ISSN 2664-1259 (Print), ISSN 2664-3871 (Online)

Review of transport economics and management, 2020, вип. 4(20)

УДК 330.45

СТЕБЛЮК Н.Ф.[1*], ВОЛОСОВА Н.М.[2]

1* к.е.н., доцент, доцент кафедри менеджменту організацій і адміністрування Дніпровського державного технічного університету, e-mail: tasha-s@ukr.net, ORSID ID: 0000-0002-4488-769X

2* к.т.н., доцент, доцент кафедри прикладної та вищої математики Дніпровського державного технічного університету, e-mail: volosonata@ukr.net, ORSID ID:0000-0002-1314-1991

ПОБУДОВА ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ ІНВЕСТИЦІЙ: СЦЕНАРНИЙ ПІДХІД

Мета. Метою роботи є обґрунтування теоретичних положень, методичних та практичних аспектів щодо оптимального розподілу інвестиційних ресурсів на основі сценарного підходу та оцінка ефективності запропонованих для реалізації проектів підприємства. **Методика.** Під час проведення дослідження використовувалися методи системного аналізу та логічних узагальнень, статистичного та порівняльного аналізу, математична модель оцінки ефективності інвестиційних проектів, сценарний підхід, апарат Бейєсівських мереж. **Результати.** Запропоновано науковий підхід до оптимального розподілу інвестиційних ресурсів за допомогою економіко-математичного моделювання. Варіант розв'язання задачі оцінки ефективності проектів підприємства проведено на основі інтегрального показника доцільності реалізації проекту. **Наукова новизна.** Сформовано сценарний підхід до прийняття управлінських рішень щодо оптимального розподілу коштів між проектами. Його відмінність від існуючих підходів базується на економіко-математичному моделюванні, котре передбачає ситуаційне моделювання сценаріїв за алгоритмом, що містить якісний опис процесу та побудову кількісної моделі. **Практична значимість.** Розробки, запропоновані в даній роботі, впроваджені та застосовуються у поточній діяльності АТ «ДніпроАзот».

Ключові слова: інвестиційний проект; сценарний підхід;інноваційна діяльність; інвестиції; оптимальний розподіл; математичне моделювання

Постанова проблеми

Умови в яких функціонують промислові підприємства відзначається нестабільністю ринкового середовища, високим рівнем зносу обладнання та дефіцитом фінансових ресурсів. Відсутність достатнього обсягу коштів не повинна завадити реалізації перспективних інноваційних проектів. Діяльність підприємства повинна мати орієнтир на створення та залучення тих інновацій, які в існуючих умовах дозволять сформувати стійкі конкурентні переваги. Тому постає нагальна потреба в обґрунтуванні найкращого способу оптимального розподілу інвестиційних ресурсів в системі управління інвестиційною діяльністю підприємства.

Таким чином вирішення цих питань вимагає розробки відповідних моделей, методів, інструментальних засобів підтримки прийняття управлінських рішень на підприємстві.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Систематизація літературних джерел та підходів до вирішення проблеми оптимального розподілу фінансових ресурсів в умовах ризику засвідчила, що питання формування системи інвестиційного забезпечення та оцінювання ефективності інвестиційних проектів є досить актуальними. Вагомий внесок у вирішення проблем інвестиційного забезпечення діяльності підприємства зробили вітчизняні та зарубіжні науковці: І. Фішер, А. Маршал, Й. Шумпетер, І. Ансофф, Р.А. Фатхутдінов, М.І. Крупка, С.Ф. Покропивний, О.М. Паламарчук та інші. Питання оцінки ефективності інвестиційних проектів досліджувалось в роботах А.О. Азарової, Д.М. Бершова, Д.О. Василика, В.В. Козика, В.А. Федоровського. Для оцінки ефективності інвестиційних проектів з врахуванням впливу факторів ризику

DOI: https://doi.org/10.15802/rtem2020/213144
© СТЕБЛЮК Н.Ф., ВОЛОСОВА Н.М., 2020

науковці O.Shvetsova [9], O.Iastremska [5]. пропонують зосередити увагу на управління фінансами з метою підвищення інноваційного потенціалу підприємства. В роботі [7]. запропоновано вдосконалення методів оцінки впливу факторів як основної складової ціннісно-орієнтованого управління на інвестиційну діяльність компаній. Однак, незважаючи на досить велику кількість праць з питань інвестиційної діяльності підприємств, в економічній літературі, не знайшли достатнього відбиття питання, пов'язані із специфікою управління інвестиційною діяльністю в умовах обмеженості фінансових ресурсів і залучення інвестиційних проектів та оцінка їх ефективності. Існуючі пропозиції з розв'язання цих проблем мають фрагментарний характер і потребують подальшого наукового узагальнення.

Формулювання цілей статті

Метою роботи є обґрунтування теоретичних положень, методичних та практичних аспектів щодо оптимального розподілу інвестиційних ресурсів на основі сценарного підходу та оцінка ефективності запропонованих для реалізації проектів підприємства

Виклад основного матеріалу дослідження

Діяльність будь-якого підприємства в довгостроковій перспективі та забезпечення високих темпів його розвитку в ринкових умовах, вдосконалення виробництва та підвищення показників діяльності в значній мірі визначаються рівнем його інвестиційної активності та ефективністю управління вкладеними коштами в об'єкти інвестування.

Базою дослідження було обрано промислове підприємство АТ «ДніпроАзот», яке є провідним постачальником мінеральних добрив; продуктів базової хімії; гіпохлориту натрію; товарів народного споживання. Продукція підприємства користується попитом у сільському господарстві, хімічній, енергетичній галузях, в чорній і кольоровій металургії, машинобудуванні, при водопідготовці і в інших галузях народного господарства.

За Інвестиційно-інноваційною Програмою розвитку АТ «ДніпроАзот» на інноваційний розвиток виробництва підприємства планується інвестувати фінансові кошти, в сумі близько 90 млн. грн., які пропонується вкласти в наступні проекти [6]:

1) введення в експлуатацію ділянки по фасуванню карбаміду та вихід ділянки на проектну потужність фасування;
2) освоєння виробництва коагулянту на основі низькоосновного оксихлорида алюмінію;
3) освоєння виробництва розчину хлористого кальцію для потреб цеху соди каустичної;
4) збільшення потужності виробництва соляної кислоти;
5) розробка технічного завдання на проектування, отримання дослідних зразків, визначення відповідності отриманих зразків світовим аналогам, проектування установки відновника оксидів азоту для автомобільних дизельних двигунів на основі карбаміду.

Для визначення оптимального розподілу інвестованих фінансових коштів було застосовано сценарний підхід.

Використовуючи метод сценарного планування було оброблено дані експертиз та проведено ситуаційне моделювання сценаріїв за наступним алгоритмом, що містить якісний опис процесу та побудову кількісної моделі [3].

І етап. Визначення основних цілей та операторів сценаріїв:

1.множини сильних та слабких факторів;
2.множини можливостей розвитку та його загроз;
3.множини критичних чинників, що гальмують розвиток і можуть блокувати реалізацію проектів і множини головних позитивних чинників – драйверів, що сприятимуть ефективній їх реалізації.

Для реалізації даного етапу було проаналізовано показники фінансово-економічних результатів діяльності підприємства, основні аналітичні показники його фінансового стану, показники ефективності використання ресурсів та оцінка ефективності управління інвестиційною діяльністю ПАТ «ДніпроАзот» за попередні три роки. Проведена оцінка розрахункових параметрів показала, що всі інвестиційні проекти відповідають граничним значенням.

DOI: https://doi.org/10.15802/rtem2020/213144
© СТЕБЛЮК Н.Ф., ВОЛОСОВА Н.М., 2020

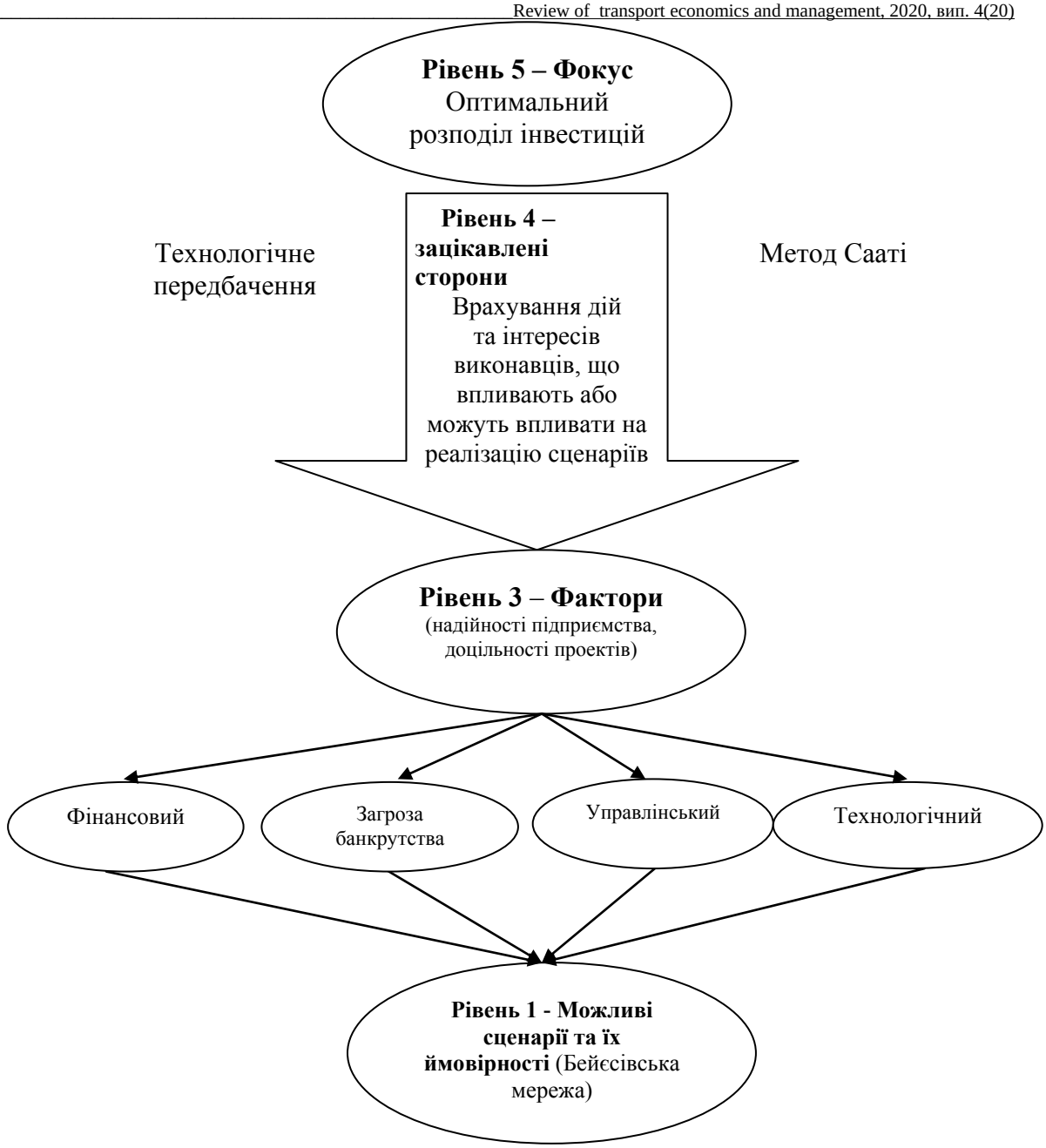

Рис.1. Структура ієрархічної мережі при побудові сценаріїв

Серед основних критичних чинників – високий фізичний та моральний знос основних засобів; незадовільний рівень грошової платоспроможності; низький рівень маневреності капіталу внаслідок спрямовування власних коштів на фінансування необоротних активів; невисока ефективність використання капіталу підприємства.

ІІ етап. Визначення основних трендів за допомогою діаграм впливу, які дають можливість охарактеризувати позитивні, негативні тенденції, а також встановити фактори невизначеності і з'ясувати ймовірності їх впливу та можливі результати.

ІІІ етап. Розробка кількісних моделей сценаріїв за результатами якісних досліджень та визначення наслідків їх реалізації.

Побудова сценарію виконувалась за допомогою методу Сааті (методу аналізу ієрархій), який під час розробки сценаріїв рекомендує застосовувати технологічні прийоми неструктурованого процесу прийняття рішень (Non-structured Decision

DOI: https://doi.org/10.15802/rtem2020/213144
© СТЕБЛЮК Н.Ф., ВОЛОСОВА Н.М., 2020

Making). Особливістю цього методу є необхідність виконання умови фокусування різноманітних уявлень експертів щодо досліджуваного процесу на основі причинної перспективи процесів, які закладаються у сценарій [8].

Експерти при застосуванні даного методу вибудовують логіку можливого розвитку подій, користуючись своїми власними знаннями та уявленнями, а також запропонованими класифікаційними ознаками факторів, яких вимагає запропонований метод. Як показує досвід застосування методу Сааті, він дозволяє побудувати досить імовірні сценарії за рахунок уникнення широкого розсіювання оцінок експертів, які ввійшли до групи опитування. Ітераційне проходження за кожним рівнем моделі кожним експертом з урахуванням інформації про результати побудови сценаріїв іншими експертами призводить до збалансування окремих складових та змісту сценарію взагалі.

Загальну схему структури ієрархічної мережі за методом Сааті у виконаному дослідженні наведено на рис.1.

В основі розробки та побудови прямого та оберненого процесу прогнозування застосовується метод аналізу ієрархій, при якому ідентифікуються три види змінних: політика планування (одна або декілька); вихідний показник та ефективність, що виражає ймовірнісні відношення між політикою планування та вихідним показником.

Кожний з розглянутих сценаріїв було описано змінними стану інвестиційних проектів, які визначаються властивостями відповідного сценарію. Оцінка змінних станів для кожного сценарію виконана методами експертного опитування. Складовими обернено-симетричних квадратних матриць є інтенсивності прояву елемента аі ієрархії до елемента аj, яка оцінюється за шкалою інтенсивності від 1 до 10. На наступному етапі моделювання здійснюється побудова матриці попарних порівнянь впливу первинних факторів на фокус ієрархії. За цією матрицею визначається власний вектор, компоненти якого можна розглядати в якості локального пріоритету, що оцінює рівень впливу фактора на фокус ієрархії. Аналогічно оцінюється вплив зацікавлених сторін на фактори та визначаються власні вектори відповідних матриць. Така оцінка проводиться, починаючи з вершини ієрархії, визначається ваговий вектор для отримання вагових коефіцієнтів можливих сценаріїв.

Виконавши попарне порівняння сценаріїв для кожної з цілей і визначивши власні вектори сценаріїв, помноживши матрицю власних векторів сценаріїв на вектор вагових коефіцієнтів головних цілей, отримано вагові значення ефективності інвестиційних проектів – ймовірності сценаріїв за Бейєсівською мережею (БМ) [2]. Перевагами застосування БМ є можливості врахування невизначеностей статистичного, структурного і параметричного характеру, а також формування висновку за допомогою різних методів – наближених і точних. Завдяки застосуванню апарату Бейєсівських ймовірностей було визначено оптимальний розподіл інвестованих фінансових коштів (90 млн. грн.), які пропонувалось вкласти в дані проекти (табл.1).

Таким чином, третій проект (освоєння виробництва розчину хлористого кальцію для потреб цеху соди каустичної) та перший проект (введення в експлуатацію ділянки по фасуванню карбаміду та вихід ділянки на проектну потужність фасування) мають найбільші вагові коефіцієнти ефективності проектів. Найменшу ефективність мають другий (освоєння виробництва коагулянту на основі низькоосновного оксихлорида алюмінію) та п’ятий (проектування установки відновника оксидів азоту для автомобільних дизельних двигунів на основі карбаміду) проекти відповідно.

Для оцінки ефективності цих проектів пропонується скористатися методичним підходом, запропонованим А.О. Азаровою та Д.М. Бершовим [1], який ґрунтується на побудові математичної моделі оцінки ефективності інвестиційних проектів, на основі узагальненого показника, розрахунок якого складається з двох етапів: аналізу надійності підприємства та аналізу доцільності інвестиційного проекту. Отримані дані зводяться до таблиці рішень, де з урахуванням вагомості параметрів, проводиться оцінка ефективності інвестиційного проекту.

DOI: https://doi.org/10.15802/rtem2020/213144
© СТЕБЛЮК Н.Ф., ВОЛОСОВА Н.М., 2020

Таблиця 1

Визначення оптимального розподілу інвестованих фінансових коштів

Проекти	Вагові коефіцієнти ефективності проектів	Ймовірності	Фінансові кошти (млн. грн.)
$П_1$ – «Реконструкція комплексу фасування карбаміду у біг-беги»	0,22	22%	19,8
$П_2$ – «Освоєння виробництва коагулянту на основі низько основного оксихлориду алюмінію»	0,17	17%	15,3
$П_3$ – «Освоєння виробництва розчину хлористого кальцію для потреб цеху соди каустичної»	0,23	23%	20,7
$П_4$ – «Збільшення потужності виробництва соляної кислоти»	0,20	20%	18,0
$П_5$ – «Визначення проектної організації і проектні роботи по новому енергоджерелу підприємства»	0,18	18%	16,2
СУМА	1	100%	90,0

Проведемо перший етап оцінки ефективності інвестиційних проектів шляхом аналізу надійності підприємства. В роботі пропонується замінити коефіцієнт Бівера та параметр Альтмана на модель О.О. Терещенка, яка базується на застосуванні методології дискримінантного аналізу та модель А.В. Матвійчука, оскільки вони відповідають умовам діяльності українських підприємств та враховують їх галузеві особливості, а тому найбільш адекватно характеризують існуючий фінансово-економічний стан підприємства [4].

Отже, аналіз надійності АТ «ДніпроАзот» показав, що найближчим часом, ймовірність настання банкрутства не загрожує підприємству, є певний фінансовий ризик невиплати залученого капіталу вчасно, тобто управління фінансовими ресурсами на підприємстві здійснюється недостатньо ефективно.

Перейдемо до другого етапу оцінки ефективності інвестиційних проектів і проаналізуємо доцільність реалізації проектів на основі розрахунку показників точки беззбитковості, терміну окупності проектів, їх чистої теперішньої вартості, внутрішньої норми прибутку та індексу прибутковості (табл. 2).

Таблиця 2

Розрахунок доцільності реалізації інвестиційного проекту

Параметр	Проект 1	Проект 2	Проект 3	Проект 4	Проект 5
Точна беззбитковості, тис. шт $Z_6=Т_Б=В_{УП}/Ц-В_{УЗ}$	400248,9	54369,8	17885,03	19223,35	31887,3
Період окупності, років $Z_7=ПО=N+Q_1/Q_2$	3,75	2,17	2,85	3,11	2,03
Чиста теперішня вартість, тис. грн $Z_8=NPV=PV-I_o$	1394,54	362,5	578,78	737,67	286,14
Внутрішня норма прибутку,% $Z_9=IRR=\sqrt[n]{PV/I_0-1}$	25,73	20,4	21,73	23,63	25,17
Індекс прибутковості $Z_{10}=PI=PV/I_o$	1,199	0,938	1,07	1,123	1,531

Для формування узагальненого показника ефективності інвестиційних проектів в діяльності підприємства за запропонованим методичним підходом, необхідно визначити експертним шляхом ступінь вагомості кожного з параметрів та перемножити його з кожним параметром Zi (табл.3). Якщо значення показників Z6, Z8, Z9, Z10 інвестиційного проекту задовольняє граничні обмеження, тоді відповідне Zi=1, якщо ні Zi=0.

DOI: https://doi.org/10.15802/rtem2020/213144
© СТЕБЛЮК Н.Ф., ВОЛОСОВА Н.М., 2020

Таблиця 3

Оцінка ефективності інвестиційних проектів

показник	Назва показника	Граничні обмеження	Вагомість параметра	Проект 1	Проект 2	Проект 3	Проект 4	Проект 5
Z_1	Коефіцієнт Терещенка	> 2,0	0,1	2,56×0,1=0,256				
Z_2	Коефіцієнт Матвійчука	>1, 1	0,1	1,33×0,1=0,133				
Z_3	Коефіцієнт фінансового левереджу	>1, 0	0,15	1,73×0,15=0,26				
Z_4	Коефіцієнт покриття	>1, 0	0,05	1,035×0,05=0,052				
Z_5	Коефіцієнт ліквідності	0,1 - 0,2	0,1	0,009×0,1=0,0001				
Z_6	Точка беззбитковості	< $Q_н$	0,1	1×0,1= 0,1	1×0,1= 0,1	1×0,1= 0,1	1×0,1=0,1	1×0,1= 0,1
Z_7	Період окупності		0,15	3,75×0,15=0,56	2,17×0,15=0,33	2,85×0,15=0,43	3,11×0,15=0,47	2,03×0,15=0,3
Z_8	Чиста теперішня вартість	>0, 0	0,15	1×0,15= 0,15	1×0,15= 0,15	1×0,15= 0,15	1×0,15= 0,15	1×0,15= 0,15
Z_9	Внутрішня норма прибутку	>16	0,15	1×0,15= 0,15	1×0,15= 0,15	1×0,15= 0,15	1×0,15= 0,15	1×0,15= 0,15
Z_{10}	Індекс прибутковості	> 1,0	0,05	1×0,05= 0,05	0×0,05= 0	1×0,05= 0,05	1×0,05= 0,05	1×0,05= 0,05
Сума S			1,0 (100 %)	1,71	1,43	1,78	1,62	1,45

Отже, запропонована модель щодо ефективності інвестиційних проектів дає можливість визначити та прийняти остаточне рішення щодо доцільності вкладення власних коштів досліджуваного підприємства в реалізацію проектів освоєння виробництва розчину хлористого кальцію, що призведе до скорочення залежності підприємства від імпортних поставок та зменшення ваги великотонажних енергоємних технологій, а також проект введення в експлуатацію ділянки по фасування карбаміду у м'які контейнери біг-беги, зручна упаковка якого полегшить подальше транспортування карбаміду та підвищить термін його зберігання під відкритим небом або в дощову пору року.

Висновки

У роботі представлено модельний приклад застосування методології побудови сценаріїв на основі моделювання, методу аналізу ієрархій, бейєсівських ймовірностей, які дають змогу краще зрозуміти технологію процесів та визначити алгоритм наступних дій, необхідних для реалізації бажаного сценарію.

Оцінки ефективності розглянутих інвестиційних проектів, отримані за допомогою методичного та сценарного підходів, є узгодженими, що підтверджує достовірність отриманих результатів.

Практичне значення отриманих результатів полягає у тому, що для

DOI: https://doi.org/10.15802/rtem2020/213144
© СТЕБЛЮК Н.Ф., ВОЛОСОВА Н.М., 2020

менеджерів та економістів підприємства розроблено методичні рекомендації з оцінювання поточного рівня інвестиційної діяльності підприємства, аналізування рівня інвестиційної активності, встановлення оптимальних обсягів інноваційних ресурсів, якими повинно володіти підприємство, визначення оптимального розміру інвестицій у розвиток підприємства.

STEBLIUK N.F.[1*], VOLOSOVA N.M.[2]

1* Dep. «Management of Organizations and Administration», Dniprovsk State Technical University, e-mail: tasha-s@ukr.net, ORSID ID: 0000-0002-4488-769X

2 Dep. «Applied and Higher Mathematics», Dniprovsk State Technical University, e-mail volosonata@ukr.net, ORSID ID:0000-0002-1314-1991

CONSTRUCTION OF ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODEL OF OPTIMAL DISTRIBUTION OF INVESTMENTS: SCENARIO APPROACH

The purpose. The purpose of the work is to substantiate the theoretical provisions, methodological and practical aspects of the optimal allocation of investment resources based on the scenario approach and assess the effectiveness of the proposed projects of the enterprise. **Methods.** During the research the methods of system analysis and logical generalizations, statistical and comparative analysis, mathematical model of evaluation of efficiency of investment projects, scenario approach, apparatus of Bayesian networks were used. **The results.** A scientific approach to the optimal distribution of investment resources using economic and mathematical modeling is proposed. The solution to the problem of evaluating the effectiveness of enterprise projects is based on an integrated indicator of the feasibility of the project. **Scientific novelty.** Scenario approach to management decisions on optimal distribution of funds between projects is formed. Its difference from existing approaches is based on economic-mathematical modeling, which provides situational modeling of scenarios by an algorithm containing a qualitative description of the process and construction of a quantitative model. **The practical significance** proposed in this paper are implemented and applied in the current activities of JSC "DniproAzot".

Keywords: investment project; scenario approach; Saati method; innovation activity; investments; optimal distribution; mathematical modeling

REFERENCES

1. Azarova A.O., Bershov D.M. (2004) Otsinka efectyvnosti investytsiynyh proektiv [Evaluation of the effectiveness of investment projects]. *Finansy Ukrainy*, no. 9, pp. 52–57.
2. Zgurovskyi M.Z., Bidyuk P.I., Terentiev O.M., Prosyankina-Zharova T.I. (2015) *Bayesivski merezhi v systemah pidtrymky pryiniatia rishen* [Bayesian networks in decision support systems]. Kyiv: Edelveys. (in Ukrainian)
3. Saiensus M.A. (2015) *Neiro-nechitki tehnologii modelyuvannia v systemi strategichnogo upravlinnia* [Neuro-fuzzy modeling technologies in the system of strategic management]. Modeluvannya skladnyh system. Chercasy: Tretyakov. (in Ukrainian)
4. Iastremska O., Strokovych H., Dzenis O., Shestakova O. and Uman T. (2019). Investment and innovative development of industrial enterprises as the basis for the technological singularity. *Problems and Perspectives in Management*, no. 17(3), pp.477-491. doi:10.21511/ppm.17(3).2019.38
5. Official site of PJSC DneproAzot [DniproAzot].Access mode: https://www.azot.com.ua
6. Polyakova, A. G.; Akhmetshin, E. M.; Pavlyuk, A. V.; Meshkova, G. V. (2019). Investment appeal of a region and its impact on investment inflows. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, no. 7(2), pp. 1089-1097. https://doi.org/10.9770/jesi.2019.7.2(21)
7. Saaty, T. L. (2005). *Theory and Applications of the Analytic Network Process*. Pittsburgh, PA: RWS.
8. Shvetsova, O. A.; Rodionova, E. A.; Epstein, M. Z. (2018). Evalution of investment projects under uncertainty: multi-criteria approach using interval data. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, no. 5(4), pp. 914-928. https://doi.org/10.9770/jesi.2018.5.4(15)
9. Tereshchenko O.O. (2003) Discriminant model of the integrated assessment of the financial condition of the enterprise. *Ekonomika Ukrainy*, no. 8, pp. 38-44.

Стаття надійшла до редакції: 01.10.2020
Received: 2020.10.10

 © СТЕБЛЮК Н.Ф., ВОЛОСОВА Н.М., 2020