

Ч.К. Кусаинов¹, Д.Н. Шукаев^{1*}

¹ *Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатбаева,
г. Алматы, Казахстан
e-mail: c.kussainov@satbayev.university

АНАЛИЗ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ

Аннотация

В данной статье рассмотрены методы из теории игр с природой для анализа сценариев инвестиционных проектов в условиях неопределенности на основе метода ранжирования. Среди методов теории игр использованы критерий Максимакса, Гурвица, Лапласа, Вальда, Сэвиджа и Байеса. Стоит выделить использование универсального гамма распределения случайных величин при использовании критерия Гурвица. В качестве метода ранжирования используется метод голосования по Борду. Входными данными для алгоритма рассматриваются следующие финансовые показатели: чистая приведенная стоимость, внутренняя норма доходности, индекса рентабельности, период окупаемости и рентабельность инвестиции. Как результат предлагается гибридный алгоритм для выбора эффективного инвестиционного проекта на основе анализа сценариев, методах теории игр и метода ранжирования. В качестве демонстрации результатов гибридного алгоритм был использован тестовый набор эмпирических данных.

Ключевые слова: анализ сценариев, теория игр, инвестиционные проекты, метод Борда.

Аңдатпа

Ч.К. Кусаинов¹, Д.Н.Шукаев¹
¹ *Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық ғылыми-техникалық университеті,
Алматы қ., Қазақстан*

БЕЛГІСІЗДІК ЖАҒДАЙЫНДАҒЫ ИНВЕСТИЦИЯЛЫҚ ЖОБАЛАРДЫ ТАЛДАУ

Бұл мақалада рейтинг әдісіне негізделген белгісіздік жағдайындағы инвестициялық жобалардың сценарийлерін талдау үшін табиғатпен ойындар теориясынан алынған әдістер қарастырылады. Ойын теориясының әдістерінің ішінде Максимакс, Гурвиц, Лаплас, Вальд, Сэвидж және Байес критерилері қолданылады. Хурвиц критерийін пайдалану кезінде кездейсоқ шамалардың эмбебап гамма-таралуын пайдалануды ерекше атап өткен жөн. Борда дауыс беру әдісі рейтинг әдісі ретінде қолданылады. Алгоритмнің кіріс деректері ретінде келесі қаржылық көрсеткіштер қарастырылады: таза ағымдағы құн, кірістіліктің ішкі коэффициенті, рентабельділік индексі, шығындарды өтеу мерзімі және инвестиция кірістілігі. Нәтижесінде сценарийлерді талдау, ойын теориясының әдістері және рейтинг әдісі негізінде тиімді инвестициялық жобаны таңдаудың гибриді алгоритмі ұсынылады. Гибриді алгоритмнің нәтижелерін көрсету ретінде эмпирикалық деректердің сынақ жинағы пайдаланылды.

Түйін сөздер: сценарийді талдау, ойын теориясы, инвестициялық жобалар, Борда әдісі.

Abstract

ANALYSIS OF INVESTMENT PROJECTS IN THE CONDITIONS OF UNCERTAINTIES

Kussainov Ch .K.¹, Shukayev D.N.¹

¹ *Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satbayev, Almaty c., Kazakhstan*

This article discusses methods from the theory of games with nature for the analysis of scenarios of investment projects in conditions of uncertainty based on the ranking method. Among the methods of game theory, the criterion of Maximax, Hurwitz, Laplace, Wald, Savage and Bayes is used. It is worth highlighting the use of the universal gamma distribution of random variables when using the Hurwitz criterion. The Borda voting method is used as a ranking method. The following financial indicators are considered as input data for the algorithm: net present value, internal rate of return, profitability index, payback period and return on investment. As a result, a hybrid algorithm for choosing an effective investment project is proposed based on scenario analysis, ranking method and game theory methods. As a demonstration of the results of the hybrid algorithm, a test set of empirical data was used.

Keywords: scenario analysis, game theory, investment projects, Borda's method.

Введение

При оценке инвестиционных вложений инвесторам зачастую приходится просчитывать будущие значения определенных, в основном финансовых, переменных. В качестве финансовых переменных в основном рассматривают следующие переменные [1]: чистая приведенная стоимость, внутренняя норма доходности, рентабельность инвестиций, индекс доходности и срок окупаемости. Фундаментом для прогнозирования возможных будущих результатов в основном служат исторические данные текущего проекта или аналогичных проектов прошлого.

Также на практике для оценки инвестиций используют максимально правдоподобный вариант для расчета поведенческой модели проекта. Данный «правдоподобный вариант» обычно является средним показателем или более консервативным (наиболее безопасным) расчетом. Данным методом аналитики исключают вероятность альтернативных результатов каждого из переменных инвестиционного проекта и предполагают, что переменные являются точными [2].

Но принимая во внимание реалии бизнес среды и существования факторов неопределенности, инвестиционная оценка сопровождается с аналитическими инструментами как анализ сценариев. Анализ сценариев является одним из методов количественного анализа инвестиционных проектов, которая предназначена для оценки экономической выгоды и целесообразности инвестиционных проектов [3]. Анализ сценариев - это «Что, если» анализ, где модель рассчитывает результаты необходимого количества сценариев. При сценарном анализе можно использовать любое количество сценариев, но оптимальным считается рассмотрение 3 ситуаций: сценарий базового варианта, сценарий наилучшего варианта и сценарий наихудшего случая [4].

Все описанные сценарии опять же берутся из исторических данных текущего или аналогичных проектов прошлого. В данных сценариях рассматривают как пример уровень инфляции [5], уровень девальвации и другие финансовые показатели при ведении бизнеса на международном уровне. Но вероятность каждого из предполагаемых сценариев во многих ситуациях остается неопределенным для инвесторов [6]. Даже при условии знания распределения вероятности сценариев, большое количество сценариев и инвестиционных проектов приводит к сложности принятия эффективного решения инвестором. На данном этапе анализа на помощь приходит математическая теория стратегий под названием теория игр.

Существует достаточное количество примеров классических правил принятия решений в условиях неопределенности, таких как критерий Вальда [7], критерий Гурвица [8], критерий Сэвиджа [9], критерий Лапласа [10], критерий Максимиана [11], критерий Максимакса [12] и другие. Хотя данные критерии подразумевают принятия решения в условиях неопределенности [11], но среди них есть правила использующие вероятностное исчисление, что помогает делать более точный вывод. Финальным шагом предлагается использовать метод ранжирования инвестиционных проектов по каждому из описанных критериев. Из всех известных методов ранжирования самым практичным является метод голосования Борда [13].

Методология исследования

Процесс принятия решений в условиях риска

Результат принятия решения, сделанного в условиях риска при планировании сценария, зависит от двух факторов: решение в данном случае инвестиционный проект, которое будет выбрано и сценарии, который возможно произойдет.

Процесс принятия решения в условиях риска можно представить с помощью матрицы выплат, где m (количество строк), которая обозначает количество взаимоисключающих сценариев ($S_1, \dots, S_j, \dots, S_m$), n (количество столбцов), которая обозначает количество проектов ($R_1, \dots, R_i, \dots, R_n$) и a_{ij} - прибыль, связанная со сценарием S_j и альтернативой R_i как указано в таблице 1. Для практичности анализа используем самый распространенный метод оценки инвестиционных проектов - чистую приведенную прибыль [4].

В данном примере предполагаем, что распределение выплат, связанных с данным решением, является дискретным и набор этих прибылей не может быть мультимножеством. Результатом должен быть поиск оптимальной чистой стратегии. Чистая стратегия - это решение, предполагающее, что лицо принимающее решение выбирает и полностью выполняет только одну альтернативу [14].

Таблица 1. Сценарный анализ доходности инвестиционных проектов

S_j R_i	S_1	S_2	...	S_m
R_1	a_{11}	a_{12}	...	a_{1m}
R_2	a_{21}	a_{22}	...	a_{2m}
·	·	·	...	·
R_n	a_{n1}	a_{n2}	...	a_{nm}

Критерий Максимакса - является критериям максимизирующего максимальный выигрыш и считается самым простым подходом оптимиста. Оптимальным решением данного критерия является максимальная выплата при каждом из приведенных вариантов:

$$S_j = \max_i \max_j a_{ij} \quad (1)$$

Критерий Вальда рассматривает пессимистичное развитие событий и предлагает следующий подход решения:

При условии $S_j = \min_j a_{ij}$

S_j в данном случае является уровнем безопасности для a_i , то есть a_i гарантирует лицу, принимающему решение, возврат как минимум S_j . Таким образом нужно выбрать a_k таким образом, чтобы возврат был равен: $S_k = \max$

$$S_j = \max_i (\min_j a_{ij}) \quad (2)$$

По *критерию Гурвица* предполагается что нужно рассматривать как безопасный уровень, так и оптимистичный уровень с вероятностью $(1 - \tau)$ и τ соответственно, где $\tau \in [0,1]$

При оптимистичных условиях $S_j = \max_j a_{ij}$

S_j в данном случае является максимальной выплатой для a_i .

$$S_k = \max_j [\tau \max_j a_{ij} + (1 - \tau) \min_j a_{ij}] \quad (3)$$

При $\tau = 0$, получим выражение критерия Вальда. При $\tau = 1$ получаем стратегию оптимиста:

$$S_k = \max_j, S_j = \max_i (\max_j a_{ij}) = \max_i \max_j a_{ij} \quad (4)$$

В данном случае, τ - это коэффициент доверия и по природе своей является случайной величиной. Случайную величину τ можно описать различными законами распределения в зависимости от вида инвестиционных проектов. Для расчета значения τ можно использовать метод обратной функции моделирования непрерывных случайных величин как указано в формуле 1 [15].

$$F(x) = \int \varphi(\tau) d\tau \quad \text{или} \quad \tau = F^{-1}(u) \quad (5)$$

Для эффективности рассмотрения всевозможных распределений случайных величин, предлагается использовать универсальную формулу Гамма распределения. Гамма распределения имеет следующие виды функции плотности и формулу для моделирования:

$$\varphi(\tau) = \frac{\alpha^k}{(k-1)!} t^{(k-1)e^{-\alpha\tau}} \quad (6)$$

$$\tau = -\frac{1}{\alpha} (u_1^* u_2^* \dots u_k^*) \quad (7)$$

Критерий Лапласа используется, когда все состояния считаются равновероятными и отсутствует какая либо информация о будущем состоянии сценария. Критерию соответствует следующая формула:

$$S_k = \max \left\{ \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m a_{ij} \right\} \quad (8)$$

Критерий Сэвиджа используется для минимизации размеров максимальных потерь по каждому инвестиционному проекту.

Для определения упущенной выгоды (сожалений) используется следующее выражение

$$a_{ij} = \max \{a_{ij}\} - a_{ij}$$

В итоге аналитическое выражение минимизации размеров максимальных потерь примет следующий вид:

$$S_k = \min_{i=1, \dots, m}, \quad S_j = \min_i (\max_j a_{ij}) \quad (9)$$

Критерий Байеса используется, когда известны вероятности распределения. Формула для определения эффективной стратегии имеет следующий вид:

$$S_k = \max_{1 \leq i \leq m} \sum_{j=1}^n q_j a_{ij} \quad (10)$$

Метод Борда:

Метод Борда пропагандирует идею коллективного выбора. По данному методу голосующий должен оценить все альтернативы выбора в порядке убывания предпочтения. Также данный метод помогает унифицировать единицы измерения для использования в анализе разных по типу измерения [13].

Метод голосования по Борду состоит из следующих этапов:

1. Формирование списка голосующих лиц
2. Формирование набора кандидатов для голосования
3. Выставление рангов в зависимости предпочтения каждого из голосующих
4. Агрегирование всех рангов по каждому из кандидатов
5. Формирование коллективного решения

В соответствии с описанными методами выше, предлагается алгоритм для стратегического анализа и выбора инвестиционных проектов:

Алгоритм анализа инвестиционных проектов в условиях неопределенностей

Шаг 1. Определение количества анализируемых инвестиционных проектов

Шаг 2. Определение количества рассматриваемых сценариев

Шаг 3. Определение количества голосующих

Шаг 4. Определение количество финансовых показателей

Шаг 5. Заполнение данных значения финансового показателя как указано в Таблице 1

Шаг 6. Определение эффективного инвестиционного проекта по критерию Максимакса (1).

Ранжирование критерия по методу Борда.

Шаг 7. Определение эффективного инвестиционного проекта по критерию Вальда (2)

Ранжирование критерия по методу Борда.

Шаг 8. Определение эффективного инвестиционного проекта по критерию Гурвица (4)
Ранжирование критерия по методу Борда.

Шаг 9. Определение эффективного инвестиционного проекта по критерию Лапласа (8)
Ранжирование критерия по методу Борда.

Шаг 10. Определение эффективного инвестиционного проекта по критерию Сэвиджа (9)
Ранжирование критерия по методу Борда.

Шаг 11. Определение эффективного инвестиционного проекта по критерию Байеса, при условии знания вероятностного распределения (10) Ранжирование критерия по методу Борда.

Шаг 12. Возрат к шагу 3, если количество голосующих больше 1.

Шаг 13 Возрат к шагу 4, если количество финансовых показателей больше 1.

Шаг 14. Агрегирование финансовых критериев по голосующим оценкам

Шаг 15. Выбор инвестиционного проекта, согласно совокупному ранжированию инвестиционных проектов.

Результаты исследования

Продемонстрируем применение алгоритма для анализа и выбора инвестиционного проекта. Входными данными для реализации алгоритма были выбраны следующие параметры, указанные в таблице 2.

Таблица 2. Входные параметры для алгоритма

№	Наименование параметра	Количество
1	Инвестиционные проекты	4
2	Сценарий	3
3	Финансовые показатели	1
4	Количество голосующих	1

В качестве анализируемого финансового показателя был выбран показатель чистая приведенная стоимость инвестиционного проекта и были заведены тестовые значения по сценариям, предоставленные в таблице 3.

Таблица 3. Данные по NPV

Проекты	NPV1, доллары США	NPV2, доллары США	NPV3, , доллары США
Инвест проект 1	72000	83000	91000
Инвест проект 2	74000	81000	90000
Инвест проект 3	69000	85000	93000
Инвест проект 4	65000	76000	85000

Критерий Максимакса

Для расчета критерия Максимакса, выбираются показатели с максимальными значениями из всех возможных сценариев согласно таблице 4.

Таблица 4. Максимальные значения инвестиционных проектов

Инвест проект 1	Инвест проект 2	Инвест проект 3	Инвест проект 4
91000	90000	93000	85000
3	2	4	1

Согласно критерию максимакса побеждает проект №3 с максимальной прибылью, при наилучших условиях со значением 93000 долларов США.

Критерий Вальда

Для расчета критерия Вальда, выбираются показатели с минимальными значениями из всех возможных сценариев согласно таблице 5.

Таблица 5. Минимальные значения инвестиционных проектов

Инвест проект 1	Инвест проект 2	Инвест проект 3	Инвест проект 4
72000	74000	69000	65000
3	4	2	1

Согласно критерию Вальда побеждает проект №3 с максимальной прибылью, при наихудших условиях со значением 74000 долларов США.

Критерий Гурвица

Для расчета по критерию Гурвица, необходимо указать значения τ . В качестве тестового значения, принимаем $\tau=0.68$, после данные примут значения согласно таблице 6.

Таблица 6. Выбор по критерию Гурвица

Инвест проект 1	Инвест проект 2	Инвест проект 3	Инвест проект 4
84920	84880	85320	78600
3	2	4	1

Согласно критерию Гурвица побеждает проект №3 с максимальной прибылью со значением 85320 долларов США.

Критерий Лапласа

Согласно критерию Лапласа, вероятность реализации всех сценариев одинаков и в нашем примере равняется значению 0.33. После применения значения вероятности получаем результаты NPV согласно таблице 7.

Таблица 7. Значения инвестиционных проектов при равновероятной реализации

Инвест проект 1	Инвест проект 2	Инвест проект 3	Инвест проект 4
82000	81666	82333	75333
3	2	4	1

По критерию Лапласа побеждает проект №3 с максимальной прибылью со значением 82333 долларов США, при равной вероятности.

Критерий Севиджа

Для каждого состояния NPV определяем максимальное значение в таблице 8.

Таблица 8. Максимальные значения инвестиционных проектов

Инвест проект 1	Инвест проект 2	Инвест проект 3	Инвест проект 4
91000	90000	92000	85000

Составляем матрицу сожалений с помощью рассмотрения разностей максимальной выгоды со всеми вариантами выгоды в таблице 9.

Таблица 9. Матрица сожалений

Проекты	NPV1, доллары США	NPV2, доллары США	NPV3, , доллары США
Инвест проект 1	19000	8000	0
Инвест проект 2	16000	9000	0
Инвест проект 3	23000	7000	0
Инвест проект 4	20000	9000	0

В результате получаем данные в таблице 10 в соответствии критерию Севиджа.

Таблица 10. Выбор по критерию Севиджа

Инвест проект 1	Инвест проект 2	Инвест проект 3	Инвест проект 4
19000	16000	23000	20000
3	4	1	2

Согласно критерию Севиджа побеждает проект №2 с минимальным наибольшим недополученным выигрышем со значением 16000 долларов США.

Критерий Байеса

Для расчета по критерию Байеса, необходимо указать вероятность реализации каждого сценария. Были заведены тестовые значения вероятностей по каждому из сценариев реализации NPV как показано в таблице 11.

Таблица 11. Вероятности каждого из сценариев

Проекты	NPV1, вероятность	NPV2, вероятность	NPV3, вероятность
Инвест проект 1	0.25	0.20	0.55
Инвест проект 2	0.15	0.25	0.60
Инвест проект 3	0.30	0.20	0.50
Инвест проект 4	0.30	0.30	0.40

После расчетов вероятностей NPV инвестиционных проектов получаем следующие результаты согласно таблице 12.

Таблица 12. Значения инвестиционных проектов при определенных вероятностях.

Инвест проект 1	Инвест проект 2	Инвест проект 3	Инвест проект 4
84650	85350	84200	76300
3	4	2	1

Согласно критерию Байеса побеждает проект №2 с максимальной прибылью со значением 85350 долларов США.

После расчетов всех критериев теории игр сводим все полученные оценки в таблицу 13.

Таблица 13. Итоговый список стратегий выбора

Проекты	МаксиМакс	Вальд	Гурвиц	Лаплас	Севидж	Байес
Инвест проект 1	3	3	3	3	3	3
Инвест проект 2	2	4	4	2	4	4
Инвест проект 3	4	2	1	4	2	2
Инвест проект 4	1	1	2	1	1	1

В итоговой таблице собирается все критерий в одной таблице для предоставления выбора инвестору.

Дискуссия

Итоговая таблица показывает не только проекты-победителей в разных стратегических подходах, но и помогает анализировать инвестиционные проекты.

Анализируя инвестиционные проекты, можно сделать следующие выводы: проект №1 является вторым лучшим выбором вне зависимости от типа стратегий, когда как проект №4 является худшим выбором среди всех инвестиционных проектов.

Рассматривая стратегии Максимакса и Лапласа оптимальным выбором является проект №3, но по всем остальным стратегиям лучшим вариантом является проект №2.

Заклучение

Использование метода анализа сценариев недостаточно, чтобы сделать эффективный выбор инвестиционных проектов, так как инвестиционная стратегия ограничивается на стандартных подходах выбора и не включает стратегические решения при условиях неопределенностей. Также важную роль при анализе играет знание вероятности наступления определенных событий влияющие на финансовые показатели.

На сегодняшний день инвесторам требуется более комплексный подход с возможностью всестороннего анализа инвестиционных стратегий из-за учета финансовых рисков и неоднородности бизнес среды. Также требуется включать коллективный способ выбора инвестиционных проектов во время анализа инвестиционных альтернатив.

В данной связи, методы связанные с правилами решения в условиях неопределенности и предложенный алгоритм открывает новые возможности для глубокого и всестороннего анализа и выбора инвестиционных проектов.

Список использованных источников:

- 1 Popović, Žarko and Stanković, Jelena and Veselinović, Ivana. (2013) Multi-criteria analysis application in the investment projects assessment. *FACTA UNIVERSITATIS Series Economics and Organization*. №10.-P. 401-418.
- 2 Savvides S.(1994) Risk analysis in investment appraisal. *Project Appraisal*.- №9.-P. 3-18. doi:10.2139/ssrn.265905
- 3 Dittmann, Iwona. (2015). Scenario Analysis In The Calculation Of Investment Efficiency–The Problem Of Formulating Assumptions. *Real Estate Management and Valuation*.-№23.-10.1515/remav-2015-0025.-doi:10.1515/remav-2015-0025
- 4 Brzakovic T, Brzakovic A, Petrovic J. (2016) Application of scenario analysis in the investment projects evaluation. *Ekonomika poljoprivrede*. P.501–513. doi:10.5937/ekopolj1602501b
- 5 Maurya, Sandip. (2020). Comparative analysis on Economic Inflation 2008 (A case study on US and European Economy).
- 6 Tonn, Bruce. (2005). Imprecise probabilities and scenarios. *Futures*.- №37.P. 767-775.-doi:10.1016/j.futures.2005.01.008
- 7 Wald A. (1951) Statistical Decision Functions. *Journal of the American Statistical Association*.-P.130.-doi:10.2307/2280105
- 8 Hurwicz L. (1951) The generalized Bayes minimax principle: a criterion for decision making under uncertainty. *y Cowles Commission Discussion Paper*.- №02.- 7.
- 9 Savage L. (1961) The foundations of statistics reconsidered, in *Studies in Subjective Probability*. Wiley. P. 173-188.
- 10 Bischoff, E.E. (2006), "Quantitative Analysis for Management (9th ed.)", *Journal of Modelling in Management*.- №2(1). P. 184-185
- 11 Hayashi T. (2008) Regret aversion and opportunity dependence. *Journal of Economic Theory*.-P.242–268.-doi:10.1016/j.jet.2007.07.001
- 12 K. Pažek, Č. Rozman. (2009) Decision making under conditions of uncertainty in agriculture: a case study of oil crops.
- 13 Шукаев Д. Н. ЛЖБ. (2016) Анализ и выбор объектов распределения инвестиций. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*.-P. 130–134.
- 14 Gaspars-Wieloch H. (2014) Modifications of the Hurwicz's decision rule. *Central European Journal of Operations Research*.-P. 779–794. P. doi:10.1007/s10100-013-0302-y
- 15 Шукаев Д.Н., Ким Е.Р., Абдикадырова А.А.(2015) Функциональные задачи прединвестиционной деятельности банка развития // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*.- № 10 (часть 4).-P. 605-610.

References:

- 1 Popović, Žarko and Stanković, Jelena and Veselinović, Ivana. (2013) Multi-criteria analysis application in the investment projects assessment. *FACTA UNIVERSITATIS Series Economics and Organization*.- №10.-P. 401–418.
- 2 Savvides S.(1994) Risk analysis in investment appraisal. *Project Appraisal*. №9-P. 3–18.-doi:10.2139/ssrn.265905
- 3 Dittmann, Iwona. (2015). Scenario Analysis In The Calculation Of Investment Efficiency–The Problem Of Formulating Assumptions. *Real Estate Management and Valuation*. №23. (10.1515/remav-2015-0025).-doi:10.1515/remav-2015-0025
- 4 Brzakovic T, Brzakovic A, Petrovic J. (2016) Application of scenario analysis in the investment projects evaluation. *Ekonomika poljoprivrede*.-P. 501–513.-doi:10.5937/ekopolj1602501b
- 5 Maurya, Sandip. (2020). Comparative analysis on Economic Inflation 2008 (A case study on US and European Economy).
- 6 Tonn, Bruce. (2005). Imprecise probabilities and scenarios. *Futures*.- №37.-P. 767-775.-doi:10.1016/j.futures.2005.01.008

- 7 Wald A. (1951) *Statistical Decision Functions*. *Journal of the American Statistical Association*.-P.130.-doi:10.2307/2280105
- 8 Hurwicz L. (1951) *The generalized Bayes minimax principle: a criterion for decision making under uncertainty*. *y Cowles Commission Discussion Paper*.- №02.- 7.
- 9 Savage L.(1961) *The foundations of statistics reconsidered*, in *Studies in Subjective Probability*. Wiley.-P. 173–188.
- 10 Bischoff, E.E. (2006), "*Quantitative Analysis for Management (9th ed.)*", *Journal of Modelling in Management*.- №2(1).-P.184-185
- 11 Hayashi T. (2008) *Regret aversion and opportunity dependence*. *Journal of Economic Theory*.-P. 242–268.-doi:10.1016/j.jet.2007.07.001
- 12 K. Pázek, Č. Rozman. (2009) *Decision making under conditions of uncertainty in agriculture: a case study of oil crops*.
- 13 Shukaev D. N. LZhB. (2016) *Analiz i vy`bor ob`ektov raspredeleniya investitsij [Analysis and selection of investment distribution objects]*. *Mezhdunarodny`j zhurnal prikladny`kh i fundamental`ny`kh issledovanij*. 130–134.14
- 14 Gaspars-Wieloch H. (2014) *Modifications of the Hurwicz's decision rule*. *Central European Journal of Operations Research*.-P.779–794.- doi:10.1007/s10100-013-0302-y
- 15 Shukaev D.N., Kim E.R., Abdikady`rova A.A. (2015) *Funkczional`ny`e zadachi predy`nvesticzionnoj deyatel`nosti banka razvitiya [Functional tasks of the pre-investment development bank]*. *Mezhdunarodny`j zhurnal prikladny`kh i fundamental`ny`kh issledovanij*. №10 (4). 605-610.