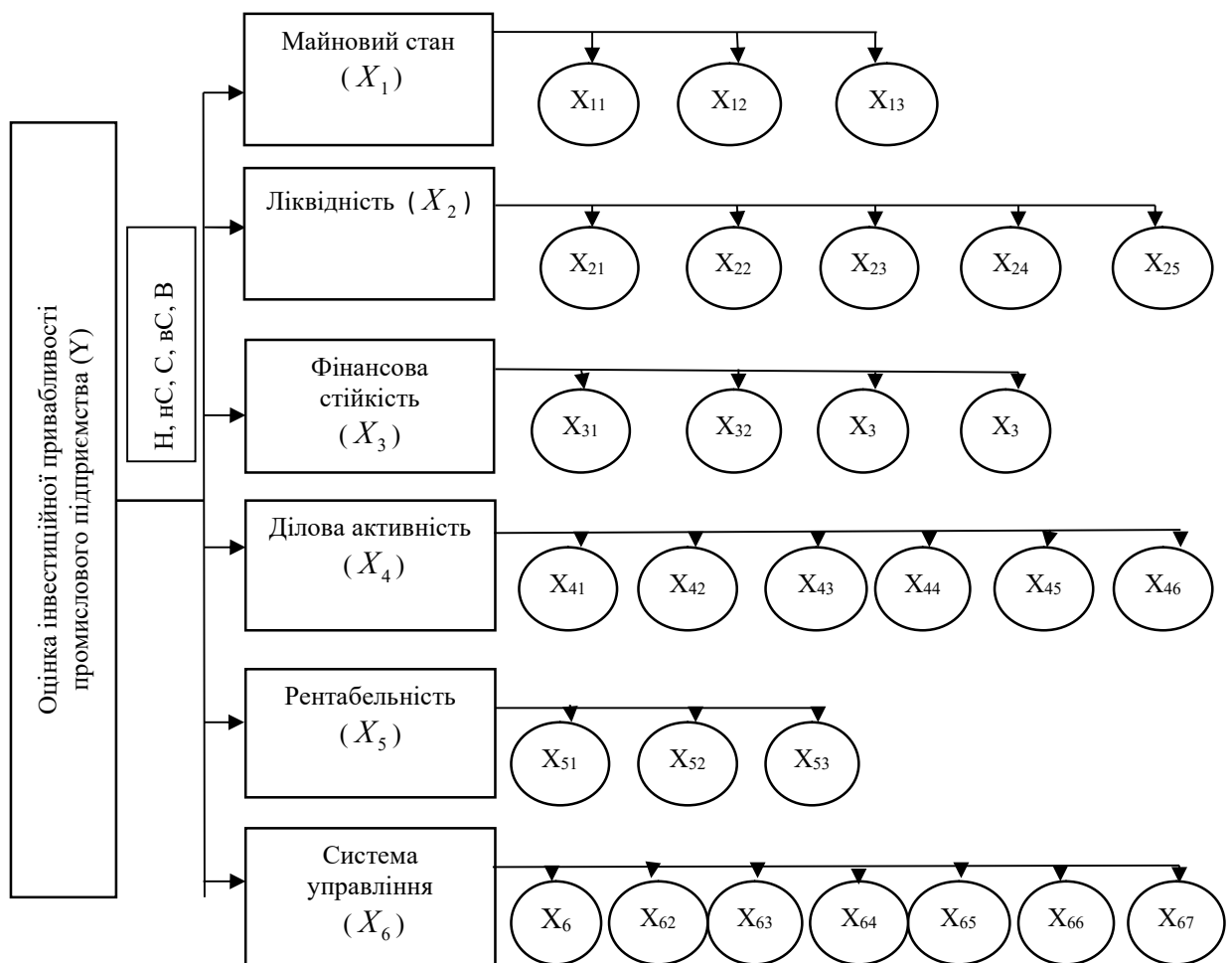


Рис. 1. Дерево логічного висновку ієрархічних зв'язків факторів, що впливають на оцінку інвестиційної привабливості промислового підприємства

⁸ Северюгін Ю. В. Оценка инвестиционной привлекательности промышленного предприятия : автореф. дис. канд. экон. наук / Ю. В. Северюгін. – Ижевск, 2004. – 26 с.

⁹ Чорна Л. О. Результативна стратегія досягнення інвестиційної привабливості підприємства [Текст] / Л. О. Чорна // Фондовый рынок. – 2009. – № 7. – с. 32-36.

Використовуємо на системному рівні лінгвістичну змінну Y . Вона характеризує вплив сукупності факторів впливу. Її можна представити у вигляді встановленого співвідношення:

$$Y = f(X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6), \quad (1)$$

де X_1 – лінгвістична змінна (ЛЗ), яка описує майновий стан підприємства; X_2 – лінгвістична змінна (ЛЗ), яка описує ліквідність, X_3 – лінгвістична змінна (ЛЗ), яка описує фінансову стійкість, X_4 – лінгвістична змінна (ЛЗ), яка описує ділову активність, X_5 – лінгвістична змінна (ЛЗ), яка описує рентабельність, X_6 – лінгвістична змінна (ЛЗ), яка описує систему управління підприємством.

Лінгвістична змінна X_1 , яка описує майновий стан підприємства, може бути представлена виразом:

$$X_1 = f(x_{11}, x_{12}, x_{13}), \quad (2)$$

де x_{11} – ЛЗ коефіцієнт зносу основних засобів, x_{12} – ЛЗ коефіцієнт придатності необоротних активів, x_{13} – ЛЗ коефіцієнт придатності основних засобів.

Лінгвістична змінна X_2 , яка описує ліквідність підприємства, може бути представлена виразом:

$$X_2 = f(x_{21}, x_{22}, x_{23}, x_{24}, x_{25}), \quad (3)$$

де x_{21} – ЛЗ маневреність власних оборотних коштів, x_{22} – ЛЗ коефіцієнт покриття, x_{23} – ЛЗ коефіцієнт швидкої ліквідності, x_{24} – ЛЗ коефіцієнт абсолютної ліквідності, x_{25} – ЛЗ частка оборотних коштів в активах.

Лінгвістична змінна X_3 , яка описує фінансову стійкість підприємства, може бути представлена виразом:

$$X_3 = f(x_{31}, x_{32}, x_{33}, x_{34}), \quad (4)$$

де x_{31} – ЛЗ коефіцієнт фінансової автономії, x_{32} – ЛЗ коефіцієнт фінансової залежності, x_{33} – ЛЗ коефіцієнт маневреності власного капіталу, x_{34} – ЛЗ коефіцієнт співвідношення залучених і власних коштів.

Лінгвістична змінна X_4 , яка описує ділову активність підприємства, може бути представлена виразом:

$$X_4 = f(x_{41}, x_{42}, x_{43}, x_{44}, x_{45}, x_{46}), \quad (5)$$

де x_{41} – ЛЗ фондвіддача, x_{42} – ЛЗ коефіцієнт оборотності дебіторської заборгованості, x_{43} – ЛЗ коефіцієнт оборотності кредиторської заборгованості, x_{44} – ЛЗ коефіцієнт оборотності запасів, x_{45} – ЛЗ коефіцієнт оборотності активів, x_{46} – ЛЗ коефіцієнт покриття дебіторської заборгованості.

Лінгвістична змінна X_5 , яка описує ділову активність підприємства, може бути представлена виразом:

$$X_5 = f(x_{51}, x_{52}, x_{53}), \quad (6)$$

де x_{51} – ЛЗ рентабельність продукції, x_{52} – ЛЗ рентабельність активів, x_{53} – ЛЗ рентабельність власного капіталу.

Лінгвістична змінна X_6 , яка описує ділову активність підприємства, може бути представлена виразом:

$$X_6 = f(x_{61}, x_{62}, x_{63}, x_{64}, x_{65}, x_{66}, x_{67}), \quad (7)$$

де x_{61} – ЛЗ рівень кваліфікації персоналу, x_{62} – ЛЗ професіоналізм керівництва, x_{63} – ЛЗ відповідальність підприємства перед партнерами, x_{64} – ЛЗ стадія життєвого циклу підприємства, x_{65} – ЛЗ місце розташування підприємства до сировини та споживача, x_{66} – ЛЗ рівень впровадження інновацій на підприємстві, x_{67} – ЛЗ рівень розвитку системи менеджменту в організації.

Всі фактори впливу, які впливають на оцінку інвестиційної привабливості промислового підприємства, розглядаються як лінгвістичні змінні, що задані на відповідних універсальних множинах і оцінюються нечіткими термами. Як нечіткі терми для оцінювання лінгвістичних змінних в співвідношеннях (1-7) прийняті кількісні вирази “низька” (Н), “нижче середньої” (НС), “середня” (С), “вище середньої” (ВС) та “висока” (В).

Виконана формалізація та ієрархічна класифікація факторів, які впливають на оцінку інвестиційної привабливості промислового підприємства, дозволяє побудувати функції належності нечітких оцінок впливу факторів. Ці функції будуть використані при моделюванні інтелектуальної підтримки прийняття управлінського рішення щодо вибору об'єкта інвестування після

проведення оцінки інвестиційної привабливості. На рис. 2 наведена функція належності для рівня кваліфікації персоналу (X_{61}).

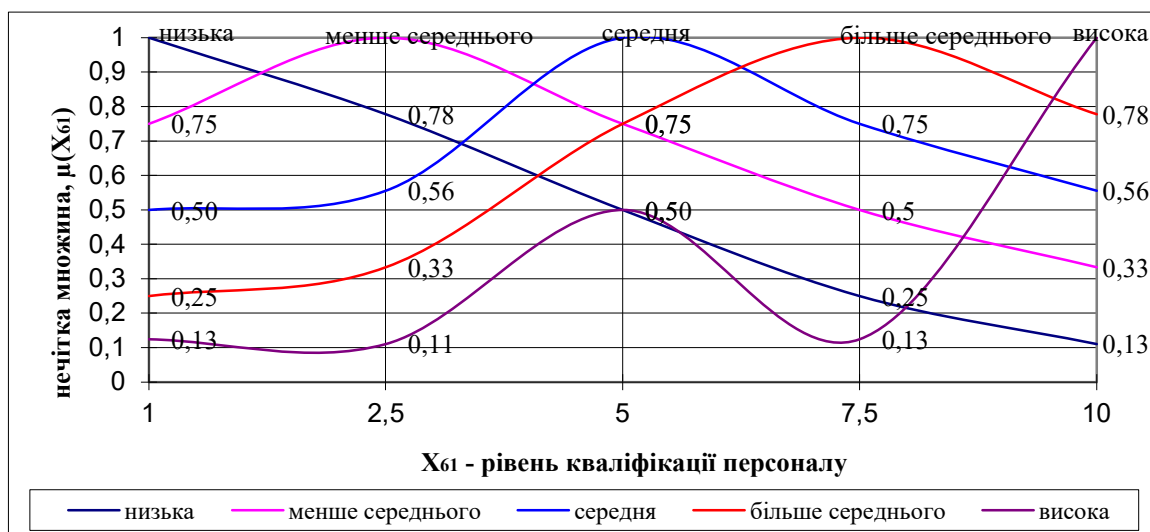


Рис. 2. Функція належності для рівня кваліфікації персоналу

При оцінці інвестиційної привабливості промислового підприємства використано нечіткі логічні рівняння. Кожному нечіткому логічному рівнянню передуює база знань у вигляді експертних висловлювань про зв'язки нечітких термів вхідних та вихідних лінгвістичних змінних в співвідношеннях (1) – (7).

Оцінку рівнів лінгвістичних змінних, що встановлює зв'язок між факторами впливу на оцінку інвестиційної привабливості промислового підприємства, виконано з використанням системи терм-множини:

$$T(Y) = \langle \text{низька, нижче середньої, середня, вище середньої, висока} \rangle;$$

$$T(X_1) = \langle \text{низькі, середні, високі} \rangle;$$

$$T(X_2) = \langle \text{низькі, середні, високі} \rangle;$$

$$T(X_3) = \langle \text{низькі, нижче середніх, середні, вище середніх, високі} \rangle.$$

$$T(X_4) = \langle \text{низькі, середні, високі} \rangle;$$

$$T(X_5) = \langle \text{низькі, середні, високі} \rangle;$$

$$T(X_6) = \langle \text{низькі, нижче середніх, середні, вище середніх, високі} \rangle.$$

Техніка нечіткого логічного висновку допомагає розрахувати прогнозований показник у вигляді нечіткої множини за допомогою системи лінгвістичних висловлювань "ЯКЩО - ТО". Вона об'єднує нечіткі терміни

вихідних і вхідних змінних за допомогою операцій І та АБО, які відповідають операціям \min та \max ¹⁰.

Лінгвістичним висловлювань відповідає система нечітких логічних рівнянь, які характеризують поверхню належності змінних відповідного терміну

$$\begin{aligned} \mu_H(Y) = & \mu_H(X_1) \wedge \mu_H(X_2) \wedge \mu_H(X_3) \wedge \mu_H(X_4) \wedge \mu_H(X_5) \wedge \mu_H(X_6) \vee \mu_{HC}(X_1) \wedge \\ & \wedge \mu_H(X_2) \wedge \mu_{HC}(X_3) \wedge \mu_H(X_4) \wedge \mu_H(X_5) \wedge \mu_H(X_6) \vee \mu_H(X_1) \wedge \mu_H(X_2) \wedge \\ & \wedge \mu_{HC}(X_3) \wedge \mu_H(X_4) \wedge \mu_{HC}(X_5) \wedge \mu_H(X_6), \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} \mu_{HC}(Y) = & \mu_{HC}(X_1) \wedge \mu_H(X_2) \wedge \mu_C(X_3) \wedge \mu_H(X_4) \wedge \mu_C(X_5) \wedge \mu_H(X_6) \vee \mu_{HC}(X_1) \wedge \\ & \wedge \mu_C(X_2) \wedge \mu_H(X_3) \wedge \mu_C(X_4) \wedge \mu_H(X_5) \wedge \mu_H(X_6) \vee \mu_C(X_1) \wedge \mu_C(X_2) \wedge \mu_C(X_3) \wedge \\ & \wedge \mu_H(X_4) \wedge \mu_H(X_5) \wedge \mu_H(X_6), \end{aligned} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} \mu_C(Y) = & \mu_{HC}(X_1) \wedge \mu_C(X_2) \wedge \mu_{BC}(X_3) \wedge \mu_H(X_4) \wedge \mu_C(X_5) \wedge \mu_C(X_6) \vee \mu_{HC}(X_1) \wedge \\ & \wedge \mu_C(X_2) \wedge \mu_C(X_3) \wedge \mu_C(X_4) \wedge \mu_C(X_5) \wedge \mu_H(X_6) \vee \mu_{BC}(X_1) \wedge \mu_H(X_2) \wedge \mu_C(X_3) \wedge \\ & \wedge \mu_C(X_4) \wedge \mu_C(X_5) \wedge \mu_C(X_6), \end{aligned} \quad (10)$$

$$\begin{aligned} \mu_{BC}(Y) = & \mu_B(X_1) \wedge \mu_C(X_2) \wedge \mu_{BC}(X_3) \wedge \mu_B(X_4) \wedge \mu_C(X_5) \wedge \mu_{BC}(X_6) \vee \mu_{BC}(X_1) \wedge \\ & \wedge \mu_C(X_2) \wedge \mu_B(X_3) \wedge \mu_{BC}(X_4) \wedge \mu_B(X_5) \wedge \mu_C(X_6) \vee \mu_{BC}(X_1) \wedge \mu_C(X_2) \wedge \mu_{BC}(X_3) \wedge \\ & \wedge \mu_B(X_4) \wedge \mu_{BC}(X_5) \wedge \mu_C(X_6), \end{aligned} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} \mu_B(Y) = & \mu_{BC}(X_1) \wedge \mu_B(X_2) \wedge \mu_B(X_3) \wedge \mu_B(X_4) \wedge \mu_B(X_5) \wedge \mu_{BC}(X_6) \vee \mu_B(X_1) \wedge \\ & \wedge \mu_B(X_2) \wedge \mu_{BC}(X_3) \wedge \mu_B(X_4) \wedge \mu_B(X_5) \wedge \mu_{BC}(X_6) \vee \mu_{BC}(X_1) \wedge \mu_B(X_2) \wedge \mu_B(X_3) \wedge \\ & \wedge \mu_B(X_4) \wedge \mu_{BC}(X_5) \wedge \mu_B(X_6). \end{aligned} \quad (12)$$

Щоб перейти від одержаної нечіткої множини до кількісної оцінки, необхідно виконати процедуру дефазифікації, що означає перетворення нечіткої інформації в чітку форму¹¹. Модель нечіткого логічного висновку разом із процедурою дефазифікації забезпечує можливість спостереження за змінами вихідного показника, а саме оцінки інвестиційної привабливості підприємства.

За розробленою методикою на прикладі ПрАТ «Вінницька кондитерська фабрика» було проведено оцінку інвестиційної привабливості підприємства за 2016-2018 роки. Отримані результати наведені на рисунку 3. Результати зазначені у відносних одиницях від 0 до 100%. Даний інтервал поділений на

¹⁰ Suresh B. Mathematical modelling, finite element simulation and experimental validation of biogas–digester slurry temperature / S. Baral, S. P. Pudasaini, S. N. Khanal, D. B. Gurung // International Journal of Energy and Power Engineering. – 2013. – V. 2. – № 2. – P. 128–135.

¹¹ Ратушняк О. Г. Управління змістом інноваційних проєктів термомодернізації будівель: монографія / О. Г. Ратушняк – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 128с.

проміжки: 0-20% – низька, 20-40% – нижче середньої, 40-60% – середня, 60-80% – вище середньої, 80-100% – висока інвестиційна привабливість. Відповідно чим більше результат тим вище інвестиційна привабливість¹².

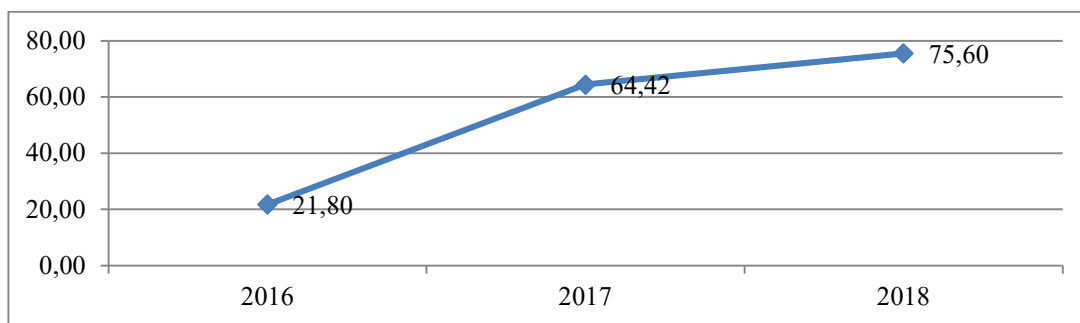


Рис. 3. Оцінка інвестиційної привабливості ПрАТ «Вінницька кондитерська фабрика» протягом 2016-2018 рр.

З отриманих результатів оцінки інвестиційної привабливості промислового підприємств, які наведені на рис. 3 видно, що ПрАТ «Вінницька кондитерська фабрика» за період, що досліджується є інвестиційно привабливим для інвестора.

Розроблено методику оцінки інвестиційної привабливості промислового підприємства, яка дозволяє з врахуванням величин універсальних множин, які характеризують кількісні і якісні показники майнового стану, ліквідність, фінансову стійкість, ділову активність, рентабельність, систему управління підприємством, приймати управлінське рішення щодо вибору об'єкта інвестування.

Перевагами розробленої методики оцінки інвестиційної привабливості промислового підприємства є можливість доповнення ієрархічної моделі новими факторами, а нечітких баз знань – новими правилами, що надає моделі властивостей гнучкості та адаптивності до динамічних змін в ринковій економіці.

¹² Ратушняк О. Г. Оцінка інвестиційної привабливості промислових підприємств на базі теорії нечіткої логіки / О. Г. Ратушняк, О. Г. Лялюк, І. В. Причепа // Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. – 2020. – № 2 (280). – С. 135-140.