

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІКА ТА УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВАМИ

ЗАСТОСУВАННЯ БАГАТОЦІЛЬОВОГО ПІДХОДУ ДО ВИРІШЕННЯ ЗАВДАНЬ ІНВЕСТИЦІЙНОГО ПЛАНУВАННЯ

APPLICATION OF A MULTI-PURPOSE APPROACH TO SOLVING INVESTMENT PLANNING TASKS

У статті розглянуто можливості застосування в теорії і на практиці одноцільового і багатоцільового підходів до обґрунтування вибору найбільш ефективного варіанту інвестиційного проєкту. Наведено класифікацію моделей інвестиційного планування, що характеризується інтеграцією у модель фінансової і виробничої сфер діяльності підприємства. Узагальнено класифікацію економіко-математичних моделей, із використанням яких можливе формування оптимального інвестиційного портфеля. Запропоновано матрицю рішень для вибору найкращого інвестиційного проєкту. На підставі числового матеріалу, що міститься у матриці рішень, інвестор може за допомогою різних методів вибрати найкращий інвестиційний проєкт. Розглянуто сутність методів, що представляють найбільший практичний інтерес, і проілюстровано відповідну їм систему розрахунків на умовних прикладах. Доведено, що основним має бути визнаний не одноцільовий підхід до вирішення оптимізаційних планово-економічних інвестиційних завдань, що займав раніше домінуюче становище в теорії і практиці, а багатоцільовий.

Ключові слова: інвестиції, проєкт, портфель, підхід, критерії, методи.

В статье рассмотрены возможности применения в теории и на практике одноцелевого и многоцелевого подходов к обоснованию выбора наиболее эффективного варианта инвестиционного проекта. Приведена классификация моделей инвестиционного планирования, которая характеризуется интеграцией в модель финансовой и производственной сфер деятельности предприятия. Сделан обзор классификации экономико-математических моделей, с использованием которых возможно формирование оптимального инвестиционного портфеля. Предложена матрица решений для выбора наилучшего инвестиционного проекта. На основании числового материала, содержащегося в матрице решений, инвестор может с помощью различных методов выбрать лучший инвестиционный проект. Рассмотрена сущность методов, представляющих наибольший практический интерес, и проиллюстрирована соответствующая им система расчетов на условных примерах. Доказано, что основным должен быть признан не одноцелевой подход к решению оптимизационных планово-экономических инвестиционных задач, занимавший ранее доминирующее положение в теории и практике, а многоцелевой.

Ключевые слова: инвестиции, проект, портфель, подход, критерии, методы.

УДК 658.152

<https://doi.org/10.32843/bses.60-22>

Фаталов В.В.

аспірант

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Fatalov Vilen

Volodymyr Dahl East Ukrainian National University

The article considers the possibilities of application in theory and in practice and single-purpose and multi-purpose approach to justify the choice of the most effective option for an investment project. The classification of investment planning models is given, which is characterized by integration into the model of financial and production spheres of enterprise activity. The classification of economic and mathematical models is generalized, with the use of which it is possible to form an optimal investment portfolio. A matrix of solutions for choosing the best investment project is proposed. Based on the numerical material contained in the decision matrix, the investor can use various methods to select the best investment project. The essence of methods of the greatest practical interest is considered, and the corresponding system of calculations on conditional examples is illustrated (Wald's or Maximin's rule – according to this rule from alternative investment projects choose the one which at the most unfavorable state of the environment has the greatest value of net present value; maximax rule – for an optimistic investor, choosing the best investment project involves using the maximax rule, he chooses the investment project with the largest numerical value of the NPV, Hurwitz rule – combines both the maximax rule and the maximin rule. It is a rule called optimism-pessimism, Bayesian criterion (rule) – if the probabilities of possible states of the external environment P_j relative to the value of HPV are known, then flux application of the Bayesian rule. The value of the mathematical expectation MOJ of the alternative investment project j plays the role of the criterion according to which the choice is made; Bernoulli's criterion. According to Bernoulli's criterion, it is possible to replace the values of mathematical expectations and risk levels of objective functions (for example, NPV) with the expected utility (benefit). Instead of monetary target functions, utility is used, which the decision maker (ODA) associates with the set goals and the expected degree of their achievement, taking into account the personal attitude to risk). It is proved that the main one should be recognized not as a single-purpose approach to solving optimization planning and economic investment problems, which previously occupied a dominant position in theory and practice, but as a multi-purpose one.

Key words: investments, project, portfolio, approach, criteria, methods.

Постановка проблеми. Основним інструментарієм дослідження складних економічних систем, до яких відноситься і промислове підприємство, є моделювання. Моделювання будь-якого об'єкта (системи, процесу) являє собою заміну його адекватним в тій чи іншій мірі іншим об'єктом, званим моделлю, з метою дослідження першого. Це потребує, щоб основні властивості, зв'язки між

елементами, а також поведінка моделі і об'єкта моделювання характеризувалися досить високою схожістю в інтересах реалізації мети дослідження. У нашому разі об'єктами моделювання є завдання підсистеми інноваційного та інвестиційного планування, що є однією з основних компонент системи забезпечення стійкості розвитку промислових підприємств.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Дослідженням тенденцій і проблем інвестиційного розвитку підприємств займаються багато сучасних учених. Зокрема, серед учених дальнього та близького зарубіжжя слід зазначити дослідження І. Ансоффа, П. Друкера, В. Зинова, В. Мединського, М. Портера, В. Санто, Й Шумпетера Ю. Яковця. Серед українських науковців, що досліджують питання управління інвестиційною діяльністю підприємств, необхідно відзначити вагомий доробок О. Амоші, М. Войнаренка, А. Воронкової, С. Ілляшенка, В. Стадник, О. Орлова, Л. Федулової. Незважаючи на важливість наукових досліджень, окремі аспекти інвестиційного планування в процесі інноваційної діяльності підприємства вимагають подальшого вивчення, зокрема в контексті застосування багатоцільового підходу.

Постановка завдання. Метою дослідження є обґрунтування застосування багатоцільового підходу для вирішення завдань інвестиційного планування на промислових підприємствах.

Виклад основного матеріалу дослідження. Розглянемо можливості застосування в теорії і на практиці одноцільового і багатоцільового підходів до обґрунтування вибору найбільш ефективного варіанту інвестиційного проєкту. Залежно від кількості присутніх в економіко-математичній моделі критеріїв оптимальності в завданні формування інвестиційного портфеля промислового підприємства, що складається з реальних проєктів, вони можуть бути класифіковані на два великі класи: однокритеріальні моделі і багатокритеріальні моделі. Багатокритеріальні моделі містять не менше двох критеріїв оптимальності. На етапі формування інвестиційного портфеля необхідно одночасно визначити види і кількість інвестиційних проєктів, що підлягають реалізації [2]. У низці математичних моделей передбачається формування інвестиційного портфеля в тісному зв'язку з розроблюваною виробничою програмою підприємства і з урахуванням можливостей сфери фінансування. Наведена нижче класифікація моделей інвестиційного планування характеризується інтеграцією в модель фінансової і виробничої сфер діяльності підприємства. Виходячи із цього, нами пропонується виділяти такі групи моделей:

– моделі, що дають змогу сформувати оптимальний інвестиційний портфель за наявності заданих для даного підприємства виробничої програми і певного бюджету капітальних вкладень;

– моделі, що дають змогу одночасно сформувати інвестиційний портфель і визначитися з джерелами фінансування за заданої виробничої програми підприємства;

– моделі, що дають змогу одночасно сформувати інвестиційний портфель і виробничу програму за заданого обсягу коштів і залучення необхідних фінансових ресурсів із різних (альтернативних)

джерел фінансування, кожен з яких орієнтується на неоднакову вартість свого капіталу.

Моделі можуть бути класифіковані й залежно від кількості періодів, протягом яких може реалізовуватися інвестиційний портфель. Зокрема, розрізняють моделі, в яких:

– час інвестиційного планування складається тільки з одного періоду часу (статична модель);

– час інвестиційного планування підрозділяється на кілька однакових періодів, але конкретні дії можливі тільки в початковий період (одноступенева модель);

– необхідні розрахунки виконуються в різні часові періоди інвестиційного планування (багатуступенева модель) [3].

Цільовою функцією може виступати чиста приведена вартість ЧПВ, ВВД, ІР, ДСО або інші критерії, за допомогою яких можна оцінити ефективність інвестиційного проєкту або інвестиційного портфеля. Економіко-математичні моделі прийняття рішень про відбір інвестиційних проєктів для фінансування, пов'язаних з урахуванням невідомих чинників, діляться на детерміновані, стохастичні і моделі з елементами невизначеності. Нами поділяються представлені в літературі моделі, реалізовані в умовах визначеності, а також залежно від виду цільової функції і обмежень, на чотири види: лінійні, нелінійні, динамічні і графічні. Узагальнену класифікацію моделей, із використанням яких можливе формування інвестиційного портфеля, наведено на рис. 1.

Залежно від поставленої мети і прийнятих обмежень однокритеріальні моделі можна розділити на такі [5]:

1) ранжування інвестиційних проєктів за вибраним критерієм ефективності:

а) в умовах визначеності;

б) в умовах ризику;

2) економіко-математичні моделі прийняття рішень про відбір інвестиційних проєктів, за якими доцільно здійснити фінансування:

а) моделі програмних рішень в умовах визначеності;

б) стохастичні моделі;

в) моделі з елементами невизначеності.

Наведена вище класифікація моделей вимагає визначення їхніх переваг, недоліків і сфер доцільного застосування. Ранжування інвестиційних проєктів в умовах визначеності передбачає, що відома кількість можливих ситуацій (варіантів) та їх наслідки. Імовірність кожної події дорівнює одиниці. За наявності достатньої визначеності вихідних даних інвестиційні рішення знаходяться в такій послідовності [4]:

1) визначається критерій, за яким здійснюватиметься відбір;

2) обчислюються значення критеріїв для порівнюваних варіантів;

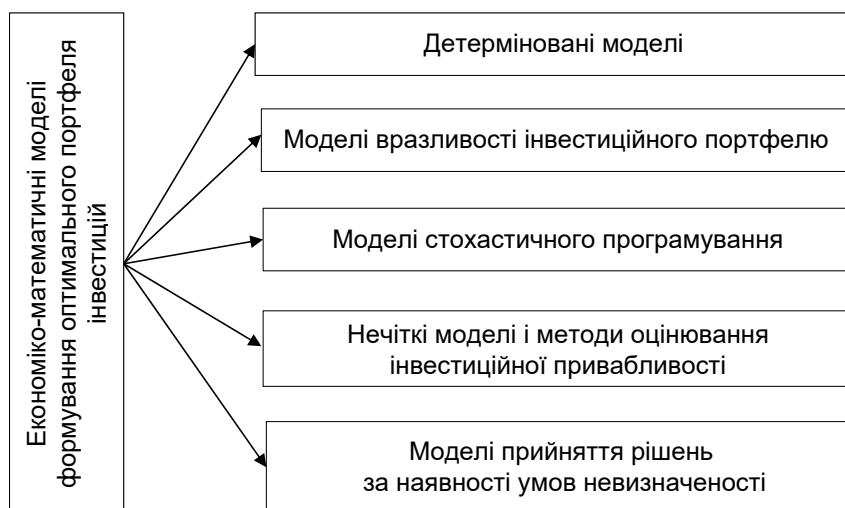


Рис. 1. Узагальнена класифікація економіко-математичних моделей формування оптимального портфеля інвестицій (складено автором)

3) варіант із кращим значенням критерію рекомендується до відбору.

У разі невизначеності й ризику передбачається прогнозування можливих наслідків і присвоєння їм ймовірностей. Найбільшою різноманітністю відрізняється група лінійних моделей. У лінійних моделях цільова функція й обмеження лінійні по керуючих змінних. Змінюючи значення змінних, можна наблизитися до поставленої мети. До лінійних однокритеріальних моделей, які становлять значний теоретичний, а найголовніше, практичний інтерес, можна віднести такі:

- модель «рюкзака»;
- статична модель Дж. Діна;
- одноступенева модель Албаха;
- багатоступенева модель Хакса і Вайнгартнера;
- модель із декількома виробничими ступенями – розширена модель Ферстнера-Хенна;
- модель із можливостями вибору установок і дезінвестицій Якоба.

Графічні моделі представлено різними модифікаціями мережевих моделей. Стохастичні моделі вибору рішень у складних ситуаціях, як правило, більш адекватні реальним явищам і процесам, аніж детерміновані постановки задач управління, планування і проєктування. Стохастичне програмування являє собою сукупність методів рішення оптимізаційних задач імовірнісного (стохастичного) характеру. У стохастичних моделях невідомі фактори є випадковими величинами. Однак для них відомі функції розподілу і статистичні характеристики (математичне очікування, дисперсія, середньоквадратичне відхилення і т. п.). У моделях з елементами невизначеності для невідомих чинників неможливо зібрати статистичні дані, і значення цих факторів не визначено.

У разі прийняття рішень про склад інвестиційного портфеля в умовах повної невизначеності застосовується імітаційне моделювання, а також

критерії (правила), розроблені в теорії ігор. В імітаційних моделях процес формування інвестиційного портфеля реальних проєктів здійснюється на ПЕОМ. За допомогою проведення численних імітацій та подальшого аналізу визначаються результати випадкових впливів на нього. У результаті вибирається такий варіант інвестиційного портфеля, у якого числова оцінка цільової функції (наприклад, чистої приведеної вартості) досягає найбільшої величини [1].

Завершують класифікацію економіко-математичних моделей, які можуть бути використані під час формування оптимального інвестиційного портфеля, група моделей з елементами невизначеності. У разі невизначеності і ризику передбачається прогнозування можливих наслідків і присвоєння їм ймовірностей. Для прийняття науково обґрунтованих управлінських рішень, пов'язаних із вибором в зазначених вище умовах, можуть використовуватися різні методи і критерії. Ситуація, на матеріалах якої ілюструватимуться різні методи прийняття найкращих інвестиційних рішень, буде представлена у вигляді матриці рішень. Вона відображає такий стан справ, коли:

- існує кінцева безліч альтернативних інвестиційних проєктів (ІП) і станів навколишнього середовища;
- кінцевою характеристикою економічного ефекту, відповідного кожному альтернативному варіанту ІП, виступає чиста приведена вартість;
- чиста приведена вартість є єдиною важливою цільовою функцією ІП, що відображає одноцільовий характер даної задачі.

ЧПВ відображає різні стани навколишнього середовища, які можуть бути зумовлені, наприклад, різними за величиною банківськими ставками, за якими різні інвестиційні інститути пропонують капітал. У матриці рішень можуть використовуватися такі символи:

IP^j – j -й варіант альтернативного інвестиційного проєкту ($j = 1, \dots, m$);

ЧПВ ^{i} – чиста приведена вартість, відповідна i -му варіанту інвестиційного проєкту ($i = 1, \dots, n$), грн.

Узагальнений варіант матриці рішень наведено в табл. 1. На підставі числового матеріалу, що міститься в матриці рішень, інвестор може за допомогою різних методів вибрати найкращий інвестиційний проєкт. Розглянемо суть методів, що представляють найбільший практичний інтерес, і проілюструємо відповідну їм систему розрахунків на умовних прикладах.

Правило Вальда, або максиміна. Відповідно до цього правила, з альтернативних інвестиційних проєктів (IP_j) вибирають той, який за найбільш несприятливого стану зовнішнього середовища має найбільше значення чистої приведеної вартості. Для цього виявляють у кожному рядку матриці рішень, тобто для кожної альтернативи, мінімальне значення ЧПВ ^{i} . Потім визначають максимальне значення серед виявлених мінімумів. Інвестиційний проєкт IP , якому відповідає максимальне значення, вважається економічно найбільш доцільним – IP_{opt} .

$$IP_{opt} = arg \max_i \min_j ЧПВ^{ij}. \quad (1)$$

Інвестор, який приймає рішення і керується зазначеним правилом, проявляє малу готовність до ризику. Він виходить з екстремально негативного розвитку стану навколишнього (зовнішнього) середовища і погоджується з найменш сприятливим розвитком для кожної інвестиційної альтернативи. Зовнішнє середовище оцінюється як противник у «грі двох осіб за нульової суми». Такий спосіб поведінки інвестора відображає установку на неминучість несприятливого збігу зовнішніх обставин.

Правило максимакс (maximax). Для оптимістичного інвестора можливість вибору найкращого інвестиційного проєкту пов'язана з використанням правила максимакс. Він вибирає інвестиційний проєкт із найбільшим числовим значенням ЧПВ. Інвестор у цьому разі не враховує під час прийняття інвестиційного рішення ризику, пов'язаного з несприятливим розвитком навколишнього середовища. Оптимістичний варіант інвестиційного проєкту знаходиться за формулою:

$$IP_{opt} = arg \max_i \max_j ЧПВ^{ij}. \quad (2)$$

Правило Гурвіца. Правило Гурвіца поєднує і правило максимакс, і правило максимін. Це забезпе-

чується завдяки зв'язуванню максимуму мінімальних значень і максимуму максимальних значень за допомогою опуклої лінійної комбінації. Воно являє собою правило, іменоване оптимізмом-песимізмом. Вибір інвестиційного проєкту здійснюється відповідно до формули:

$$IP_{opt} = arg \max_i \{(1-\alpha) \min_j ЧПВ^{ij} + \alpha \max_j ЧПВ^{ij}\}, \quad (3)$$

де α – коефіцієнт оптимізму, який приймає значення від нуля до одиниці.

Якщо α приймає значення, рівне 1, то вибір альтернативного проєкту слід здійснювати за правилом максимакс, а за $\alpha = 0$ – за правилом максимін. Якщо інвестор негативно ставиться до ризику, то він приймає $\alpha = 0,4$.

Критерій (правило) Байєса. Якщо ймовірності настання можливих станів зовнішнього середовища P^j щодо величини ЧПВ ^{ij} відомі, то доцільно застосування правила Байєса. Значення математичного очікування MO^j альтернативного інвестиційного проєкту j грає роль критерію, відповідно, з яким здійснюється вибір. Значення математичного очікування обчислюється шляхом множення чистої приведеної вартості по j -й альтернативі на відповідне значення ймовірності настання даного стану і подальшого підсумовування. Варіант інвестиційного проєкту визначається за формулою:

$$IP_{opt} = arg \max_i \sum_{j=1}^n ЧПВ^{ij} P^j. \quad (4)$$

Припустимо, що відомі ймовірності станів навколишнього середовища:

$$P = \{0,1; 0,2; 0,3; 0,2; 0,2\}, \quad \sum_{j=1}^n P^j = 1. \quad (5)$$

Згідно з правилом Байєса, оптимальним слід вважати другий інвестиційний проєкт ($IP_{opt} = 2$), оскільки значення його математичного очікування вище, ніж у інших проєктів. Розглянуте вище правило передбачає, що елементи матриці ЧПВ ^{ij} висловлюють також і корисність інвестиційних ефектів. Таким чином, зміна корисності по відношенню до зміни значення ЧПВ приймається пропорційним, а ставлення до ризику – нейтральним.

Критерій Бернуллі. Згідно з критерієм Бернуллі, можлива заміна значень математичного очікування і рівнів ризику цільових функцій (наприклад, ЧПВ) на очікувану корисність (вигоду). Замість монетарних цільових функцій використовується корисність, яку особа, яка приймає рішення (ОПР),

Таблиця 1

Матриця рішень для вибору найкращого інвестиційного проєкту

Альтернативні варіанти інвестиційних проєктів (IP_j)	Стан навколишнього середовища: числові оцінки ЧПВ за альтернативними варіантами інвестиційних проєктів (ЧПВ ^{i})			
	ЧПВ ¹¹	ЧПВ ¹²	...	ЧПВ ¹ⁿ
IP^1	ЧПВ ²¹	ЧПВ ²²	...	ЧПВ ²ⁿ
IP^2
...	ЧПВ ^{m1}	ЧПВ ^{m2}	...	ЧПВ ^{mn}

пов'язує з поставленими цілями й очікуваним ступенем їх досягнення з урахуванням персонального ставлення до ризику.

При цьому виходять із того, що ОПР у змозі оцінити вигоду від реалізації різних інвестиційних проектів. На ОПР покладається пошук максимуму «морального очікування» (МОЧ). Цей максимум розраховується за кожною альтернативою за формулою:

$$MOЧ_{opt} = arg \max_i \sum_{j=1}^n \beta(CПВ^j) P^j, \quad (6)$$

де $\sum_{j=1}^n \beta(CПВ^j)$ – дигресивно зростаюча функція корисності;

$CПВ^j$ – чиста приведена вартість інвестиційного проекту і відповідна стану j -го зовнішнього середовища;

P^j – ймовірність настання стану j -го зовнішнього середовища.

Висновки з проведеного дослідження. Як було показано, одноцільовий підхід до вирішення завдань інвестиційного планування знайшов достатнє поширення у практичній діяльності щодо забезпечення стійкості розвитку підприємства. Однак одноцільовий підхід має низку істотних недоліків, яких можна уникнути, якщо скористатися методологією багатокритеріальної оптимізації, що відрізняється більш високою ефективністю (результативністю). Будь-яке завдання, пов'язане з розробленням інвестиційного плану (або формуванням інвестиційного портфеля, що складається з реальних активів) і вирішується в системі забезпечення стійкості розвитку підприємства, є переважно економічним завданням, оскільки в математичних моделях планових завдань завжди присутній хоча б один критерій оптимальності, природа якого є економічною. Тому цілком правомірно користуватися терміном «інвестиційне планово-економічне завдання». Для досягнення найкращого кінцевого сукупного результату виробництва і збуту готової продукції підприємство реалізує не одну, а кілька різних за своєю природою цілей. Це означає, що основним має бути визнати не одноцільовий підхід до вирішення оптимізаційних планово-економічних інвестиційних завдань, що займав раніше домінуюче становище в теорії і практиці, а багатоцільовий. Досить часто зустрічається в економічній літературі вираз «досягти максимального ефекту за найменших витрат», що означає необхідність вироблення проекту управлінського рішення або пошуку найкращого рішення з інвестиційної задачі за одночасного врахування числових значень двох критеріїв оптимальності. Це відповідає поняттю багатоцільового підходу до вирішення завдань. Багатоцільова економічна постановка й адекватна їй математична формулізація (тобто економіко-математична модель) зазвичай більш повно відповідають сутності опти-

мізаційних завдань, що вирішуються в сучасних системах внутрішньокорпоративного планування та управління. Багатоцільовий підхід до вирішення планово-економічних інвестиційних, комерційних завдань відрізняється не лише кількісно через використання більшого числа критеріїв, а й якісно. Це може бути напрямом подальших досліджень.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Ключ Ю.І. Корпоративна система управління інноваціями: формування та розвиток. Лисичанськ, 2015. 356 с.
2. Ключ Ю.І. Організаційно-інформаційне формування корпоративного управління інноваціями. *Глобальні та національні проблеми економіки*. 2015. № 6. URL: <http://global-national.in.ua/issue-6>.
3. Микитюк П.П., Сенів Б.Г. Інноваційна діяльність : навчальний посібник Київ : Центр навч. літ., 2009. 320 с.
4. Гилязутдинова И.В., Поникарова А.С., Краснова А.В. Некоторые аспекты управления структурными сдвигами инновационной деятельности в производственных системах мезоуровня в достижении устойчивости их развития. *Вестник Казанского технологического университета*. 2012. № 5. С. 205–210.
5. Харів П.С. Інноваційна діяльність підприємства та економічна оцінка інноваційних процесів. Тернопіль, 2003. 326 с.

REFERENCES:

1. Klius Y. (2015) Korporativna sistema upravlinnya innovaciyami: formuvannya ta rozvitok [Corporate management system innovations: the formulation of this development]. Lisichansk: Kit-L. (in Ukrainian)
2. Klius Y.I. (2015) Organizacijno-informacijne formuvannya korporativnogo upravlinnya innovaciyami [Organizational and information formation of corporate innovation management]. *Globalni ta nacionalni problemi ekonomiki*, no. 6. Available at: <http://global-national.in.ua/issue-6>.
3. Mikitiuk P.P., Senov B.G. (2009) Innovatsiyna diyalnist [Innovative activity]. Kyiv: Tsentri navch. lit. (in Ukrainian)
4. Gilyazutdinova I.V., Ponikarova A.S., Krasnova A.V. (2012) Nekotoryie aspekty upravleniya strukturnymi sdivigami innovatsionnoy deyatel'nosti v proizvodstvennykh sistemah mezourovnya v dostizhenii ustoychivosti ih razvitiya [Some Aspects of Managing Structural Shifts of Innovative Activity in Production Level Measuring Systems in Achieving Sustainability of Their Development]. *Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta*, vol. 5, pp. 205–210.
5. Khariv P.S. (2003) Innovatsiyna diyalnist pid'pryemstva ta ekonomichna otsinka innovatsiynikh protsesiv [Innovative activity of the enterprise and economic evaluation of innovative processes]. Ternopil: Ekonomichna dumka. (in Ukrainian)